

# Földtani Kutatás

1966. IX. évfolyam 4. szám

Felelős szerkesztő:

DR. KERTAI GYÖRGY

A szerkesztő bizottság:

DR. ALFÖLDI LÁSZLÓ, ADÁM OSZKAR,  
DR. BARNABÁS KÁLMÁN, DR. DANK  
VIKTOR, DR. JANTSKY BÉLA, DR.  
JUHÁSZ JÓZSEF, DR. KASSAI FERENC,  
MORVAI GUSZTÁV, DR. NEMECZ ERNŐ,  
DR. VARJÚ GYULA, DR. VITALIS  
SANDOR

Szerkesztő:

LUKÁCS JENŐ

\*

Szerkesztőség:

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

\*

Felelős kiadó:

Központi Földtani Hivatal

\*

A Földtani Kutatás megjelenik évente  
négy alkalommal.

Egy-egy lap ára 5,— Ft.

Előfizetés és terjesztési ügyben fel-  
világosítást a Magyarhoni Földtani  
Társulat (Bp. V., Szabadság tér 17.  
Telefon: 124-116) ad.

FMNYV d. t. 1

T A R T A L O M

Dr. Barnabás Kálmán: Bauxitkutatásaink eredményei és további feladatai	1
Kéri János: A mátraverebélyi kutatás eredményei	7
Dr. Pócze László: Ritkaföldfémek és felhasználásuk a korszerű iparban	11
Dr. Szilvágyi Imre: Kísérletek agyagok reológiai tulajdonságainak jellemzésére	17
Jósa Ernő—Mozsolits Tibor: A mérnökgeofizika alkalmazása az árvízvédekezésnél	24
Kun Béla: A mátrai ércelőfordulások fontosabb jellemzői meghatározásának módszere és pontossága	30
Horn János—Kun Béla: Egy nagymélységű szinesfém érckutatás gazdaságossági vizsgálatának problémái	39
Szabó Elemér: Bauxitkészletek elektronikus módszerű számítása	50
Várhegyi Pál: Fúróluk irányítási módszerek üzemi alkalmazása	57
Rásonyi László: Látogatás a párizsi B. R. G. M. hivatalában	75
Szemle	77
Hírek	79

C O N T E N T S

Kálmán Barnabás, Ph. D.: Prospecting for Bauxite: Achievements and Further Tasks	1
János Kéri: Prospecting Results in Mátraverebély	7
László Pócze Ph. Dr.: The Rare Earths And Their Application in Modern Industry	11
Imre Szilvágyi, Ph. D.: How to Describe the Rheological Properties of Clays — An Experimental Approach	17
Ernő Jósa—Tibor Mazsolits: The Application of Engineering Geophysics in Flood Prevention	24
Béla Kun: Methods Used And Accuracy Available in Describing the Main Features of the Mátra Ore Deposits	30
János Horn—Béla Kun: An Analysis of Economic Efficiency in Prospecting for a Deep-Seated Non-Ferrous Ore Body And the Problems of Such an Analysis	39
Elemér Szabó: Electronic Computing of Bauxite Reserves	50
Pál Várhegyi: Bore—Hole Control in Practice	57
László Rásonyi: A Visit in the BRGM in Paris	75
Review	77
News	79

I N H A L T

Dr. Kálmán Barnabás: Die Ergebnisse und die weiteren Aufgaben unserer Bauxiterkundungen	1
János Kéri: Die Ergebnisse der geologischen Erkundungsarbeit in Mátraverebély	7
Dr. László Pócze: Die seltenen Erden und ihre Anwendung in der modernen Industrie	11
Dr. Imre Szilvágyi: Experimente zur Beschreibung der Rheologischen Eigenschaften der Tone	17
Ernő Jósa—Tibor Mazsolits: Die Anwendung der Ingenieur-Geophysik im Hochwasserschutz	24
Béla Kun: Methode und Genauigkeit von der Bestimmung der Wichtigeren Merkmäler der Erzlagerstätten im Mátra-Gebirge	30
János Horn—Béla Kun: Die Probleme der Rentabilitätsanalyse bei der Erkundung einer tiefliegenden Buntmetall-Lagerstätte	39
Elemér Szabó: Eine elektronische Berechnungsmethode der Bauxitvorräte	50
Pál Várhegyi: Die Anwendung der Bohrlochausrichtungsmethoden im Betrieb	57
László Rásonyi: Ein Besuch im B. R. G. M. in Paris	75
Rundschau	77
Nachrichten	79

# Bauxitkutatásaink eredményei és további feladatai

Írta: Dr. Barnabás Kálmán

## 1. A bauxitkutatások fejlődése

A magyarországi bauxitkutatások számos jelentős, még világviszonylatban is számottevő eredményt mutathatnak fel mind gazdasági, mind tudományos vonatkozásban. Hazánkban a kutatások közel félévszázados múltra tekintenek vissza és azóta, hogy 1920-ban felfedezték a gánti és halimbai bauxittelepeket, neves geológusok egész sora kereste országszerte a bauxitot és vizsgálta a telepeket földtani-teleptani, hegységszerkezeti és ásvány-kőzettani szempontból egyaránt. A kutatók között megtaláljuk Vadász Elemért, Telegdi Roth Károlyt, Vendel Miklóst, Kormos Tivadart, Taeger Henriket, Vitális Istvánt, Schréter Zoltánt, Rakusz Gyulát, Vigh Gyulát, hogy csak néhányat említsünk a sok közül. A kutatások eredményeként nagy számban váltak ismertté új telepek és bizonyultak alkalmasnak az ipari kiaknázás részére. Így a huszas években bauxittelepeket fedeztek fel Nyirád, Fenyőfő, Isztimér, Bicske környékén, a harmincas évek elején Alsóperén, a Nagyharsányi-hegyen és Nézsza közelében, a negyvenes évek elején pedig Iszkaszentgyörgyön. Sorra nyíltak bauxitbányák: 1925-ben elsőként Gánton, majd Nyirádon, Sümegen, Szöcön, Eplényben, Alsóperén, Nagyharsányon, Nézsán, Iszkaszentgyörgyön és Újbarokon. A termelés folyamatosan növekedett és a II. világháború alatt elérte az évi 1 millió tonnát.

A háború befejezése után, 1950-ben a bauxitkutatások új irányt vettek. A régi, szétosztott, egymástól többnyire függetlenül és elszigetelten működő, általában nem folyamatos és nem átfogó kutatásokat a Magyar—Szovjet Bauxit—Alumínium RT Bauxitkutató Expedíciójának munkája váltotta fel. Ennek a földtani kutató szervezetnek feladata az volt, hogy kutatásokat végezzen az ország egész területére kiterjedően az ipari értékű ismert bauxittelepek teljes és részletes, korszerű földtani — gazdasági megismerése és értékelése, valamint új előfordulások felderítése végett. A kutatások így folyamatosokká és szervezetté váltak, ami lehetővé tette a megfelelő műszaki-gazdasági bázis kialakítását. A Bauxitkutató Expedíció 1954-ben önálló vállalattá alakult és Bauxitkutató Vállalat néven folytatta és folytatja jelenleg is működését. Beszámolónk tulajdonképpen ennek az új vállalatnak az eredményeit szándékozik vázlatosan bemutatni.

A Bauxitkutató Expedíció, majd Vállalat úgy alakította ki szervezetét, hogy az lehetőség szerint alkalmas legyen a kutatáshoz szükséges minden földtani, anyagvizsgálati, fúrási-

műszaki és geodéziai-topográfiai munka elvégzésére. Rendeltetése a bauxittermelés és a bányafejlesztés földtani feltételeinek megteremtése volt, ezért kezdettől fogva szoros együttműködést épített ki a magyar alumíniumipar bauxitbányászatával és Tervező Intézetével. Ennek érdekében a munka során a kutatási területek kiválasztásában következetes sorrendiséget és rangsorolást, a végrehajtásnál pedig arányos koncentrációt alkalmazott. Irányelvnek tartotta a komplex földtani kutatás megvalósítását és ezért vizsgálatait kiterjesztette azon ásványi nyersanyagokra is, amelyek a bauxitkutató munka során válhattak ismertté. Így sikerült köszén, tűzálló agyag, bentonit és üveghomok-telepeket is kimutatni.

A vállalat földtani munkája kiterjed a kutatások tervezésére, a földtani anyagfeldolgozásra, ásvány-kőzettani és vegyi vizsgálatokra, valamint földtani-gazdasági értékelésre, amely magában foglalja a bauxitkészletek kategorizált mennyiségi és minőségi meghatározását is. A földtani és vegyi vizsgálatok elvégzésére a vállalatnak saját laboratóriuma van. A földtani munkát geodéziai-topográfiai mérések, vízföldtani kutatások és az érc hasznosíthatósága érdekében kémiai-technológiai vizsgálatok egészítik ki, amely utóbbi munkát a Fémipari Kutató Intézet végzi.

A bauxitkutató munkához értékes segítséget nyújt földtani vonalon a Magyar Állami Földtani Intézet, geofizikai vonalon pedig a Magyar Állami Eötvös Lóránd Geofizikai Intézet.

A kutatás fő eszköze a gépi magfúrás, aminek elvégzéséhez a vállalat saját fúrógépállománnyal, szállítóeszközökkel és javító műhelyvel rendelkezik. A fúrási kapacitás évi 100—110 ezer fm. Erre a teljesítményre a vállalat az utóbbi 5 évben fejlődött fel, hogy ezzel kielégíthesse azokat a követelményeket, amelyeket a timföld- és bauxittermelés tervezett nagyarányú növelése támaszt a bányafejlesztéssel és azon keresztül a bauxitkutatással szemben.

Az eddigi kutatómunkálatok méreteire jellemző, hogy az 1950 óta napjainkig lemellyített fúrások mennyisége meghaladja a 860 000 fm-t.

A fúrási kutatások területe elsősorban a Bakony volt, főként Halimba, Nyirád, Városlód, Fenyőfő és Iszkaszentgyörgy térsége, de történtek kutatások a Bakony bauxitra reményteljes egyéb területein is. A vértesi kutatások zöme Gánt vidékére és a hegység D-i előterére, a gercsei kutatásoké pedig Nagyegyháza és Mesterberek-puszta térségére esett.

## 2. Kutatási eredmények

Kutatásaink során jelentős terjedelmű földtani térképező munkát hajtottunk végre, ami egyrészt a felszíni földtani képződmények reambulációs vagy újrafelvétel jellegű feltérképezéséből, másrészt mélyföldtani térképek szerkesztéséből állott. A felszíni térképezés túlnyomórészt kutatásaink első éveiben, még a Bauxitkutató Expedíció idejében történt több, mint 4000 km<sup>2</sup> terjedelemben abból a célból, hogy már a munkálatok kezdetén kielégítő részletességű földtani térképek álljanak rendelkezésre mindazon területről, amelyek bauxitkutatás szempontjából számításba jöhetnek. Térképek készültek a Dunántúli Középhegységről, a Duna-balparti mezozoos hegyrögökről és a Villányi-hegységről, továbbá néhány kisebb területéről a Bükkhegységben és a Gömöri-karszton. A méretarány túlnyomórészt 1:25 000, kis részben 1:10 000 és 1:5000.

Mélyföldtani térképek szerkesztése 1961-ben kezdődött és célja az volt, hogy a rendelkezésre álló, főként fúrási adatok alapján, térképileg ábrázolja a szokásos bauxitfekvő és fedő képződmények elterjedését és földtani kifejlődési viszonyait, a tengerszinthez viszonyított helyzetüket, a bauxitfedő valószínű vastagságát, továbbá a reménybeli bauxitterületeket. A térképsorozat 1:50 000-es méretarányú topográfiai alapon készült, tartalmilag a következő 5 változatban:

1. a felsőkrétánál idősebb képződmények felszínének szintvonalas térképe;
2. az eocénnél idősebb képződmények felszínének szintvonalas térképe;
3. az oligocénnél idősebb képződmények felszínének szintvonalas térképe;
4. az alsókrétánál fiatalabb képződmények vastagságtérképe;
5. a krétánál fiatalabb képződmények vastagságtérképe.

A térképsorozatot a bauxitprognózis térkép (1:75 000), valamint az észlelési helyeket ábrázoló térképek (1:25 000 vagy 1:50 000) egészítik ki.

Ezideig a Bakonyhegység területéről 18 db, a Vértes és Gerecsehegység területéről 10 db térképlap készült el 1:50 000-es Gauss-Krüger rendszerű topográfiai térképalapon. A vértesi és gerecsei mélyföldtani térképekhez áttekintő földtani szelvényeket is szerkesztettek (M = vízsz. 1:50 000, függ. 1:20 000).

A térképek szerkesztése folytatódik, a már elkészült térképlapoknak időközben nyert földtani adatok alapján történő kiegészítésével és pontosításával együtt.

A mélyföldtani térképek elősegítik és biztosabbá teszik a bauxitra reményteljes terüle-

tek kiválasztását, továbbá a kutatások földtani és fúrástechnikai megtervezését.

Már munkálataink kezdetén komoly reményeket fűztünk azokhoz a kutatásokhoz, amelyeket Nyírad térségében kezdtünk a D-i Bakony É-i előterén. A bauxit már régóta ismert volt itt és kis bányák működtek ezen a területen, de a kezdetől fogva szerény méretű, kimutatott érckészletek kutatásaink megindításakor már kimerülőben voltak. A jelenleg is folyamatban lévő koncentrált fúrási kutatások jelentős sikereket értek el, mert megállapították, hogy Nyírad térségében az eredetileg becsült bauxitkészleteknek sokszorosa található túlnyomórészt jó minőségben. Ezideig mintegy 22 km<sup>2</sup> terület bizonyult produktívnak és a felderítő, valamint előzetes kutatási adatok szerint még legalább 15 km<sup>2</sup> területen várható bauxit. A Nyírad közeli Izamajor és Nagytárkánypusztá környékén mintegy 70 új bauxitlencsét mutattunk ki és vizsgáltunk meg részletesen. A bauxit az egész területen jellemzően lencsés településű, egy-egy lencsében 30—800 000 tonna bauxittal. A produktív területen a bauxit felsőtriász dolomitfekvő települt eocén, miocén és pliocén képződmények alatt. Rétegtani helyzetét úgy értelmezzük, hogy egykorú a szomszédos halimbai turoni bauxittal, de eredeti szenon fedőrétegei az eocén ingressziót megelőző eróziós időszak folyamán lepusztultak. Valószínű, hogy az erózió lepusztította a bauxit jelentős részét is és az eredetileg talán nagy területen összefüggő bauxittelepnek csak a karsztos dolomitmélyedésekben lévő része maradt meg. Ezt a feltevést támogatja az a megfigyelés, hogy a lencsék tetején általában nagy kavasavtartalmú, áthalmozott bauxit mutatkozik.

Újabb fúrásaink a produktív területhez ÉNy-on csatlakozó részen, a Rendeki-hegytől K-re Csabpuszta környékén, a rétegsorban szenon üledékek jelenlétét mutatták ki. Több fúrásban a szenon réteggöszlet tetején mészkő foglal helyet, s a mészkő és az eocén között 3—14 m vastag bauxittelep található. A bauxit nagyrészt kis kavasavtartalmú, ami eredeti településre és helyben való keletkezésre vall. A bauxit tehát szenon mészkövön települ eocén fedő alatt, hasonlóan azon két kis bauxitlencse egyikéhez, amely leművelése előtt a sümei Szőlőhegyen, Surgoth-tanya közelében az említett fúrástól mintegy 3 km távolságban volt található. A szőlőhegyi bauxitot ezideig általában áthalmozottnak tartották, nem mint a szenon mészkő utáni, vagyis krétavégi bauxitképződés képviselőjét. Az említett új fúrásokban észlelt bauxittelep krétavégi bauxitképződés lehetőségét valószínűsíti Sümeg—Nyírad térségében. Ugyanezen a területrészen egy fúrásban bauxitot nemcsak az eocén-felsőkréta, hanem a felsőkréta-felsőtriász határon is ész-

leltek, ami annak jele, hogy Sümeg—Nyirád—Halimba térségében két bauxitképződési korrall kell számolnunk: egy idősebb, turonival és egy fiatalabb, krétavégivel. Olyan helyeken, ahol a felsőkréta rétegsor inocerámuszos mészmárgával zárul, tehát, ahol az eocén alatt közvetlenül felsőkréta mészmárga van, fúrásaink bauxitot nem mutattak ki. Fel kell tehát tételeznünk, hogy a krétavégi bauxitképződés azokra a helyekre korlátozódott, ahol a kréta végén a lepusztulás következtében szenon mészkő vagy felsőtriász dolomit és mészkő került a felszínre. Ez újabb jel arra, hogy a karsztbauxit képződésénél a térszín mészkő vagy dolomit volta döntő jelentőségű.

A kutatások eredményeként jelentkező nagyarányú érckészletnövekedés új életre keltette a Nyirád környéki bauxitbányászatot, amit elősegített az a körülmény, hogy a bauxit jóminőségű — legjobb a magyarországiak között — s timföldgyártás szempontjából igen előnyös kémiai-technológiai tulajdonságokkal rendelkezik. A bányászat szempontjából viszont komoly nehézséget támaszt a szokatlanul nagymennyiségű karsztvíz, ami a karsztvízszint alatti bauxitlencsék művelése esetén tör be a bányaterekbe, elsősorban a fekvő felsőtriász dolomitból. Főként ez a nyirádi karsztvízveszély volt előmozdítója annak, hogy a Bauxitkutató Vállalat erőteljes vízföldtani kutatásokra rendezkedett be azzal a feladattal, hogy a karsztvízveszélyes bauxitterületeken vizsgálja a víztároló képződmények földtani és közetfizikai viszonyait, továbbá a karsztvíz mennyiségét, minőségét és hidrodinamikai viszonyait. Ezek a kutatások nagymértékben segítették elő a nyirádi bauxitbányászat távlati fejlesztési tervének elkészítését és a vízvédő-lem műszaki megoldásának kialakítását.

Eredményesek voltak a halimba-szöci területen végzett kutatásaink is. A bauxit jelenlétét már a régi kutatások megállapították a halimbai medence D-i peremén és néhány fúrással követték a bauxittelepülést a medence belseje felé is. Ugyancsak kimutatták a bauxitot a szöci Rókaharaszt mélyedésében is, de a kutatások akkori eredményei alapján csak Szöcön vállalkozott egy tőkés cég bányanyitásra és művelésre. Különösen a halimbai bauxit minőségét becsülték alá. Kutatásaink a terület produktivására vonatkozó korábbi negatív véleményt lényegesen megváltoztatták. Szöcön 4, Halimbán pedig 16 km<sup>2</sup>-nyi területen mutatták ki művelésre érdemes bauxittelepek jelenlétét. Legjelentősebb lelőhely a halimbai medence közepén és D-i lejtőjén terül el mintegy 6 km<sup>2</sup> kiterjedésű, összefüggő telep alakjában. Az érc mennyisége igen jelentős, és böhmites típusú. A medence D-i peremén és Szöcön a telepek lényegesen kisebb méretűek, inkább csak különböző nagyságú

lencsék, s a készletek viszonylag csekélyek. Az érc hidrargillites. A fekvő nagyjából felsőtriász dolomit, alárendeltebben dachsteini mészkő. A közvetlen fedő pedig a halimbai medence belsejében szenon-eleji szárazföldi, tavi vagy tengeri képződmények, a medence D-i lejtőjén és Szöcön alsóeocén agyag és mészkő. Valószínű, hogy a felsőkréta rétegek eredetileg ezen az utóbbi két területrészen is megvoltak a bauxit fedőjében, a krétavégi lepusztítás azonban letarolta azokat a bauxit egy részével együtt. Ez megmagyarázza a bauxit széttagolt települését a peremi részeken.

A kutatások É felé kiterjedtek a Gyűrhegy környékére és attól ÉNy-ra Kolontár térségére is abból a célból, hogy nyomozzák a bauxittelep É-i záródását. A fúrások miocén, eocén és felsőkréta rétegsor alatt többnyire nóri dolomitot értek, egy fúrással (Kol—7) pedig karni márgát. Várható, hogy tovább É felé a karni márga közvetlen jelenléte a kréta és eocén rétegek alatt gyakoribbá válik, ami az egykori bauxitképződés területének É-i záródását jelentheti. A főként márgából álló térszín ugyanis nem lehetett alkalmas a bauxitképződés számára.

Halimbán és Szöcön a kutatások befejezéshez közelednek, mert a terület bauxitföldtani szempontból már kielégítően ismert, s a rendelkezésre álló adatok lehetőséget nyújtanak a közeli és távlati bányafejlesztés megtervezéséhez. A kutatások szolgáltatja földtani adatokra támaszkodva már eddig is több bauxitbányát nyitottak Halimba és Szöc környékén, s folyamatban van egy különösen nagy kapacitású (600 000 to/év) bánya építése a nagy halimbai telep kiaknázására. A vízföldtani adatok szerint a telep fekvőjének vízáteresztő képessége rossz, ezért a vízveszély itt nem látszik jelentősnek.

A D-i Bakony ÉNy-i részén folyó kutatások továbbterjeszkedtek Padrag és Városlőd irányába, a DNY—ÉK csapású nyirád—halimbai bauxitvonalat feltételezett ÉK-i folytatásában. A fúrások telepítése főként azokon a helyeken történt, ahol várható volt az eocén, vagyis a védő bauxitfedő jelenléte, s ahol az ajka—padragi köszénbányászat még nem tárta fel a bauxitszintet. A fúrások számos helyen harántoltak bauxitot, de művelésre érdemes mennyiségben és minőségben csak a kislódi Öreghegyen sikerült azt kimutatni mintegy 11 km távolságban a halimbai bauxitteleptől. A kislódi bauxittelep 348—445 m között fekszik a tsz. felett és 0,3 km<sup>2</sup> kiterjedésű. Átlagos vastagsága 9 m, de helyenként 30 m-t meghaladó telepvastagságot is mértek. A fekvő felsőtriász dolomit, a fedő alsóeocén agyag, márga és középsőeocén mészkő, maximálisan közel 100 m vastagságban. A kislódi bauxit települése tehát rétegtanilag a szöcihez és a nyirádihoz

hasonló. A terület É-i peremén a bauxit a felszínre bukkan. A telepvetők harántolják. Az érckészlet mérsékelt mennyiségű, s átlagosan 52,5%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és 8,5%  $\text{SiO}_2$  tartalmú. Ásványtanilag uralkodóan böhmities jellegű, kevés hidrargillit tartalommal. A jóminőségű bauxit a telep közepén helyezkedik el mind a fekvő, mind a fedő felé gyenge minőségű bauxittal, vagy bauxitos agyaggal határoltan.

A kutatások Kislődön már befejeződtek és a telepben bányát nyitottak. A telep a karsztvíznívó (+250 m tszf.) felett fekszik, ezért a bányászatnak vízveszéllyel nem kell számolnia.

Bauxitkészlelnövekedés szempontjából a kislődinél is eredményesebbek voltak azok a kutatásaink, amelyeket az É-i Bakony peremén és előterén végeztünk Fenyőfő és Bakonyszentlászló környékén. A Bakony É-i peremén már régóta ismertek voltak bauxitelfordulások, de azok csekély méretűnek és rossz minőségűnek bizonyultak, ezért azokat művelésre nem tartották érdemesnek. A régi kutatások a bauxitot általában felszíni kibúvásokon és azok közelében felszíni eocén képződmények alatt keresték a hegység lejtőségén, s ugyanitt indultak a mi kutatásaink is 1950-ben. Ezen a területen azonban az eredmények nem voltak kedvezőek, ezért munkálatainkat 1959-ben a hegység É-i előterére helyeztük át negyedkori futóhomokkal borított területre azon feltevés alapján, hogy a rétegsor földtanilag hasonló lehet ott is ahhoz, mint amely D felé a hegylejtőkön észlelhető, s talán bauxitelfordulás számára a földtani körülmények kedvezőbbek.

Az eredmények igazolták várakozásunkat, mert jelentős méretű bauxittelepeket sikerült kimutatni változó mélységben a felszín alatt. Az eredményes terület Fenyőfő és Bakonyszentlászló között fekszik DNY—ÉK csapásban 5—6  $\text{km}^2$  kiterjedésben és számos kisebb-nagyobb bauxittelepet foglal magában. A legjelentősebb telep Bakonyszentlászló közelében van, s területe eléri a 0,6  $\text{km}^2$ -t (III. és IV. sz. lencse). A telepeket általában sok törés harántolja és határvonalait is gyakran törések szabják meg, aminek következtében a települési forma tömbszerű. A telepvastagság helyenként eléri az 50—60 m-t, de ennél többnyire lényegesen kisebb. A jelenk arra vallanak, hogy a bauxit eredetileg a jelenleginél jóval nagyobb területet borított jelentős vastagságban, de nagy része utólag lepusztult, s többnyire csak azokban a mélyedésekben maradt meg, amelyeket részint az egykori karsztos lepusztítás, részint a törések alakítottak ki. A bauxit sokhelyütt áthalmazott és gyenge minőségű. Az eredeti teleprészekben a jóminőségű bauxit általában a középső részt foglalja el, s a nagy kovavastartalmú bauxit vagy bauxitos agyag köpenyszerűen veszi azt körül. Az alumínium és

kovasavtartalom igen változó és az érc átlagos minősége elég mérsékelt ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  50,2,  $\text{SiO}_2$  8,7%). A mennyiség számottevő országos viszonylatban is, s a bauxit ásványtanilag hidrargillites, böhmities vagy vegyes összetételű.

A bauxit fekvője nóri dolomit, fedője eocén vagy miocén, pliocén és negyedkori képződmény. Az eocén alsőeocén homok, szenes agyag, agyagmárga és középsőeocén mészkő képviseli. Vastagsága helyenként 50—60 m, átlagosan azonban ennél jóval kevesebb, mert az eocén a terület nagy részéről lepusztult és csak foszlányai maradtak meg. A miocén rétegsor homokos márgából, agyagból, finomszemű homokból, homokkőből és konglomerátumból áll. Vastagsága a D-i, peremi résztől távolodva növekszik és 200 m-t is eléri. A miocén helyenként közvetlenül a bauxitra települ. A pliocén agyagmárga és homokkő, a negyedkört homok, lösz és agyag képviseli.

A bauxitszint ÉNy felé lejt, s felszín alatti mélysége az említett Bakonyszentlászló melletti nagy előfordulás területén 14—177 m között változik. Egyes telepek egészben vagy részben a karsztvízszint alatt fekszenek.

A bauxitterület a D-i felszíni dolomitkibúvásoktól ÉNy felé 1,5—2,0 km távolságban lehatárolódik, végetér az eocén és szórványosá válik a bauxitfekvő nóri dolomit, viszont uralkodóvá válik a karni márga jelenléte.

Kutatásaink további bauxittelepeket mutattak ki a fenyőfő—bakonyszentlászlói területtől mintegy 3 km-re DK-i irányban Rudolfháza környékén, 130—140 m-rel magasabb térszínen. Itt a bauxitfekvő felsőtriász dolomit és dachsteini mészkő, a fedő pedig eocén mészkő. A bauxit lencses kifejlődésű, az egyes lencséiben kis mennyiségű, többnyire nagy kovasavtartalmú bauxittal és bauxitos agyaggal. Fúrás adatok szerint az eocén lényegesen nagyobb területen van meg csaknem összefüggő kiterjedésben, mint amilyenre a felszíni kibúvások alapján számíthattunk. A hegységnek ezen É-i lejtőségén általában nagyobb kiterjedésű eocén képződményeket találtunk, mint a hegység ÉK-i előterében a fiatal harmadidőszaki rétegek alatt, ami arra vall, hogy a miocént megelőző lepusztulás az előtérben nagyobb mértékű volt, mint a lejtőségen. Az erózió tarolta le a dolomitot és dachsteini mészkövet a karni márgáról, amelyet Fenyőfőtől É-ra, valamint Ny-ra Szücs és Ugod térségében nagy területen mutattak ki fúrásaink fiatal harmadidőszaki képződmények alatt. Arra kell tehát következtetnünk, hogy a miocént megelőzően a térszíni viszonyok részben ellentétesek voltak a maival: a jelenlegi medence egyes részein kiemelkedés, a hegylejtők helyen viszonylagos mélyedés terült el.

Fúrás kutatásaink a fenyőfő—bakonyszentlászlói bauxitterülettől ÉK-re Veszprém-

varsány és Réde, valamint K-re Bakonyszentkirály és Bakonyoszlop környékére is kiterjeszkedtek, bauxitra eredmény nélkül. Ebben a térségben a fúrások fiatal harmadidőszaki és eocén képződmények alatt nóri dolomitba és laeti dachsteini mészkőbe jutottak.

Kutatásaink fontos területe volt az a bauxitvonulat, amely a K-i Bakonyból kiindulva ÉK felé a móri mélyedésen keresztül a Vértes D-i részéig és előteréig, majd némi megszakítás után tovább ÉK felé a Gerecse D-i részén Nagyegyháza és Óbarok vidékéig követhető. A vonulat bakonyi szakaszán legjelentősebb az iszkaszentgyörgyi bauxitterület. Itt a régi telepek részletes megvizsgálásán kívül eredményünk a Bittó II. és III. telepek kimutatása, amelyek a móri árok térségében fekszenek DNy—ÉK csapásban, mintegy 3 km hosszúságban és 0,1—0,5 km között változó szélességben. A fekvő felsőtriász dolomit, illetve a terület ÉK-i részén ladini diplopórás dolomit, a közvetlen fedő többnyire alsó- és középsőeocén rétegsor, helyenként az eocén hiányában miocén képződmények.

A két telep, amely tulajdonképpen összefügg egymással és amelyet csak kutatástechnikai és bányászati szempontból különítünk el, általában ÉK felé lejt, de nem egyenletesen, mert törések mentén történt mozgások néhol helyi viszonylagos kiemelkedéseket okoztak. A telepek felszín alatti mélysége 15 és 300 m között változik, s az átlagos telepvastagság 4–6 m. Az érckészlet jelentős, de az érc többnyire sok kavasavat tartalmaz, aminek következtében az átlagos minőség elég gyenge ( $Al_2O_3$  51,4,  $SiO_2$  10,7%). Ásványtanilag böhmiteshidrargillites. A telepek a karsztvízszint alatt fekszenek, az iszkaszentgyörgyi bauxittelepek többségéhez hasonlóan, ezért a bányászati vízvédelem érdekében a területen jelentős vízföldtani kutatásokat végeztünk.

A bauxitterület a Bittó előfordulástól DK-re kis távolságon belül lehatárolódik azon a vonalon, ahol a harmadidőszaki képződmények fekvőjében közvetlenül kampili márga lép fel, ÉNy felé viszont folytatódik a már régebben ismert rákhegyi területig.

Az említett bauxitvonulat csapását követve kutatásaink Magyaralmás és Csákberény környékén, s tovább ÉK felé a Vértes lábánál számos helyen kimutatták a bauxit jelenlétét a felsőtriász dolomit és az eocén között, de a telepek nem bizonyultak művelésre érdemesnek. Terjedelmes kutatásokat végeztünk a gánti bauxitterületen is. Ezek a kutatások jelentősen pontosították ugyan a bauxittelepülésre, mennyiségre és minőségre vonatkozó ismereteket, de új telepek kimutatására nem vezettek.

A fúrási adatok szerint a Vértes DK-i előterében, a Zámolyi-medence É-i peremén az eocén széles sávban megtalálható a fiatal har-

madidőszaki és pleisztocén képződmények alatt, míg a medence belsejében nagy területeken hiányzik. Feltehető azonban, hogy a vértessaljai eocénsáv a fiatalabb üledékek alatt továbbhúzódik ÉK felé s talán megtalálható a bauxit-színttel együtt azon a területen is, amely Csákvár és Újbarok között terül el, ahol a legújabb geoelektromos mérések szerint a triász fekvő viszonylag kis mélységben (100—300 m) várható. Az említett területen az utóbbi időben fúrási munkálatokat kezdtünk, de ezideig eredmények még nem mutatkoztak.

Jelentős kutatásaink voltak Újbarok vidékén és attól É-ra Óbarok, Nagyegyháza, Mesterberekpuszta és Tornyópuszta környékén, helyenként olyan területeken, ahol bauxittelepek jelenlétét a régi kutatások már megállapították. Az eredmények elég kedvezőtlenek; a mesterberek medencének az É-i, tornyópusztai része bauxitra meddő, a medence középső részén csak kis bauxitlencsék mutatkoztak jelentős mélységben. Ipari szempontból kisméretűek azok a felszíni, vagy kis mélységű telepek is, amelyek Nagyegyháza és Óbarok között találhatóak. Az in situ bauxit itt is, mint Gánton és Iszkaszentgyörgyön, az eocén és a felsőtriász között települ.

Sokirányú munkát fordítottunk és fordítunk jelenleg is a bauxit ásvány-kőzettani, vegyi és technológiai vizsgálatára. Ezen a téren a legátfogóbb és legszervezettebb munka a bauxitkataszteri vizsgálatokban valósul meg. Ennek a vizsgálatorozatnak célja az, hogy egységes módszerekkel meghatározza a különböző lelőhelyekről és különböző teleprészekből származó bauxitfajták ásványos és vegyi összetételét, valamint technológiai sajátosságait. A vizsgálatorozathoz a mintákat úgy választották ki, hogy azok lehetőség szerint képviseljék az összes jellemző bauxitfajtát, különösen azokat, amelyek mennyiségüknél és technológiai sajátosságaiknál fogva ipari értékesítés szempontjából számottevők. Az egységes vizsgálati módszerek alkalmazásának rendeltetése az, hogy a vizsgálati adatok lehetővé tegyék a közvetlen összehasonlítást.

A bauxitkataszteri munkálatok 1955-ben kezdődtek és ezideig 200 minta vizsgálatát végezték el, a következő módszerekkel:

1. vegyi elemzés 20 alkotórészre ( $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $FeO$ ,  $TiO_2$ , izz. vesz.,  $P_2O_5$ ,  $V_2O_5$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $MnO_2$ ,  $CO_2$ , C,  $SO_3$ ,  $Ga_2O_3$ ,  $BeO$ ,  $ZrO$ , F,  $Na_2O$ );
2. fajsúlymérés;
3. DTA, DTG és TG vizsgálat;
4. Röntgenanalitikai vizsgálat;
5. feltárási kísérletek (1,4, 1,6 és 1,8 molviszony mellett 180, 205, 225 és 245 C° hőmérsékleten).

A bauxitkataszteri vizsgálatokat a Fémipari Kutató Intézet végezte.

A földtani kutatómunkát közvetlenül szolgáló laboratóriumi ásvány—közettani és vegyi vizsgálatokat a múltban különböző iparági vállalatok, vagy iparágon kívüli intézmények laboratóriumi hajtották végre, míg legújabbban a Bauxitkutató Vállalat saját földtani és vegyi laboratóriumot létesített, amely alkalmas a szükséges szedimentpetrográfiai, ásványoptikai, mikrofaunisztikai, termikus ásványtani és vegyi vizsgálatok elvégzésére.

Új lelőhelyek kimutatása és az érckészletek növelése tekintetében tehát kutatásaink főként a Bakonyban voltak eredményesek és megfeleltek a várakozásnak. Eredményesek voltak továbbá olyan tekintetben, hogy nagyon sok értékes és hasznos földtani adatot szolgáltatottak, amelyek nagymértékben segítik elő egyes területek földtani megismerését és teszik lehetővé a további feladatok kijelölését és a jövőbeli kutatómunkálatok kialakítását.

### 3. További feladatok

Kutatásaink nem záródtak le, mert továbbra is fennáll új lelőhelyek feltárásának lehetősége és azonkívül számos tudományos és gyakorlati feladat vár megoldásra.

A további kutatómunkálatok egyik legfontosabb feladatának tartjuk az ország egész területére kiterjedő bauxitprognózis térképek pontosított, kibővített és az eddiginél részletesebb változatának elkészítését. A térképeknek a mélyföldtani térképekhez kell csatlakozniuk azonos méretarányban, s ábrázolniuk kell a bauxit reményteljes területek határait, a bauxittelepülés várható jellegét és a bauxitszint várható felszínalatti mélységét. Ezek a prognózis-térképek segítik majd elő további felderítő kutatások megtervezését, a területi sorrendiség és a koncentráció mértékének megválasztását, valamint a végrehajtás szakmai és műszaki feltételeinek megteremtését.

Kutatásaink egyik igen fontos és reményteljes területe továbbra is a Bakony. Eredménnyel biztató területként kezeljük a hegység azon Ny-i részét és közvetlen előterét, amely Herend, Némethánya és Bakonykoppány vonalától Ny-ra esik, s amelyen számos bauxitindikáció ismeretes Csehbánya, Bakonyjákó, Iharkút és Vörösjános-séd vidékéről. A területen már történtek kutatások részben köszönre, részben bauxitra, ezideig kielégítő eredmény nélkül. Az eddigi hézagos kutatások azonban végleges kiértékelést nem tesznek lehetővé, a terület reménybeli és kutatásra érdemes volta tehát továbbra is fennáll. A bauxit a felsőtriász—felsőkréta vagy a felsőtriász—fiatal harmadidőszaki képződmények között vár-

ható 50—600 m mélységben a felszín alatt. Csehbánya környékén jelenleg bauxitkutatás van folyamatban.

Hasonló feladat a hegység azon É-i részének és közvetlen előterének fúrási kutatása, amely Zirc és Bakonybél vonalától É-ra fekszik. Itt van a fenyőfői bauxittelep művelésre érdemes telepekkel és azon kívül számos kis bauxitelfordulás vagy indikáció Porva, Csesznek, Bakonyoszlop és Dudar vidékén. A bauxit a felsőtriász—eocén, vagy felsőtriász—fiatal harmadidőszaki képződmények között, esetleg Dudar környékén a felsőtriász—alsókréta határon is várható, igen változó vastagságú (10—400 m) fedő rétegsor alatt. Kutatások már ezen a területen is történtek bauxitra, de végleges kiértékelést nem hoztak.

További feladatként befejezésre vár az a kutató munka, amelyet a Magas—Bakonyban a zirci szinklinorium térségében végeztünk Perepuszta és Gyertyánkút környékén. A terület DK-i részén Alsóperepuszta mellett régóta ismeretes egy figyelemre érdemes és a háború alatt művelt bauxittelep a felsőtriász—alsókréta határon, változó vastagságú (250 m-ig) fedő üledéksor alatt. A telep jelentős kiterjedését már régebbi kutatásaink igazolták, anélkül azonban, hogy a telep és az érckészletek pontos méreteiről végleges adatokat szolgáltatott volna.

Van még hátra kutatómunka a hegység D-i és K-i részén is, így különösen Nyírad környékén, valamint a Kabhegy térségében, illetve az iszkaszentgyörgyi bauxittelep szomszédságában Bakonykúti és Bodajk vidékén.

Nem tartjuk lezártnak a vértesi kutatásokat sem: már megkezdődtek fúrási munkálataink a hegység DK-i előterén Csákvártól ÉK-re, s tervezzük kutatásokat a Vértés É-i részén és előterén a felsőtriász—eocén és a felsőtriász—kréta kontaktus megvizsgálására. Ezeket kívül hosszabb távlatban elvégezzük majd minden olyan terület bauxitföldtani megkutatását, ahol a bauxitnyomok, a földtani település vagy a bauxitkutatások eddigi eredményei reményt nyújtanak bauxittelepek felderítésére (Gerecse Néza, Harsányi-hegy stb).

Természetesen nem tarthatjuk kielégítőnek feladatként csupán a bauxitlelőhelyek helyzetének, a telepek és az érckészletek méreteinek megállapítását, hanem törekednünk kell a különböző bauxitfajták és a bauxittal genetikailag rokon kőzetek ásványos összetételének meghatározására és az ásványi alkotórészek telepen belüli arányának vizsgálatára is. Az ilyen mérések és vizsgálatok a munka gyakorlati, a bauxit ipari hasznosíthatóságára vonatkozó értekmén túlmenően hozzásegíthetnek a bauxit kezelésének és a bauxitban végbement utólagos fizikai—kémiai változások megismeréséhez. Az említett vizsgálatok jelentős része elvégez-



hető a Bauxitkutató Vállalat újonnan létesített laboratóriumában.

Fontos feladatnak tartjuk a bauxitkataszteri munka folytatását és időszerű módosítását azzal a célkitűzéssel, hogy rövidesen történjék meg az átfogó kiértékelés és annak eredményeként a hazai bauxitfajták összehasonlító technológiai jellemzése és osztályozása.

Tovább kell végeznünk hidogeológiai kutatásainkat, mert bauxitbányászatunk mind nagyobb mértékben kényszerül a vízveszélyes

szintek és telepek művelésére, ami csakis megfelelő bányászati vízvédelem mellett lehetséges. A megfelelő vízvédelem kialakításához viszont kellő hidogeológiai adatok szükségesek.

A hosszú éveken át tartó munka ellenére tehát még további fontos feladatok várnak a bauxitkutatásra, amelyek jelentős eredményeket hozhatnak mind gyakorlati, mind tudományos vonatkozásban. Reméljük és várjuk, hogy a kedvező eredmények a múlthoz hasonlóan a jövőben is megnyilvánulnak.

## A mátraberényi kutatás eredményei

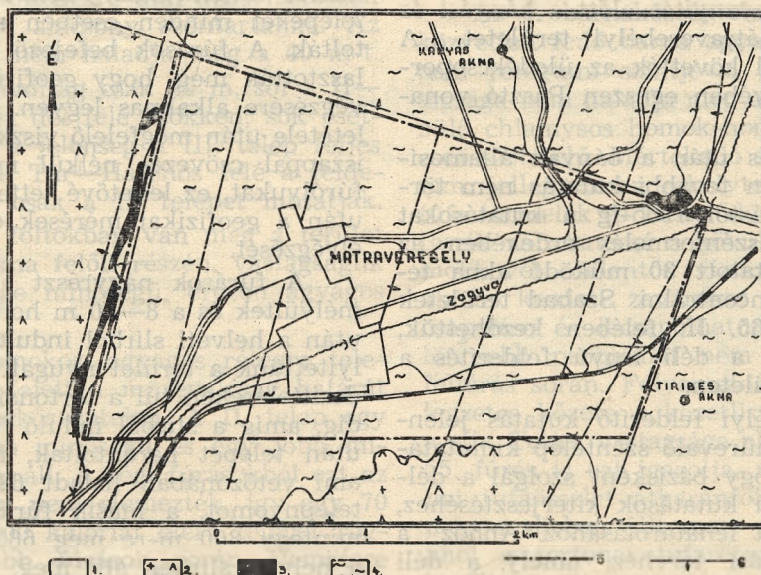
Írta: Kéri János

Mátraverebély Nógrád megyében, Salgótarjától Délre a Hatvan—Salgótarjáni műút és vasútvonal mellett fekszik. A szóbanforgó kutatási terület a községet is magában foglalva, a község körül elterülő kiszélesedett Zagyva-völgy. Földrajzilag a Cserhát hegység és a Mátra hegység találkozásánál van. Mint kutatási terület a Nógrádi Szénbányászati Tröszt-höz tartozik.

A terület áttekintő térkép-vázlatát az 1. sz. ábrán mutatjuk be, melyen egyben a földtani képződményeket is feltüntettük.

A kutatási terület szomszédságában két akna működik: Tiribes akna Keletről és Kányás akna Északról. Mindkét bánya a (miocén) helvét emeletébe sorolható I. sz. barnaköszén-telepet műveli.

A környék geomorfológiáját fiatal hegy-



1. ábra

1. alluvium, 2. andezit és riolittufa (torton), 3. piroxénandezit telér (torton), 4. kőzetlisztes agyagmárga ((slir) (helvét), 5. kutatási terület határa, 6. feltételezett vetők.

ségszerkezeti mozgásokból eredő erős lepusztulás jellemzi. Ennek következtében a Mátrát és Cserhátot egybekapcsoló tortonai vulkanitokon kívül a helvéti slír egy része is lepusztult. A jelenlegi térszín legmélyebb részét a Zagyva ártere foglalja el, a nyugati peremen vulkanitokból álló gerincvonulatok kísérik változatosabb, részben suvadással keletkezett dombosor. A keleti határt jelölő Tiribes akna határvetőjének meghosszabbítása az északnyugati Máttra meredekebb oldalán fut.

A község a kutatási terület közepén terül el, ami sem kutatás sem bányaművelés szempontjából nem szerencsés helyzet.

### *A mátraverebélyi kutatás jelentősége*

A nógrádi barnaköszén területen több mint száz éve folyik bányászkodás. A terület északról, keletről és nyugatról részben földtani, részben politikai határral van lezárva. Ilyen irányokban nagyüzemi bányászkodásra alkalmas reménybeli területtel már nem rendelkezünk. A bányászat súlypontja a Máttra északi peremére és a Kisterenye—Nagybátony közti területre — amit Kányás akna szénmezeje képvisel — helyeződik át. Kutatási szempontból annál feltűnőbb, hogy a szénterület déli-délnyugati része mégis a legismeretlenebb. Nincs tisztázva, hogy a Máttra alatt és a Cserhát felé meddig terjed a bányászkodásra alkalmas széntelep-összlet.

A kapitalista bányászat 1933—40-ben még nem folytatott a környéken bányászkodást, de elszórta a fúrásokkal már megkutatta mintegy 15—20 évvel a bányanyitást előtti a kányási és továbbmenve a mátraverebélyi területet. A felderítő fúrásokkal követték az üledékcsoportot a Zagyva völgyében egészen Pásztó vonaláig.

A felszabadulás után a bányák államosításáig természetesen további kutatás nem történt. Az államosítástól 1965-ig a kutatásokat a megnövekedett széntermelés érdekében az elégtelenül megkutatott 30 működő akna területére kellett koncentrálni. Szabad területek kutatását csak 1965. II. felében kezdhettük, ekkor indult meg a déli irányú felderítés a mátraverebélyi területen.

A mátraverebélyi felderítő kutatás jelentős eredménye a műrevaló széntelep kimutatásán kívül az is, hogy bázisként szolgál a délnyugati-déli irányú kutatások kiterjesztéséhez, a produktív összlet lehatárolásához. Ahhoz a nagy átcsoportosítási tervhez, amely a déli koncentrációt célozza, a mátraverebélyi felderítő kutatások pozitív adatokat nyújtanak.

Az eredményes felderítő kutatás alapján 1967-ben megindul a terület előzetes és részletes kutatása, továbbmenve pedig Mátravere-

bélytől Dél felé Pásztó vonaláig egy szelvényben megindulhat a perspektivikus kutatás.

### *Az eddigi kutatások rövid ismertetése*

A mátraverebélyi területen az első fúrásokat 1918-ban fúrták. Ezekről a fúrásokról csak térképen maradtak meg adatok. 1933—40-ben került sor ismét kutatófúrásokra, amit a Salgótarjáni Kőszénbánya Rt. mélyítettett. A fúrásokat ütveműködő és lüktetve működő berendezésekkel végezték, teljes szelvényű fúrás móddal. A mintavétel iszapszítárról méterenként történt, a telepeket tiszta víz öblítéssel, teljes szelvényvel, balöblítéssel harántolták. A szénmintákat 5—10 cm átlagmintának megfelelően laboratóriumban elemezték. A meddő anyagot pedig dr. Vitális Sándor, dr. Meisel János dolgozta fel mikroszkoposan közettani és rétegtani szempontból. Ilyen módszerrel 10 db fúrás mélyült mintegy 8 km<sup>2</sup> területen. Az új kutatások is igazolják, hogy ezek a fúrások teljes értékűnek vehetők, csupán fűtőértékük 100—150 kalóriával magasabb értéket mutat a valóságnál, mivel a vízöblítéses teljes szelvényű fúrás az agyagosabb, gyengébb minőségű részeket kimosta.

1965-ben elkészült tervek szerint 13 fúrást mélyítettünk le a felderítő fázisnak megfelelően részben ott, ahol régi fúrás nem volt, részben pedig a régi fúrások közelében ellenőrzés céljából. A fúrásokat U—5 és ZIF—650 típusú Rotary berendezésekkel végezte az Országos Földtani Kutató Fúró Vállalat. Két fúrást végig magfúrással, a többi pedig szakaszos magfúrással végezték. A barnaköszén telepeket minden esetben magfúrással harántolták. A fúrások befejező átmérőjét úgy választották meg, hogy geofizikai vizsgálatok elvégzésére alkalmas legyen. 20—40 m vezérső letétele után megfelelő viszkozitású és fajsúlyú iszappal csövezés nélkül mélyítették végig a fúrólyukat, ez lehetővé tette a fúrás befejezése után a geofizikai mérések egy időben történő elvégzését.

A fúrások nagyrészt a Zagyva árterében mélyültek és a 8—10 m hordalék átharántolása után a helvéti slírből indultak. Két fúrást mélyítettünk a terület nyugati részén húzódó andezitteléreken túl a tortonai tufaterületen. Addig, amíg a slírből induló fúrások 300—500 m után telepet harántoltak, itt az egyik fúrás, ami vetőzónában haladt 645 m-ben harántolt telepnyomot, a másik fúrásunk ettől északra mintegy 800 m-re még 680 m mélységben is a helvéti slírben állt meg. Ez a két fúrás eldöntötte, hogy az andezittelértől nyugatra elterülő tortonai tufa területet el kell választanunk a mátraverebélyi területtől és ez majd egy külön kutatási egységet képez. Bányászati szempontból is mindenképpen külön terület, mivel

az andezittelérekkel párhuzamosan egy 300—400 m elvetési magasságot létrehozó vető, esetleg vetőraj húzódik. A kutatási terület 3 oldalról jól lehatárolható, déli irányban egyelőre mesterségesen határoltuk le, a Zagyva völgy összességükülésénél és a Mátra oldalán elterülő tortonai tufarétegek határánál. Így a kutatási terület 6 km<sup>2</sup>-re csökkent.

#### *A terület rövid földtani ismertetése*

**Fekü ősszlet.** A paleozoos, vagy mezozoos alaphegységre, ami a nógrádi szenterületen sem kibúvásban, sem mélyfúrásban nem ismert, 1500 m-t meghaladó oligocén üledécsoport települt. Mélyebben egy agyagosabb kifejlődésű, a rupéli kiscelli agyaggal azonosítható réteg, majd egyre homokosodó katti emeletbe tartozó glaukonitos homokkő települt. A miocént bevezető tengeri burdigalai homokkő, a keletre húzódó szorospataki völgyben klaszszikus pectenés kifejlődésben ismeretes. A burdigalai szárazföldi rétegeket a tiribesi bányabeli feltárások egy 200 m elvetési magasságú nagyvető kapcsán átharántolták. A szárazföldi tarka agyagra 25—30 m vastagságban az alsó riolitufára települt. A riolitufára ellentétben a szorospatak—katalini szenterülettel — nem közvetlen a telepes csoport települt, hanem 8—10 m vastag szárazföldi eredetű tufanyomos homokos agyag. Ezt a réteget a mátraverebélyi fúrások is elérték.

**A barnaköszénteleses ősszlet.** A szénteleses ősszlet eltér a nagybányai típustól, hasonlóan a Kányás aknai területhez. határozottan kisterenyei kifejlődésre utal a barnaköszén széteső hamuja és alacsony széntartalma. Az ősszlet vastagsága nem haladja meg a 40 m-t. A telepek közti távolság csak 20 m, sőt a II—III. telep távolsága dél felé csökken, sok esetben 8—10 m. Ez a jelenség a III. telep teljes kimaradására utal. Tar—Hasznos felé a felderítő fúrások már csak a II. telepet mutatják. A III. telep csak foltokban van meg a terület északi, Kányás akna felőli részén, vastagságuk 30—40 cm, gyenge minőségű, erősen agyagos telepnym.

10—14 m homokos, agyagos rétegre települt a III. telep felett a műrevalóság határát elérő II. sz. barnaköszénteleg. A II. telep egy agyagos, gyengébb minőségű és egy jobb minőségű szénpadból áll. A régi fúrásokból ezt az agyagos szénpadot nem elemezték, így egy 70 cm-nek adódó 4000 kalóriát elérő telepet rögzítettek. Az újabb fúrások során elemzésre kerültek a gyengébb teleprészek és így egy 120 cm 2700 kalória fűtőértékű átlagos értéket kaptunk. A gyengébb minőségű szénpadok a telep felső részén helyezkednek el. A 40—70 cm vastagságú jobb minőségű teleprészek az

új fúrásokban is elérik a 3500 kalória fűtőértéket. A II. telep sincs meg a területen egységesen. Észak felől apróbb foltok vezetnek be a Kányás aknán is hasonló jelleggel települő II. telepet, majd dél felé egységesebbé válik és valószínű ez lesz a Hasznos—Tar-i területen a műrevaló főtelep. Ezt a feltevést igazolja a Tiribes-déli és a katalini szénmező is, ahol már az I. barnaköszénteleg is teljesen elmedült és csak a II. telep műrevaló.

A kutatási területen felderítő kutatások alapján a II. telep földtani készlete 6 millió tonna, az átlagos vastagsága 1,20 m, fűtőértéke 2700 kalória, hamutartalma 35,52%.

A II. telepre 16 m barna agyag vékony homokcsikok váltakozásával, és 4—6 m vastag homok-homokkő ősszletre települt az I. sz. barna köszénteleg. Tulajdonképpen ennek a főtelepnek a teljes megismerése a tervezett kutatás fő célja. A felderítő kutatás eredményei alapján ez a legegységesebben települt barnaköszénteleg. A telep három padra oszlik, közepen egy gyengébb minőségű laza szerkezetű, levelesen szétváló agyagos barnaköszén, vastagsága 30—80 cm, fűtőértéke nem éri el a 3000 kalóriát. Ezt a szénpadot közrefogja két jó minőségű rideg, szilánkosan törő barnaköszén. Fűtőértéke minden fúrásban felül van a 3000 kalórián, a padok egyenkénti vastagsága 40—80 cm.

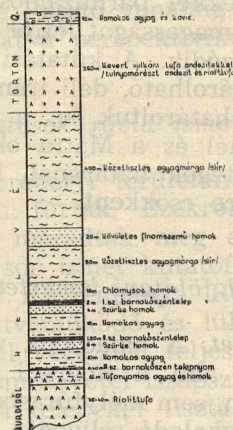
Az I. barnaköszénteleg földtani készlete a felderítő fázis szerint 15 millió tonna, átlagos telepvastagsága 2 m, fűtőértéke 3300—3400 kalória, hamutartalma 25—26%.

#### *Fedőréteg ősszlet*

Az I. barnaköszéntelegből fejlődik ki a közvetlen fedő barna agyag, amit a cardiumos pala rétegtani szintjével azonosíthatunk, vastagsága nem haladja meg a 1 m-t. Az erre települő chlamysos homok-homokkő változó szemeseösszetételű. Mértékadó szemcsenagysága 0,42 mm, jellegzetesen sekélytengeri üledék. Riolitufa törmelék és kiékelődő márga betelepülések teszik változatossá a kövületekben szegény homokkövet. Jelentős víztárolása miatt Kányás aknán kezdeti zavarokat okozott, miután lecsapolása és lecsapolhatósága tisztázódott, különösebb problémát nem jelent a bányászati feltárás során. Folyamatos üledékképződés jellegzetes közete a kőzetlisztes homokos márga. A slir. Teljes vastagsága eléri a 600 m-t. A Mv 55. fúrás is ezt igazolja, ugyanis 260 m tortonai tufaösszlet átharántolása után 680 m-ben még a slirben állt meg. A Zagyva völgyében, ahol a tortonai tufaréteg lepusztult és vele együtt a slir egy része is, ott a vastagsága 200—400 m között változik. Alsó szakaszán márgás kifejlődésű, erre 30—40 m vastag homokos ősszlet települ, melynek felső része jellegzetesen zöld színű, amit a glaukonit és tufa-

települések bontott biotitjának színeződése okoz. A kutatófúrásoknál ez a homokrteg már jelzi a chlamysos homok, illetve a telep közelségét. Ebben a kifejlődésben újra megjelennek a chlamysos kisebb terméti fajtái. A slír felső része homokos márgából áll. Az üledék jellegének megfelelően vékony héjú kagylók, echinoideák és gazdag mikrofauna jellemzi. A mikrofauna társaság a felső szakaszon a leggazdagabb, a mélységgel egyre csökken. A telep közelében lévő homokos szakaszokban alig található. Az Mv. 47. sz. fúrás alapján leggyakoribb alakok a következők: *Textularia*, *Globigerina*, *Elphidium*, *Dentalina*, *Rotalia*, *Uvigerina* sp.-hez tartozó alakok. A slír jellegzetesen a helvétii emeletbe tartozó üledék.

A tortonai vulkáni összlet riolittufából, andezittufából, agglomerátumból és hólyagos andezitből épül fel. A tufaösszlet alsó szakasza bizonyíthatóan vízbe hullott, vagy tengerbe átmosott, mivel a tufaanyagban kövületeket is találtunk a fúrások alkalmával. Az alsó szakasz túlnyomórészt riolittufa, majd feljebb egészen homokos jellegű, erősen porózus tufaanyag következik. Helyenként hólyagos andezittelé átörésekkel. A felső szakasz zöldes-sárga színű, nagy horzsakövekkel tarkított andezittufa. A tufaanyag változatos összetételű, széleskörű közettani vizsgálatot igényel, ahhoz, hogy a pontos összetételét meg lehessen határozni. Három fúrás harántolta át, egyformán közel 260 m vastagságban. A tortonai piroxén andezit a külszínen észak-déli csapású telérként jelent meg. Gyors kihülésre utal a gömbhéjas szerkezete és hólyagos, üreges volta. A terület nyugati és északi részén Sámsonháza, Szentkút felé a vulkanitra változatos faciesű felső tortonai mészkő települt. A szarmata pannon rétegsor a terület nyugati peremén jelenik meg. A Zagyva ártér 10–12 m homokos, kavicsos ártéri üledékből áll. A terület általános rétegsorát a 2. sz. ábrán mutatjuk be.

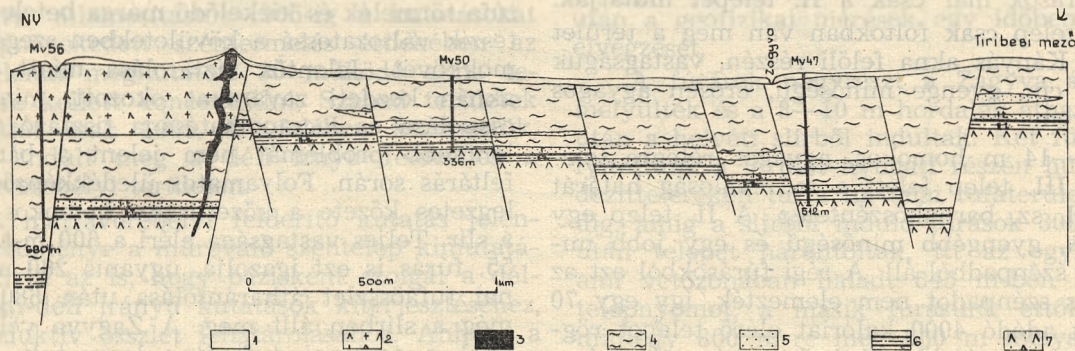


2. sz. ábra

### Hegyszerszerkezeti és hidrogeológiai viszonyok

Az üledékes rétegsor déli, ill. délkeleti dőlésű. Dőlésszöge 8–10°. A területre a törés szerkezet a jellemző. A vetők északkelet-délnyugati irányúak, nagyjából párhuzamosak a tiribesi nagy határvetővel. A legmélyebb része a területnek a Tiribes melletti árok, ahol a telepek szintje a tengerszint alatt 300 m. Nyugat felé lépcsősen emelkedik a szentelepes csoport, a legmagasabban fekvő része az andezittelé keleti oldalán lévő sasbérc, ahol a telepek szintje a tengerszint felett 20–30 m között van. Ettől nyugatra egy mélyen fekvő terület van a torton tufaterületen, ahol a telepek szintje a 400 m tengerszint alatti mélységet is meghaladja.

Valószínű, hogy a jelenlegi fúrásokkal kimutatott 50–70 m nagyságrendű vetőket kisebb 10–20 m vetők is tarkítják a kányási és tiribesi területhez hasonlóan. A területről egy tájékoztató jellegű földtani szelvényt mutatunk be a rétegek csapásirányában (3. ábra)



3. ábra

1. Alluvium 2. Vulkáni tufa és andezit (torton). 3. Piroxénandezit-telér (torton). 4. Közélszízi agyagmárga (helvét). 5. Chalmysos homok (helvét). 6. Szentelepes csoport (helvét). 7. Tufanyomos homokos agyag (burdigál)

Vízföldtani szempontból a telepekkel kapcsolatos homokrétegek érdemelnek említést. A széntelepekkel szingenetikus fosszilis vizet tartalmaznak a rétegek. Külszíni utánpótlásuk a kányási tapasztalatok alapján nem lehet, ugyanis a vastag slír takaró vízzáró rétegeként szerepel. Jelentősebb mennyiségű vizet a chlamysos homok tárol és az I. sz. telep, valamint a II. sz. telep alatti 8—10 m vastagságú homokrétegek. A rétegek vize a bányabeli feltárások során lecsapolódik. A kányási tapasztalatok alapján leggyakoribb vízbetörések 200—500 l/perc nagyságrendűek voltak, egy-két esetben érték el az 1 m<sup>3</sup>/perc és egy esetben pedig a 2 m<sup>3</sup>/perc vízbetörést. Ezek a vízbetörések viszont nagy területen lecsapolták a homokrétegek vizét.

A kutatófúrások mélyítése során Kányás aknáknál többféle vízmegfigyelő módszerrel kísérleteztünk. Végeztünk olyan megfigyeléseket, hogy a homokréteget külön vizsgáltuk, kanalizással emeltük ki a fúratból a vizet, majd mértük a visszatöltődést és az állandó víznívót. A rétegeket béléscsővezéssel cementálás nélkül próbáltuk egymástól elkülöníteni. A módszer nem vált be, a béléscsövek nem zárták el egymástól a homokrétegeket, az állandó víznívó mindhárom rétegnél 1—2 m különbséggel ugyanott állt be. Néhány fúrásnál geofizikai módszerekkel is kísérletezett a miskolci

geofizikus mérőcsoport, de eredménytelenül. A mátraverebélyi területen már csak a fúrás befejezése után az állandó víznívót határoztuk meg. Ezek adatai nem megbízhatóak, ugyanis sok esetben a rosszul kiöblített fúrásokban nem víznívót, hanem iszapnívót mértek.

A jövő kutatásoknál az a javaslatunk, hogy csak szabályosan kiképzett hidrogeológiai fúrásokkal lehet elfogadható eredményt elérni. Valószínű a megkompresszorozott rétegek a gázviszonyokra is több adatot szolgáltatnak, hiszen a működő bányák mindkét oldalról gázveszélyesek. Tiribes akna metán és széndioxid Kányás metángáz veszélyes.

Az eddigi mátraverebélyi fúrásokban semmilyen gázt nem észleltek, valószínű a nagy vízoszlop, illetve iszaposzlop nyomása miatt.

A kutatási terület előzetes és részletes kutatása 1967-ben megindul. Az 1967. évi kutatási keretből tervbe vettük 3 hidrogeológiai fúrás lemélyítését. Ezen fúrások számát a részletes kutatási fázis befejezéséig 6 db-ra emeljük, hogy minden km<sup>2</sup> területen egy hidrogeológiai fúrás legyen.

A mátraverebélyi terület bányászati feltárását a részletes kutatás eredményei döntenek el arra vonatkozóan, hogy önálló aknaként kerül-e feltárrásra, vagy a két szomszédos aknából indulnak majd a feltáró vágatok. Az utóbbi megoldás gazdaságosabbnak látszik.

## Ritkaföldfémek és felhasználásuk a korszerű iparban

Írta: Dr. Pöcze László

A fejlődő technika ragyogó eredményeinek elérése céljából a rendelkezésre álló anyagokat a legváltozatosabb formában használja fel. Felkutatja és kiaknázza az összes lehetőségeket. Az igen kis mennyiségben előforduló anyagokat, elemeket is számításba veszi a minél tökéletesebb szerkezetek és műszerek előállítására érdekében.

A ritkaföldfémeket az 1950-es évekig gyakorlatilag nem tekinthetjük ipari anyagoknak. Tudományos kutatási célokra igen kis mennyiségben állították elő. Előállításuk igen költséges volt. A kiterjedt kutatási tevékenység következtében a ritkaföldfémek mind nagyobb mennyiségben álltak rendelkezésre. Tulajdonságaik tüzetesebb megismerése egymásután adott lehetőséget ipari felhasználásukra. Az öt-

venes évek szédületes technikai fejlődése ((elektronika, űrkutatás, petrokémia) sok lehetőséget nyújtott a ritkaföldfémek felhasználására terén is. Ez a fejlődés napjainkban is tart sőt fokozódik.

*Ritka földfémek tulajdonságai és előfordulásuk*

A ritkaföldfémek (továbbiakban R. F.) ki lépve eddigi tanulmányaink csak említésre méltó érdekességei közül, igen jelentős szerepet kezdenek elfoglalni a korszerű ipar alapanyagai között. Ezek az elemek a periódusos rendszerben a bárium és hafnium közötti helyet foglalják el. Rendszámuk 57-71. Közéjük soroljuk még a 39-es rendszámú yttriumot és a

90-es rendszámú tóriumot. Nem azért, mintha ez a két elem hasonlítana kémiai tulajdonságaiban az R. F.-hez, hanem azért, mert velük

együtt fordulnak elő. Előállításuk szorosan hozzátartozik a R. F. gyártásához. Az 1. táblázat összefoglalja az R. F. fontosabb adatait. (1)

1. táblázat

Elem	Rendszám	Atomsúly	Vegyérték	Olv. p. °C	Sűrűség g/cm <sup>3</sup>	o barn/atom*	
Lantán (La)	57	138,92	3	920	6,2	9,3 ± 0,3	Cerium csoport
Cerium (Ce)	58	140,13	3,4	795	6,7	0,73 ± 0,08	
Praeodimium (Pr)	59	140,92	3,4	935	6,7	11,6 ± 0,6	
Neodimium (Nd)	60	144,27	3	1024	7,0	46 ± 2	
Prométium (Pr)**	61	145	3	—	—	—	
Szamarium (Sm)	62	150,35	2,3	1072	7,4	5600 ± 200	Terbium csoport
Europium (Eu)	63	152,0	2,3	826	5,3	4300 ± 100	
Gadolinium (Gd)	64	157,26	3	1312	7,8	46000 ± 1000	
Terbium (Tb)	65	158,93	3,4	1356	8,3	46 ± 4	
Diszprózium (Dy)	66	162,51	3	1407	8,5	950 ± 50	
Holmium (Ho)	67	164,94	3	1461	8,8	65 ± 3	Ittrium csoport
Erbium (Er)	68	167,21	3	1497	9,0	173 ± 17	
Tullium (Tm)	69	168,94	3	1545	9,3	127 ± 4	
Ytterbium (Yb)	70	173,04	2,3	824	6,9	37 ± 4	
Lutetium (Lu)	71	174,99	3	1652	9,8	112 ± 5	
Yttrium (Y)	39	88,92	3	1509	4,4	1,31 ± 0,08	

\* = neutron aktivációs hatáskeresztmetszet,

\*\* = csak rádióaktív állapotban ismeretes, mint maghasadási termék.

Az R. F. alapanyaga a monacit és basztnecit homokok. Apatitos, foszfátos társulásban is előfordulnak. A kola-foszfát pl. kb. 0,5—10% R. F. oxidokat tartalmaz. Előállításuk alapanyaga jelenleg túlnyomórészt a monacit és a basztnecit homokok. A monacit a tengerpartok alluviális lerakódásaiban található jórészt arany és gyémánt lelőhelyekkel együtt. Lerakodási lelőhelyek: Brazília, USA délkeleti partvidéke, kisebb lelőhelyek: Ceylon, Indonézia, Ausztrália, Mozambik és Madagaskár.

Folyami hordalékos lelőhelyek: Burma, Malaysia, Dél-Korea, USA.

Teléres előfordulások: Dél-Afrika, Nyaszaföld, USA.

A basztnecit lelőhelyei: USA, SZU, Madagaskár, Ruanda—Urundi, Transvaal, és Svédország.

A kaliforniai basztnecit előfordulást kb. 1,5 milliárd kg R. F. oxidra becsülik. Jelenleg ez a világ leggazdagabb ritkaföldfém lelőhelye (2).

#### Ritkaföldfémek előállítása és termelési adatok

A ritkaföldfémek előállítása a korszerű kémiai műveletek ipari méretűvé válása folytán valósulhatott meg nagyobb mértékben. A kémiailag nagyon hasonló elemeket a klasszikus kémiai-technológiai műveletekkel csak igen nagy veszteséggel lehetett elválasztani. Nagy tisztaságú, ún. rádiókémiailag tiszta anyagokat nem is lehetett előállítani. Az ioncserélő, és extrakciós eljárásokkal mód nyílik arra, hogy az egyes elemeket egymástól is elválasztva nagyon tisztán előállíthassuk.

A 2. táblázat a monacit és basztnecit átlagos összetételét mutatja (1).

Vegyület	Monacit USA %	Basztnecit U. S. A. %
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17	24,6
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29,9	47,1
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,9	4,4
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11	12,6
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,3	0,7
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,001	
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5	
Egyéb terbium cs. oxid	0,2	0,5
Yttrium cs. oxid	0,1	
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,9	
Összes R. F. oxid	64,8	89,9
ThO <sub>2</sub>	3,5	10,0
MgO	0,1	
CaO	0,3	
BaO		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,6	
TiO <sub>2</sub>	0,2	
ZrO <sub>2</sub>	0,1	
F		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	28	
SiO <sub>2</sub>	1	
SO <sub>3</sub>		

A korszerű gyártási eljárás a ritkaföldfémek elválasztására ioncserélőket és oldószeres extrakciós elválasztást alkalmaz. Az ioncserés eljárás lemosásos kromatográfiából és kiszorításos kromatográfiából áll. A lemosásos kromatográfiát csak kis mennyiségű anyag elő-

állítására, mintegy analitikai célokra alkalmaz-  
 zák. A kizsorításos kromatográfia alkalmas a  
 nagyobb mennyiségű, nagy tisztaságú fémek  
 előállítására. Újabban komplex-képző vegyüle-  
 teket használnak, hogy az elválasztási faktor  
 megváltoztatásával a két ion elkülönítését meg-  
 könnyítsék. A néhány komplex képző között  
 szerepel pl. a nitrilotriecetsav (NTA). Nagyobb  
 pH-nál, 7–8 között, nagyon alkalmas a cerium  
 csoport lemosására. Alkalmazzák még az eti-  
 léndiamintetraecetsavat (EDTA) és a hidroxil-  
 etilén-diamintetraecetsavat (HEDTA). Ma-  
 gasabb hőmérsékleten jobb hatásfokot lehet el-  
 érni, s az alsóportok egyes elemeinek szétvá-  
 lasztása is lehetséges. Az ioncserélős eljárás  
 nagyon alkalmas nagy tisztaságú elemek előál-  
 lítására. Nagy hátránya, hogy eléggé költséges  
 és időigényes, kb. 30 nap szükséges az elemek  
 elválasztására, s kb. 1 év a 99,999%-os tiszta-  
 ságú fémek előállítására. Az oldószeres kivo-  
 nási eljárást majd minden gyártó cég használ-  
 ja, de ez még eléggé kezdeti állapotban van. A  
 ritka földfémeket az egyéb szennyezőktől így  
 választják el, majd ioncserélőn tisztítják to-  
 vább.

Jelentős munkát végeztek ezen a téren ha-  
 zánkban is a Nehézvegyipari Kutató Intézet-  
 ben dr. Almássy és munkatársai. Tejsavas  
 komplexeket lemosási kromatográfiával vá-  
 lasztják el egymástól. Ezekről a munkálatok-  
 ról több alkalommal és helyen számoltak be.  
 [3, 4]

Ezekkel az eljárásokkal az R. F.-et vegyü-  
 let alakban nyerik. Ezekből az oxidok illetve a  
 tiszta fémek előállítása külön feladat. Különö-  
 sen a nagy tisztaságú fémek előállítása jelent  
 nagyobb nehézségeket és kíván igen fejlett  
 technológiát és berendezést. A fémeket általá-  
 ban elektrolízissel állítják elő, de a nagy tiszta-  
 ságú fémek előállítására az elektrolízis kevésbé  
 alkalmas. Az elektrolízist több változatban al-  
 kalmasítják:

- Oxidok és fluoridok elektrolízise keve-  
 rés közben fluorid fürdőben.
- Oxidok és fluoridok elektrolízise keve-  
 rés közben fluorid-klorid fürdőben.
- Alacsony olvadáspontú fémekkel alko-  
 tott elektrolitból olvadék elektrolízis  
 (cink, kadmium).
- Amalgámos vizes elektrolízis.

A nagy tisztaságú fémeket általában fémes  
 redukcióval állítják elő tiszta sóikból. Redu-  
 káló fém a kalcium. A redukált fémek a kal-  
 ciummal ötvözetet alkotnak. Ebből az ötvözet-  
 ből a kalciumot elűzik, s visszamarad a tiszta  
 fém. Ilyen módon állítanak elő lantánt, cériu-  
 mot, neodimiumot, praeodimiumot, gadoliniu-  
 mot. Ezzel a módszerrel nem lehet előállítani  
 samariumot, ytterbiumot és europiumot. Ezeket  
 tiszta lantán fémrel lehet sóikból redukálni.

A ritkaföldfémek termelése és előállítása  
 a hatvanas évek elején nagy arányban kezdett  
 fejlődni. Alkalmazási területük szélesedése  
 mind nagyobb igényt jelentett. 1963-ban a vi-  
 lág monacit homok termelése kb. 270 000 t,  
 a következőképpen oszlik meg: Brazília 37%,  
 India 24%, Délafrikai Unió 22%, USA 6,5%,  
 Ausztrália 5%, Malaysia 2%. A maradék In-  
 donézia, Ceylon, Korea, Taiföld, Kongó, Ni-  
 geria és Madagaszkár között oszlik meg.

A termelő országok nem dolgozzák fel,  
 vagy csak kis részét a monacithomoknak. A  
 fő feldolgozó az USA. A fejlett technológiai  
 eljárással 45,36 kg monacithomokból a követ-  
 kező fémeket lehet kinyerni [5]:

Cerium	10,89 kg	Erbium	80 g
Lantán	5,44 „	Terbium	70 „
Neodimium	4,08 „	Holmium	60 „
Praeodimium	1,36 „	Ytterbium	30 „
Szamarium	0,45 „	Europium	20 „
Gadolinium	275 g	Tullium	20 „
Diszprozium	100 „	Lutetium	2 „

A színes televízió és az olajipar növekvő  
 igénye kielégítésére 2,7 millió dolláros bővítést  
 hajtanak végre az USA-ban a ritkaföldfémek  
 és vegyületeiknek előállítására. A három lép-  
 csőben tervezett bővítés után (bánya és kon-  
 centratum előállítás, europium-oxid üzem, pra-  
 eodimium- és neodimium oxid üzem) a gár-  
 kapacitása kb. évi 15 millió kg ritkaföldfém-  
 oxid lesz. 1966-ra a tervek szerint a termelés  
 kb. 5 millió kg-t tesz majd ki. Különösen  
 az europiumoxid termelést szorgalmazzák és  
 kétszeresére emelik, ami évi kb. 6 000 kg-nak  
 felel meg. A beruházások között szerepel a mi-  
 nőséget vizsgáló egységek fejlesztése.

Műszeres analitikával a tisztasági vizsgá-  
 latoknál a p. p. b. (pars pro billió) nagyságrendű  
 szennyezéseket is ki fogják mutatni (aktivációs  
 analízis, abszorpciós spektrográfia stb.)

A nagyarányú fejlesztés bizonyára arány-  
 ban van az igényekkel és a növekvő kereslet-  
 tel távolabbi időszakra is. Nagyon nehéz erről  
 a területről összefogó adatokat begyűjteni vi-  
 lágviszonylatban. Igen jelentős munka folyik  
 a SZU-ban és Japánban is. A nyugat-európai  
 országok is jelentős erőfeszítéseket tettek a  
 ritkaföldfémeket előállító iparuk fejlesztésére.

Négy vállalat látja el gyakorlatilag az  
 USA ritkaföldfém szükségletét. Ezek évi ka-  
 pacitása kb. 9 millió kg ritkaföldfémoxid.  
 Alapanyaguk jórészt monacit, s kb. 25%  
 basztnecit.

Az árak alakulása is jellemző ennek a te-  
 rületnek a fejlődési viszonyaira. A 3. táblázat  
 összehasonlítást ad az R. F.-ek 1960-as és 1966-  
 os áráiról. [6, 7].

3. táblázat

Fém, ill. vegyület	Ar \$/font 1960	Ar \$/font 1966
Lanthan 99,9	153	75
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> „	—	9,50
Cerium 99,9	148	75
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> „	—	9,—
Praeodimium 99,99	189	185,—
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 99,9	50	50,—
Neodimium 99,9	189	150,—
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> „	—	40,—
Szamarium 99,9	198	220,—
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> „	60	60,—
Europium 99,9	4158	5000,—
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> „	2480	1350,—
Gadolínium 99,9	328	250,—
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 99,9	125	90,—
Terbium 99,9	1685	1100,—
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> „	900	925,—
Diszprézium 99,9	328	190,—
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> „	—	125,—
Holmium 99,9	328	450,—
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub> „	—	220,—
Erbium 99,9	328	270,—
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> „	—	175,—
Tullium 99,9	2080	—
Tm <sub>2</sub> O <sub>3</sub> „	—	2000,—
Ytterbium 99,9	856	410,—
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> „	—	300,—
Lutétium 99,9	3660	—
Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> „	—	3500,—
Yttrium 99,9	243	180,—
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> „	70	60,—

A fejlett gyártási eljárások alapján az egyes fémek árának csökkennie kellett volna, mégis jelentős áremelkedés mutatkozik (Eu, Ho, Lu, Tm, Sm). Nyilvánvalóan ezek azok a fémek, melyek az olajipari katalizátor gyártás, s egyéb célokra kerülnek felhasználásra és ezekből még mindig növekvő a kereslet.

A növekvő felhasználást mutatja, hogy a monocit homok ára az 1963. évi 45—55 Font/t-ról 1966-ban 60—70 Font/t-ra emelkedett.

#### A ritkaföldfémek ipari alkalmazása

A ritkaföldfémek kiterjedt alkalmazásáról az alábbi általános összefoglalás ad tájékoztatást:

Lantan: üvegipar, kerámia, elektronika, vas és fémötvözés.

Cerium: üvegipar, kerámia, elektronika, vas és fémötvözés, nukleáris kutatás, gyógyszeripar, fém-üveg csiszolás, analitika.

Praeodimium: üvegipar, fémipar, elektronika, katalizátor-gyártás, világító porok, optikai laser-ek.

Neodimium: üvegipar, fémipar, elektronika, katalizátor-gyártás, világító porok, optikai laser-ek.

Szamarium: optikai laser-ek, katalizátorok, világító porok, elektronika, nukleáris ipar, kémiai analitika.

Europium: világító porok, elektronika, nukleáris ipar.

Gadolínium: fémkohászat, optikai laser-ek, katalizátorok, világító porok, elektronika, nukleáris ipar.

Yttrium: vas- és fémipar, kerámia, katalizátorok, világító porok, elektronika, nukleáris ipar.

A jelentősebb alkalmazási területekről néhány szemléltető példával, s adatokkal világítjuk meg a ritkaföldfémek felhasználási területét és ezek fontosságát.

#### 1. Vas és fémkohászat [8, 9, 10]

Az OMFB ezzel a témakörrel foglalkozó tanulmánya is széles és átfogó tájékoztatást ad a ritkaföldfémek kohászati felhasználásáról. Az elmúlt években sok irodalmi közlemény jelent meg erről a területről. A szovjet kohászati ipar különösen sok figyelmet szentel ennek a területnek. A minőségi acélgyártás, s a jobb kihozatal érdekében sikerrel alkalmaznak különböző komplex dezoxidáló és kéntelenítő ritkaföldfém ötvözeteket. Az elért eredmények, mint a hivatkozott irodalmi közlemények igazolják, sürgetően követelik ezen ötvözési és dezoxidálási eljárás alkalmazását.

A vizsgálati adatok szerint a helyesen megválasztott ritkaföldfém ötvözés a következő eredményeket mutatja:

- Csökkenti a műszaki jellemzők anizotrópiáját a termék hossz- és keresztirányában. Tehát finomabb, homogénebb szöveteloszlást és orientációt biztosít.
- Csökkenti a kénzárványosságot, homogénebb szulfideloszlást eredményez és kéntelenítő hatása van.
- Kokillába ötvözés esetén is javítja az ütőmunkát és a képlékenységi tulajdonságokat.
- A ritkaföldfém zárványok (La, Ce, Pr)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- és a vegyes zárványok (vegyes szulfidok) kevésbé képlékenyek, kisebb a keménységük és magasabb az olváspontjuk. Az acél alakváltozása közben azonban változatlanul maradnak, nem okoznak az acélban járulékos feszültségeket a hengerléskor és alakításkor.

Igen fontos tény, hogy az ötvözési koncentrációk igen kicsinyek. Általában 200 g/t-tól max. 1550 g/t-ig terjed az ötvözési határ, mely biztosítja a fent leírt eredményeket.

Természetesen a legváltozatosabb ötvözetek készíthetők a ritkaföldfémek ötvözésével a legkülönbözőbb fémekkel, tetszőleges arányokban.

A fejlődő technika fel is használja ezeket az anyagokat, különösen az új anyag-igé-



nyes iparágak fejlesztésekor (atomtechnika, kriotechnika, elektronika stb.).

## 2. Atomtechnika [11]

Az atomtechnikai felhasználás két nagy területre határolható:

- Nukleáris szerkezetek, berendezések, reaktorok építő elemei (ötvetetek, védő és egyéb műszaki célokat szolgáló alkatrészek, szabályozó rudak stb.)
- Izotóptechnikai eljárások sugárforrásai, aktív anyagai stb.

A szerkezeti felhasználás terén az Eu, Dy, Sm, Gd ötvözeteket abszorpciós célokra, szabályozó rudak készítésére használják. Leégő hasadási inhibitorokat készítenek Eu, Dy, Er, és Lu- ötvözetekből.

Az Y-al és Ce-al ötvözött Zr-ötvözeteket szilárd hidrogén hordozóként moderatoroknak használják.

A különböző nagy neutron abszorpciójú ritkaföldfém ötvözeteket vagy tiszta fémeket árnyékolásra használunk fel. Az yttriumot jó korróziós tulajdonságai révén hűtővezetékek készítésére használjuk (yttrium csővezetékek). A külső korróziós hatástól védőgázos burkolattal védik.

Felhasználnak még a reaktor technikában különböző ritkaföldfémekkel ötvözött niobium alapú ötvözeteket is. Az izotóptechnikai eljárások tiszta sugárforrásként felhasználnak ritkaföldfémeket. Az 1. táblázat adatai szerint egyes ritkaföldfémeknek igen nagy aktivációs hatáskeresztmetszetük van. Ez azt jelenti, hogy nagyon jól aktiválhatók. Ha ehhez még jellemző  $\gamma$ -sugárzás járul, akkor az ilyen elemek nagyon alkalmasak nyomjelzéstechnikai célokra.

Sugárforrásként használatos az europium, radiografiai célokra. Az Eu 153-as izotópja 420 barn hatáskeresztmetszettel aktiválódik és keletkezik Eu 154, mely 16 évi felezési idővel bomlik. Átvilágítási célokra alkalmas  $\gamma$ -sugárzása van; 1,01, 1,28 MeV energiával.

Jó sugárforrás a Tm 170 129 nap felezési idővel, s 0,96 MeV  $\beta$ -sugárzással. Az inaktív nyomjelzéstechnika céljaira igen alkalmasak a nagy aktivációs hatáskeresztmetszettel bíró elemek; Gd, Lu, Eu, Sm. A La-nak ugyan kisebb az aktivációs hatáskeresztmetszete [9, 3], de igen jól mérhető jellemző  $\gamma$ -sugárzása révén nagyon könnyen meghatározható. Az inaktív

nyomjelzés-technika módszere abban áll, hogy valamilyen vizsgálandó folyamatot a megfelelő elemmel ill. vegyülettel jelzünk. A folyamat egyes fázisaiban mintát veszünk. A mintákban aktivációs analízissel meghatározzuk a jelzett elemet. A koncentráció viszonyokból következtethetünk a folyamat alakulására, eloszlási, s koncentráció viszonyokra.

A ritkaföldfémek aktivációs analízissel  $10^{-12}$ — $10^{-14}$  g/g koncentrációban meghatározhatók. Így igen kevés anyaggal (10—100 g) nagy anyag mennyiségek jelezhetők (10—10 000 t).

## 3. Elektronika és mikrohullámú technika

Ez az a terület, ahol a ritkaföldfémek felhasználása igen sokrétű és nagyon szerteágazó. Legfontosabb alkalmazási területük: laser, maser készítés, gránátok előállítása, a színes televízió.

A laser készítés terén a La—Nd-fluorid kristályokat használják fel. Ezekhez természetesen nagy tisztaságú anyagok szükségesek. A gránát-típusú vegyületekhez ritkaföldfémek adva a mágneses és termisztoros tulajdonságok változnak kedvezően. Erre a célra főleg yttriumot használnak de Tb, Pr, Dy-al is végeztek kísérleteket.

Igen fontos alkalmazást találnak a Ce, La, Eu és az Y- a színes televízió vevőkészülékek készítésénél. Míg a Ce és a La a képcső üveggyártás ötvöző anyagai, az Eu és Y a vörösre érzékeny világító porok lényeges alkotói. Az újabb kísérletek szerint [12] a ZnS-alapú vörösre érzékeny világító porok helyett a ritkaföldfémekkel aktivált yttriumoxidot ill. yttriumvanadátot használják a képcső gyártáshoz. A nagy képcsőves (65 cm átm.) készülékek képcsőveinek gyártásához kb. 9 g világító porra van szükség színenként.

Mivel az értékes ritkaföldfém tartalmú vörösre érzékeny port a képcső gyártása közben visszanyerik, egy készülék kb 3 g- anyagfelhasználást jelent. A veszteségekkel és bizonyos egyenletlenségekkel számolva kb. 4 g-t kell egy készülékhez tervezni. 100 g YVO<sub>4</sub>-hez kell 53 g Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és az aktiváláshoz kb 2,4 g Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. A ritkaföldfém szükséglet tehát egy készülékhez kb 0,1 g Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és 2,1 g Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. A távlati becslések szerint az USA és a nyugat-európai fejlődést ezen a téren a 4. táblázat mutatja.

U. S. A.		Ny.-Európa				
Év	Színes tv telítődési %	Üzemben levő készülékek millió	Evi termelés millió	Színes tv telítődési %	Üzemben levő készülékek millió	Evi termelés millió
1965	9,5	5,5	2,6	0	0	0
1970	40,0	25,0	6,7	1,8	1,7	0,85
1980	80,0	60,0	6,0	40,0	44,0	6,0

Ennek a fejlődésnek megfelelően az  $YVO_4$ , az  $Y_2O_3$  és  $Eu_2O_3$  szükséglet a következőképpen alakul:

5. táblázat

Év	$YVO_4$ : Eu kg	$Y_2O_3$ kg	$Eu_2O_3$ kg
1966	17.500	9.300	420
1970	33.000	17.000	800
1980	49.000	26.000	1200

A ritkaföldfémek elektronikai, távközlési és mikrohullámú technika terén mutatkozó felhasználása sürgetően írja elő ezeknek az anyagoknak a megfelelő mennyiségben és minőségben való termelését. A további kutatások bizonyára szélesebb körű felhasználást tesznek lehetővé.

#### 4. Vegyipari felhasználás

A vegyipari felhasználás három területen érdemel említést: katalizátorok a szerves kémiai folyamatokban (krakkolás, hidrogénezés stb.), szilikátipar (főleg üveg) és gyógyszeripar. Az ásványolaj feldolgozás a ritkaföldfém-oxidok egyik legnagyobb fogyasztója. 1963-ban az USA-ban kb 2 millió kg ritkaföldfém-oxidot használtak az olajipar katalizátorainak az előállításához. A katalizátorok pontosabb összetételét, s előállítási módját nem ismerjük.

A szilikátipar főleg az üvegek szín-kompenzációjára, az átbocsátó képesség növelésére (Ce, Nd, Er) fényelnyelési tulajdonságok javítására (infravörös, ultraibolya elnyelés), műszerüvegek (vezetőképességi üvegek ph) készítésére, és egyéb speciális célokra alkalmas üvegek előállítására használja a ritkaföldfémeket.

A gyógyszeripar terén részben katalizátorként alkalmazzák a ritkaföldfémeket különböző oxidációs folyamatok elősegítésére a gyógyszergyártásban.

A Gd, Tb, Dy, Ho baktericid hatásúak, a La, Ce, Pr véralvadás gátlók. Egyéb ritkaföldfém vegyületeket használnak a tuberkulózis, a rák, reuma elleni terápiás eljárásokban.

A ritkaföldfémek néhány felhasználási területét ismertettük. Az összeállításból is kitűnik, hogy az ipari tevékenység elég széles skáláját fogja át a vázlatosan felsorolt anyag. Teljességre természetesen nem törekedhettünk, a lényeges területekre akartuk irányítani a figyelmet.

Hazai vonatkozásban ezt a témát az OMF 1965-ben kiadott tanulmánya részletesebben feldolgozta. A tanulmány több tájékoztatót tartalmaz az egyes ritkaföldfém vegyületek és félkésztermékek (lemezek, huzalok) áráiról is. A tanulmány javaslatai rámutatnak a szükséges tennivalókra is.

A rendelkezésünkre álló hazai adatok alapján a ritkaföldfémek felhasználása nagyon kicsi. Pl. 1961-ben kb. 1000 kg keverékfém

hoztunk be ötvözési célokra, míg 1964-ben csak 200 kg-t, 1965-ben 300 kg-t, s 1966-ban kb. 400 kg-t használtunk fel. A ritkaföldfém ötvözet nemesítő hatása mind a vasalapú, mind az egyéb fémötvözetek terén kiváló és ismert. Méltán vetődik fel a kérdés, hogy a minőségi termelés javítása érdekében a magyar vas- és fémkohászat miért nem használja ezeket az anyagokat.

Az 1961-ben felhasznált ritkaföldfém vegyületek és fémek összes értéke kb 21 000 dFt, 1965-ben az a szám kb. 40 000 dFt. Ha igaz az, hogy egy ország ipari fejlettségének a ritkaföldfém felhasználása egy bizonyos mérőszáma, akkor ezen a téren sok tennivalónk van.

Az elmúlt években kidolgoztak itthon a ritkaföldfémek előállítására egy kísérleti eljárást a legkorszerűbb kémiai módszerekkel. Jól lehet — alapanyag bázisunk csak kismértékben van, (az importált kóla-foszfát) az eljárás szellemi értéke igen jelentős, mert a kapott termékek nagy-értékűek (3. táblázat).

Jelenleg a ritkaföldfémeket minden mennyiségben el lehet adni kapitalista viszonylatban is. Méltán merül fel a kérdés, hogy ezt a jól jövedelmező és fontos iparágat miért nem fejlesztettük ki kellő mértékben, annál is inkább, mert jelentős eredményeket értünk el kutatási és kísérleti téren és fejlődő műszer és elektronikus iparunknak ezekre az anyagokra nagy szüksége van és lesz.

#### IRODALOM

- [1] C. A. Harnpel: Rare Metals Handbook, Reinhold Publishing Corporation. London 1961.
- [2] Mining Annual Review 1966. London 1966. May.
- [3] Almásy A.: A ritkaföldfémek meghatározása keverékükből. Acta Chimica 17. 1958.
- [4] Almásy A.: Ioncserélő műgyantákon lejátszódó jelenségek vizsgálata a ritkaföldfémek analitikai elválasztási módszerének továbbfejlesztése gyártási eljárásra. Nehézvegyipari Kutató Intézet zárójelentése 1961
- [5] Schweisheimer W.: Ritkaföldfémek növekvő felhasználása korszerű iparban. Chimie et Industrie 93. 5. sz. 1965.
- [6] Engineering and Mining Journal 162. k. 1961. 2. sz. 105 old.
- [7] American Metal Market 1966. jul. 17.
- [8] Kulkova és társai: Ritkaföldfémek hatása a 12 H1 MF acél tulajdonságaira, Stalj. 1966. jan.
- [9] Poliszador és tsai: Ritkaföldfémek hatása a savanyú elektrokemencében gyártott gyengén ötvözött acél tulajdonságaira. Lityejnoje Proizvodstvo 1966. 6. sz.
- [10] Ritkaföldfémek tulajdonságainak, technológiájának, felhasználási területének ismertetése és javaslatok a hazai szükséglet kielégítésére. O. M. F. B. tanulmány 1965. aug.
- [11] Mialki W.: Ritkaföldfémek a reaktor-technikában. Metal 1965. jan.
- [12] Günzel H., Knorr B.: Europiummal aktivált yttrium-vegyületek, mint vörösre érzékeny világító anyagok alkalmazásának gazdasági kihatása a színes TV képcső gyártásban. Metal 1966. jul.

# Kísérletek agyagok reológiai tulajdonságainak jellemzésére

Írta: Dr. Szilvágyi Imre

Az agyagok szilárdsági és egyéb tulajdonságai a természetben előforduló hatások miatt nagymértékben változnak, a száraz időszak rideg-töredező állapotától az átázás után felépő csúszásig-folyásig. Ha figyelembe vesszük az agyag ipari felhasználását is, melynek során vízben szuszpendálva pl. öblítő isapként vagy réskitöltő zagyként alkalmazzák, állíthatjuk, hogy reológiai vizsgálat szempontjából érdekes anyagot találtunk, mely víztartalom-változás során a viszkózus folyadéktól a pépes-folyós, majd plasztikus állapotig a legszélesebb konzisztencia skálát járja végig,

A természetben előforduló agyag első közelítésben rugalmas — egy bizonyos terhelésig. Ezután viszonylag hamar a terhelés növekedésével fellépnek a többi reológiai tulajdonságok — plasztikus, viszkózus folyás — is; illetve a víztartalom emelkedésével kapnak mind nagyobb szerepet.

Ismeretes, hogy a reológia az anyagokat alakváltozásuk jellege szerint csoportokba sorolja, az ideális rugalmas anyagtól a plasztikus folyást is mutató, majd viszkózusan folyó anyagon át folyadékokig. Az agyag viselkedése legjobban a plasztó-elasztikus vagy nagyobb víztartalom esetén a plasztó-inelasztikus vagy ideálplasztikus (*Bingham*) testekével egyezik. Az anyagvizsgálati terv összeállításakor előre várható volt, hogy a nagy állapotváltozás miatt egy-két vizsgálati módszer nem lesz elégséges, ezért a *Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat* műszaki fejlesztési munkája keretében a hagyományos talajvizsgálati módszerek kiegészítésére reológiai vizsgálatok végzését is tervbe vettük. A kutatási cél kettős volt: részben az agyag alkotóinak felismerésére, minősítésére, részben az agyag gyakorlati célra való felhasználásának elbírálására alkalmas és az agyag reológiai tulajdonságait egyértelműen jellemző kísérleteket akartuk kiválasztani és kipróbálni.

## I. Viszkoziméteres vizsgálatok

A talajmechanikai folyási határnál nagyobb víztartalmú minták (szuszpenziók) nyírófeszültség-alakváltozás összefüggése viszkoziméterekkel vizsgálható. Ezek kapillár csőből való egyszerű vagy nyomás alatti kifolyás — rotációs áramlás — szuszpenzióban süllyedő golyó sebességmérésének, vagy lemezek közötti anyag összehúzóereinek elvén alapulnak (1).

A vizsgálatokat három természetes, vegyileg nem kezelt, de különleges összetételű agyagfajtával végeztük.\*

Az anyagok összetételét jellemző röntgen-diffraktométeres, DTA, adszorpciós kapacitás

és talajmechanikai konszisztenciahatár — vizsgálatok leglényegesebb eredményeit *I. táblázatban* foglaltuk össze.

I. Táblázat

Agyag	Asványi összetétel	1 $\mu$ -nál kisebb részek súlya %	T <sub>mg</sub> / loog	$\sigma_F$ %	$\sigma_P$ %	$I_P$ %
Bentonit (Mád)	36% montmorillonit 44% kvarc 15% kaolinit 3% ortoklász	36,7	94,5	82	28	54
Illit-agyag (Füzérradvány)	100% illit	38,6	41,6	91	34	57
Kaolinos homokos agyag (Bomboly)	30% kaolinit 50% alunit 50% kvarc 15% amorf	0,4	11,1	27	22	5

Megjegyezzük, hogy a begyűjtött minták különböző részeiből, homogénizálás előtt végzett sorozatkísérletek a talajmechanikai konszisztencia határok viszonylag kis szóródást ( $\pm 5\%$ ) mutattak, ami a minták egyöntetűségét mutatja. A kaolin minta viszonylag kevés és igen jól kristályosodott agyagásványt tartalmazott, így kevéssé volt képlékeny.

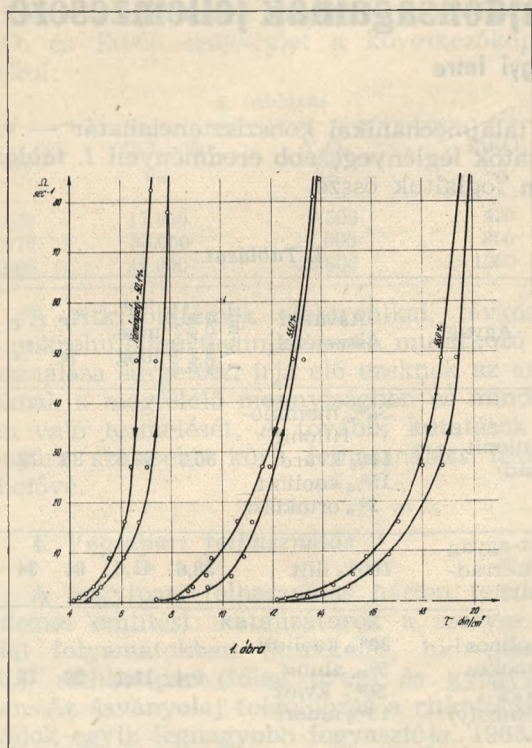
A viszkoziméteres vizsgálatok közül a *kapillár-viszkoziméteres* vizsgálat (Ostwald — viszkoziméterrel dolgoztunk) nem adott jól reprodukálható és értékelhető eredményt. Elvi hátránya ezenkívül, hogy eredménye csak relatív, összehasonlító jellegű.

Az agyagszuszenziók vizsgálatára igen jól bevált a rotációs viszkoziméteres vizsgálat.\*\*

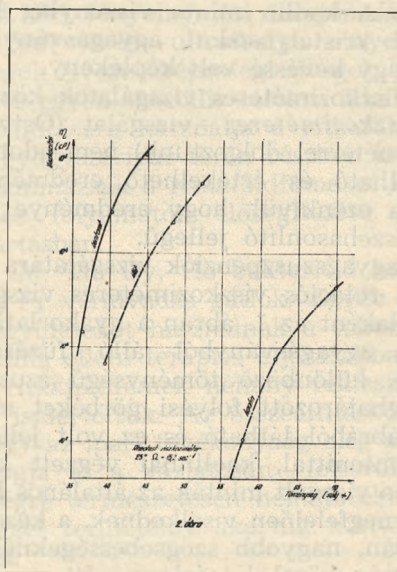
Példaként az 1. ábrán a gyakorlatilag tiszta illit agyagásványból álló füzérradványi agyaggal, különböző töménységű szuszpenziókon meghatározott folyási görbéket mutatunk be. Az ábrából látható és ez volt jellemző a többi bentonittal, kaolinnal végzett kísérletre is, hogy a vizsgált minták az általános Bingham testnek megfelelően viselkednek, a kezdeti görbület után, nagyobb szögsebességeknél a nyírófeszültség közel lineárisan nőtt.

\* Az agyagminták begyűjtésében az Országos Érc és Ásványbánya V. Földtani Osztályán Zelenka Tibor és Akos Éva okl. geológusok voltak segítségünkre, amiért ezúton is köszönetet mondunk.

\*\* A rotációs viszkoziméteres vizsgálatokat a kutatás keretében az *ELTE Kolloidkémiai és Kolloidtechnológiai Tanszék* végezte el, *Rheotest* viszkoziméterrel, dr. Rohrsetzer Sándor irányítása mellett. Gondos munkájukat ezúton is köszönjük.



1. ábra Illit-suszpenzióknál meghatározott folyási görbék



2. ábra Agyagsuszpenziók viszkozitásának változása a töménység függvényében

A kísérlet jó anyagjellemzőnek bizonyult, ha különböző töménységű mintákkal meghatározott viszkozitást felrakjuk (2. ábra) az uralgó agyagásvány hatása kidomborodik: azo-

nos töménység esetén a montmorillonitos agyag viszkozitása a legnagyobb, illit egy, kaolinit három nagyságrenddel kisebb viszkozitást szuszpenziót ad. A görbék segítségével az adott agyagokból egy tetszőleges célra, a követelményeknek megfelelő viszkozitású szuszpenzió egyszerűen beállítható.

A vizsgálat a híg szuszpenzióktól a pépes-folyós állapotig széles skálán készült, célunk volt a viszkoziméteres vizsgálatok és a talajmechanikai rutinvizsgálatok összekapcsolása, átfedése. Így rotációs viszkoziméteres vizsgálatok készültek a talajmechanikai folyási határ ( $w_F$ ) körüli víztartalommal. Ha a különböző víztartalmakhoz tartozó reológiai folyáshatár  $\tau$  értékét felrajzoljuk és  $w_F$  víztartalmakat bevetítjük, mindegyik agyagra  $\tau = 1000 \text{ din/cm}^2$  körüli nyírószilárdságot kapunk, eszerint a talajmechanikai folyáshatár abszolút értéket adó anyagjellemző, meghatározott nyírószilárdságú konszisztencia állapotot jelöl.

Az agyagok képlékenysége is jól jellemezhető volt a viszkoziméteres kísérletekkel, nevezetesen az 1% víztartalomváltozáshoz tartozó nyírószilárdságváltozás ( $\Delta \tau \text{ din/cm}^2$ ) fordítottan arányban volt a plasztikus index ( $I_p \%$ ) értékével, közelítően

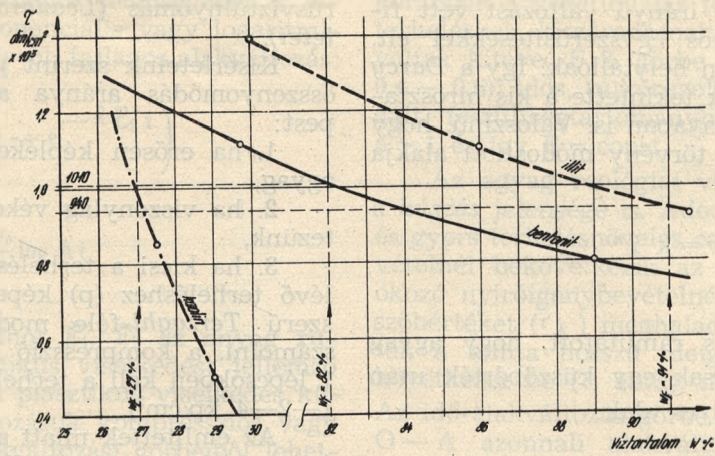
$$\Delta \tau = \frac{2000}{I_p}$$

összefüggés szerint.

A rotációs viszkoziméteres vizsgálat abszolút anyagjellemzőt ad (2), ami az anyag-suszpenziók gyakorlati felhasználása, minősítése szempontjából igen előnyös. Ismeretes, hogy injektálásra a  $\tau = 100-200 \text{ din/cm}^2$  kívánatos, ami csak nagy mélységű injektálás (alagút, völgyzárógát) esetén emelhető 500  $\text{din/cm}^2$  értékig. Rotációs viszkoziméteres vizsgálattal a keverési arány könnyen meghatározható, illetve ellenőrizhető. Hasonlóan vizsgálható az öblítőiszap, a vízzáró résfal anyaga. Fentieket hangsúlyozni kívántuk, mert a gyakorlatban ma is használatos a *Stormer-viszkoziméter* 600 ford/perc szögsebességhez tartozó „látszólagos viszkozitás”, ami tapasztalatunk szerint nem egyértelmű és nem alkalmas abszolút jellemzésre.

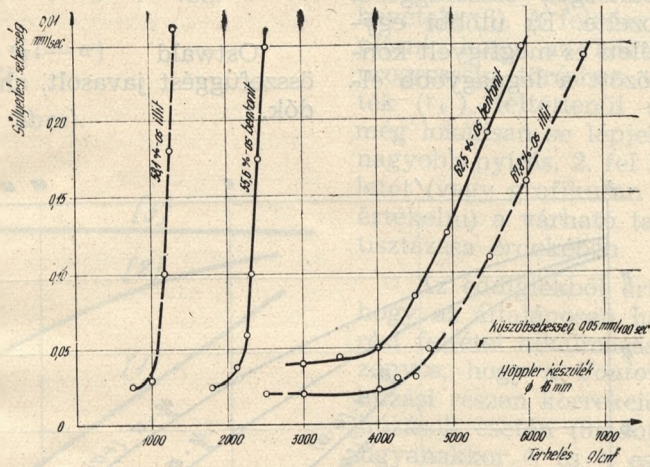
Kísérletképpen szuszpenzióban süllyedő, terhelt golyóval működő *Höppler-viszkoziméterrel* (16 mm átm. golyó, változtatható terhelés) is készültek kísérletek. Folyási határként a 0,05 mm/100 sec esési sebességhez tartozó fajlagos terhelést ( $\text{g/cm}^2$ ) tekintik, tapasztalat szerint ugyanis kisebb sebesség esetén a golyó megáll. Eeredményeket a 4. ábra mutat. Ez a kísérlet is elsősorban relatív összehasonlításra alkalmas.

Az irodalomból ismert plasztométeres vizsgálatok végzésére nem volt lehetőségünk.



3. ábra

3. ábra Folyási határhoz ( $w_F$ ) tartozó nyírószilárdság meghatározása



4. ábra

4. ábra Folyáshatár meghatározás Höppler készülékkel

Összefoglalva megállapítottuk, hogy a folyási határnál ( $w_F$ ) nagyobb víztartalmú minták rotációs viszkoziméterrel jól vizsgálható, reológiai tulajdonságaik egyértelműen jellemezhetők. Eredményeink szerint:

1. agyagszuszpenziók csak nagyobb szögsebesség esetén viselkednek ideális Bingham testre jellemző módon, ezért az agyagjellemzők számszerű felírása nehéz, a folyásgörbe azonban egyértelmű, reprodukálható, grafikusán jól értékelhető,

2. a kísérletek eredménye (adott töménységhez tartozó viszkozitás illetve nyírószilárdság) jó anyagjellemző, nagyságuk, víztartalommal való változásuk alapján a természetes agyagban lévő agyagásványra lehet következtetni,

3. értelmezni lehetett a talajmechanikai folyási határt,

4. kísérleti eredmények alapján az agyagszuszpenzió gyakorlati felhasználására recepturát lehet adni, illetve a szuszpenzió előírászerű tulajdonságait ellenőrizni lehet.

## II. Kompressziós és triaxiális vizsgálatok

Folyási határnál kisebb víztartalmú agyagok összenyomódását kompressziós kísérlettel, sűrűlódását — kohézióját triaxiális kísérlettel szokás meghatározni. E kísérletekkel jól követhető az alakváltozások időben való elhúzódása, tehát reológiai viselkedése.

Terzaghi az összenyomódás időbeli lefolyását a rugóból és késleltető dugattyúból összetett ún. Kelvin testtel illusztrálta és vezette le ismert konszolidációs elméletét.

Csak függőleges irányú változást vett figyelembe és bizonyos egyszerűsítésekkel élt, amelyek nem teljesen helytállóak. Így a Darcy törvényt érvényesnek tekintette a kis hirosztatikus esések tartományában is. Valószínű, hogy  $i = 10$  alatt a Darcy törvény módostított alakja érvényes:

$$v = k i^n$$

ahol  $n > 1$ .

Roza (3) arra is rámutatott, hogy agyag esetén az áramlás csak egy küszöbérték után indul el, tehát a helyes alak:

$$v = k (i - i_0)^n$$

Terzaghi a vizsgált terhelési lépcsőnek megfelelő intervallumban  $k$  és  $e$  értékét állandónak tételezte fel, továbbá a hézag tényező ( $e$ ) és az effektív feszültségek összefüggését időtől függetlennek képzelte. Ez utóbbi egyszerűsítés okozza az elméleti és megfigyelt konszolidációs jelenségek között a legnagyobb eltérést.

rusvíztúlnyomás (Leanards—Altschaeffl kísérletei).

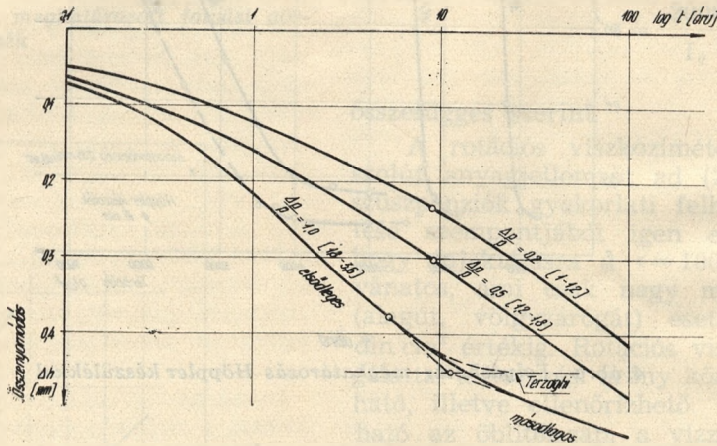
Kísérleteink szerint jelentős a másodlagos összenyomódás aránya az elsődlegeshez képest:

1. ha erősen képlékeny, vagy szerves az agyag,
2. ha viszonylag vékony mintával kísérletezünk,
3. ha kicsi a terhelésnövelés ( $\Delta p$ ) a meglévő terheléshez ( $p$ ) képes. Ezért, ha az egyszerű Terzaghi-féle modell alapján akarunk számolni, a kompresszió kísérlet során  $\Delta p/p \approx 1$  lépcsőkben kell a terhelést növelni (pl. 0,5—1—2—4 kp/cm<sup>2</sup>).

Az említettek miatt az anyag nem lineáris (pszeudoplastikus) viselkedésének jellemzésére a korábban ismertetett reológiai konszisztencia görbe valamely egyenlettel való megközelítést célszerű számításba venni,

$$\text{Eyring} \quad \tau = \frac{\gamma}{B} + C \sin \frac{\gamma}{A}$$

Oswald  $\tau^n = B\gamma$   
összefüggést javasolt, ahol A, B, C anyagállandók.



5. ábra

5. ábra Agyagtalaj konszolidációs görbéi

Terzaghi (5) szerint a konszolidáció vízszintes végérintőhöz tart (5. ábra) ezzel szemben a kísérletileg meghatározott konszolidációs görbék végérintője ferde és az összenyomódás tovább folyik. Ezt az összenyomódásrészt másodlagos konszolidációnak nevezzük.

Sokszor előfordul — különösen kisebb terhelések esetén —, hogy a görbe elsődleges és másodlagos része szét sem választható. Az elmélet szerint pórusvíztúlnyomás és összenyomódás egyszerre lesz zérus, valóságban az ábrán ponttal jelölt helyen már megszűnik a pó-

A számítási részletek mellőzésével megemlítjük, hogy ezek bevezetésével a konszolidációs számításban a Terzaghi-féle, vízáteresztőképességtől függő időtényező mellett megjelenik egy, az agyag viszkozitását jellemző második időtényező is.

Az anyag összenyomódásának leírására, tehát jobb megközelítést kapunk, ha az egyszerű képletet rugalmasságot jelképező Kelvin modell helyett összetettebb reológiai modell (Burgers vagy Schwedoff) választunk, mint ahogyan erre már korábban is rámutattunk (6). Így a fajlagos alakváltozás, süllyedés számítá-

si képletében a másodlagos jelenségeket is leíró, időtől függő exponenciális vagy logaritmi-  
kus tag is szerepel, így pl. fajlagos alakváltozás:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_1} + \frac{\sigma}{E_2} \left( 1 - e^{-\lambda E_2 t} \right)$$

vagy

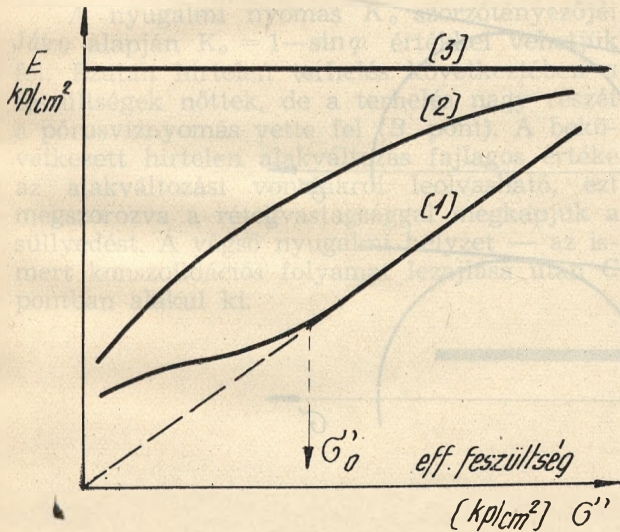
$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_1} + \frac{\sigma - \sigma_0}{E_2} \log A t$$

alakban írható fel, ahol  $E_1, E_2$  az anyag rugalmas,  $\lambda, A$  a plasztikus viselkedést jellemző állandók,  $\sigma_0$  pedig a plasztikus viselkedés küszöbértéke. Meghatározásuk kompressziós vagy triaxiális kísérlet alakváltozási görbéiből lehetséges (7).

Fokozza a nehézséget, hogy homogén, de nagyobb vastagságú rétegben már nem tekinthető állandónak az agyag rugalmas viselkedését leíró rugalmassági modulus sem, mert az az effektív feszültségtől (mélységtől) függ,

$$E = E_0 \sigma_{eff}^{(1-\alpha)}$$

összefüggés szerint (6. ábra).



6. ábra

6. ábra Rugalmassági modulus változása az effektív feszültség függvényében

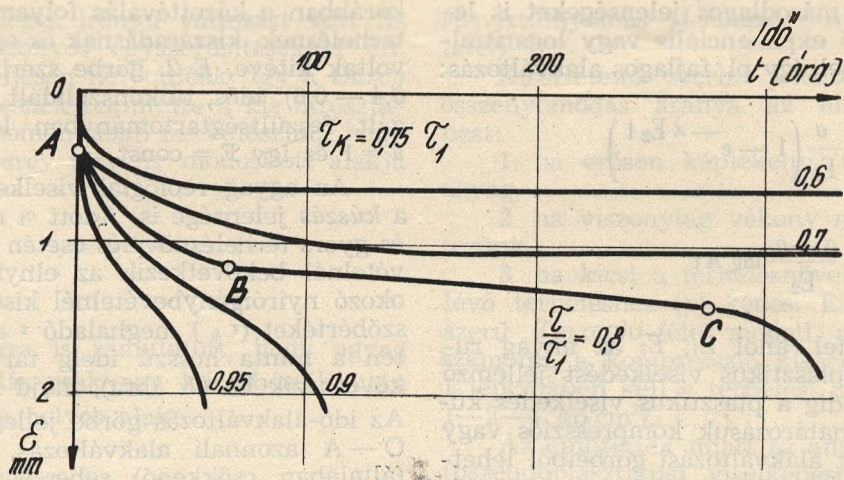
Fiatal agyagok (pl. átgúrt minta) esetén, ahol a terhelés jelentős porustérfogat-csökkenést okoz,  $\alpha = 0$  (1 görbe), a görbén felismerhető az előterhelés is ( $\sigma_0$ ), mert ennél kisebb feszültség esetén  $E$  gyakorlatilag állandó. A természetben előforduló agyagokon, melyek már

korábban a kőzettéválás folyamatában ismételt terhelésnek, kiszáradásnak és egyéb hatásoknak voltak kitéve,  $E$  2. görbe szerint változik ( $\alpha = 0,4 - 0,6$ ); idős, túlkonzolidált agyagra, a vizsgált feszültségtartományban lehetséges, hogy  $\alpha = 1$  és így  $E = \text{const}$ .

Az agyag reológiai viselkedésére jellemző a kúszás jelensége is. Adott  $\sigma_1$  normál feszültség és gyors terhelésnövelés esetén  $\tau_1$  nyiróigénybevételnél bekövetkezik az elnyiródás. A törést okozó nyiróigénybevételnél kisebb, de egy küszöbértéket ( $\tau_k$ ) meghaladó  $\tau$  alkalmazása esetén a minta hosszú ideig tartó alakváltozása következik be (7. ábra), majd létrejön a törés. Az idő-alakváltozás görbe jellegzetes szakaszai: O — A azonnali alakváltozás, A — B változó (általában csökkenő) sebességű alakváltozás, mely plasztikus-viszkózus folyásban folytatódik (B — C), ez fokozatosan növekvő alakváltozással progresszív törésbe megy át.

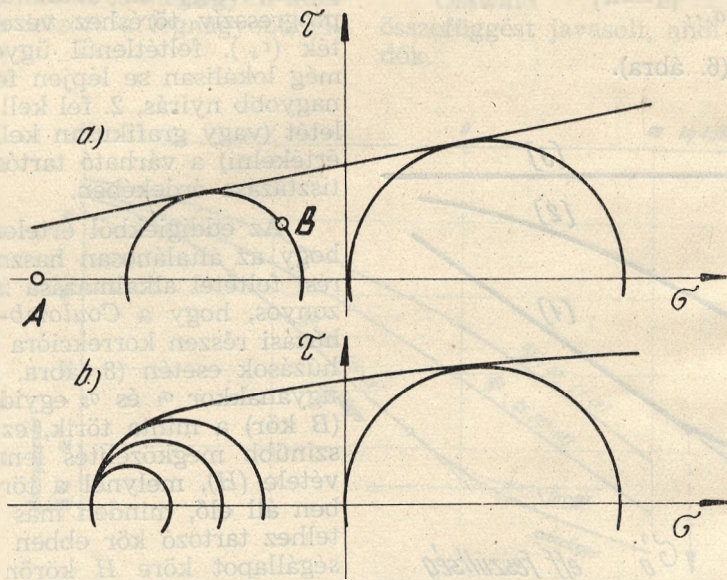
Különösen csúszásvizsgálatok, állékonysági számítások során fontos a kúszás figyelembevétele (8). A feladat kettős: 1. meg kell állapítani, hogy az adott agyagon mekkora a progresszív töréshez vezető nyirási küszöbérték ( $\tau_k$ ), feltétlenül ügyelni kell arra, hogy még lokálisan se lépjen fel az agyagban ennél nagyobb nyírás, 2. fel kell írni a kúszás egyenletét (vagy grafikusán kell az alakváltozásokat értékelni) a várható tartós mozgás mértékének tisztázása érdekében.

Az eddigiekből értelemszerűen következik, hogy az általánosan használt Coulomb-féle törési feltétel alkalmazása is megfontolandó. Bizonyos, hogy a Coulomb-féle törési feltétel a húzási részen korrekcióra szorul. Egyenlő nagy húzások esetén (8. ábra, A pont) a minta ép, ugyanakkor  $\sigma_1$  és  $\sigma_3$  egyidejű csökkentése után (B kör) a minta törik, ez valószerűtlen. Valószínűbb megközelítés lenne egy határkör felvétele (H), melynél a törés húzás következtében áll elő, minden más húzások tönkremeneteléhez tartozó kör ebben van. Ha egy feszültségállapot köre H körön kívül esik, a törés már nyírás következtében áll elő. Így a burkoló a húzási oldalon görbe vonal lesz. Másrésztől a nyomások oldalán a meghatározott kohézió és súrlódási szöget is időtől függő értéknek kell tekinteni, a szokásos kísérleti módszerek rövid ideig tartó terhelés esetére vonatkoznak. Tartós terhelésre — az adott agyagon, különböző  $\sigma$  normálterheléssel meghatározott  $\tau_k$  értékek burkolója adja az új törési feltételt, a tapasztalat szerint a csökkenés elsősorban a kohézió értékében jelentős. Végül hangsúlyozni kell, hogy az agyagban kialakuló összenyomódást okozó feszültség nemcsak a felszíni terhelés nagyságától, de alkalmazásának módjától is függ. Egy kiválasztott pont feszültség állapota Mohr-körével jellemezhető. A triaxiális kísérlet tetszésszerű feszültségváltozás előállításá-



7. ábra

7. ábra Lassú alakváltozás görbéi nyírásnál



8. ábra

8. ábra Coulumb-egyenes módosítása a húzási szakaszon

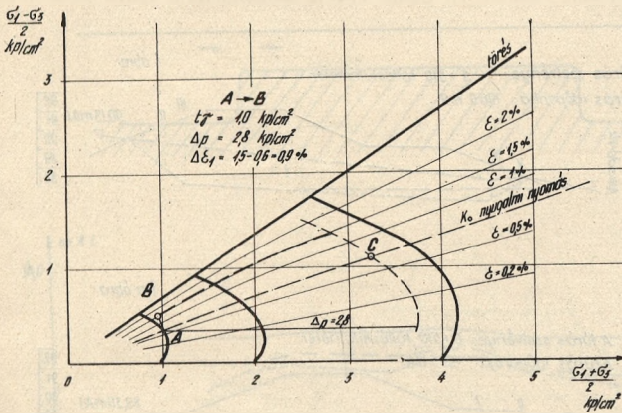
ra alkalmas, így a terhelés előtti-utáni állapot is beállítható, a változás követhető.

Újabbán a Mohr-körök megrajzolása helyett  $\tau_{max}$  pontjukat (koordinátái  $\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$  és  $\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$  szokták csak feltüntetni; egy terhelési

sorozat alatt bekövetkező változást pedig feszültségi nyomgörbének nevezik. Ha az alakváltozásokat is mérjük, a nyomgörbe egyes pontjaihoz tartozó összenyomódás is feltüntethető, több nyomgörbe esetén az azonos fajlagos alakváltozás pontjai ( $\epsilon = 0,5, 1,0, 2,0\%$ ) össze is köthetők (9. ábra). Az alakváltozással kiegészített nyomgörbék közvetlenül is felhasználhatók



süllyedésszámításra (7). Különösen előnyösen lehet megadni a süllyedések azonnal bekövetkező részét (pl. nagy terhelések hirtelen felhordása, silók megtöltése).



9. ábra

9. ábra Triaxiális kísérlet feszültségi nyomgörbéi

Adott esetben a vizsgált réteg középpontjában a terhelés előtt a nyugalmi nyomásnak megfelelő feszültségállapot uralkodott (A pont).

A nyugalmi nyomás  $K_0$  szorzótényezőjét Jáky alapján  $K_0 = 1 - \sin \varphi$  értékkel vehetjük fel. Ezután hirtelen terhelés következtében a feszültségek nőttek, de a terhelés nagy részét a pórusvíznyomás vette fel (B. pont). A bekövetkezett hirtelen alakváltozás fajlagos értéke az alakváltozási vonalokról leolvasható, ezt megszorozva a rétegvastagsággal megkapjuk a süllyedést. A végső nyugalmi helyzet — az ismeri konszolidációs folyamat lezajlása után C pontban alakul ki.

Fejtegetéseinket összefoglalva, javaslatunk az, hogy a Terzaghi-féle konszolidációs elmélet helyett az agyag reológiai tulajdonságait jobban leíró reológiai modell alapján történjen a számítás. Az új reológiai modell miatt a süllyedés végértéke is időtől függő mennyiség lesz és a fajlagos alakváltozás képletében az agyag rugalmas viselkedését jellemző tényezőkn kívül a viszkózus jelleget feltüntető tag is szerepel.

A tartós alakváltozás, kúszás, az állékony-ságszámítások során is figyelembe veendő. Így a Coulomb-féle törési feltétel új értelmezést kap.

A reológiai viselkedés kompressziós illetve triaxiális kísérletekkel jól jellemezhető.

A kompressziós kísérlet bizonytalan feszültségállapota és a kísérleti metodikában rejlő hibalehetőségek miatt elsősorban triaxiális kísérletek készítése javasolható.

- (1) Van Wazer—Lyons—Kim—Colwell: Viscosity and Flow Measurement. A Laboratory Handbook of Rheology, Interscience Publishers, New-York 1963.
- (2) Reiner: Deformation, Strain and Flow. Lewis, London 1960.
- (3) Roza: Izucsenije uplotnjaemosti i neszytsich szvojtov gruntov, szlagajucsich osznovanije szoozruseny. Lengidep 1947.
- (4) Terzaghi: Theoretical Soil Mechanics, Chapman, London 1948.
- (5) Leonards—Altschaeffl: Compressibility of clay. Journal of ASCE Vol 90 SM 5. 1964 szept.
- (6) Szilvági: Alapozások geológiája. Mérn. Továbbbll. Int. jegyzet, 1965.
- (7) Lambe: Methods of Estimating Settlement. Journal of ASCE Vol 90 SM5 1964. szept.
- (8) Vialov—Skibitsky: Problems of the Rheology of Soils. Proc. 5 th Intern. Congr. on Soil Mech. Paris 1961. Vol. 1.

# A mérnökgeofizika alkalmazása az árvízvédekezésnél

Írták: Jóna Ernő és Mozsolits Tibor

A leggyakoribb természeti csapás az árvíz és az ellene való védekezés mindenkor komoly feladat elé állítja a szakembereket. Felvetődik a kérdés, hogy a nagyon széles problémakörben sikeresen alkalmazható mérnökgeofizika mennyiben segíthet az árvízvédekezésnél?

Az árvízvédekezésnél alkalmazott geofizikai mérésekkel foglalkozó irodalom, illetve tapasztalati anyag nem ismeretes, ezért célszerűnek látjuk közzéadni az 1965. évi dunai árvízvédekezésnél végzett geoelektromos mérések tapasztalatait.

A méréseket a Duna székszárdi szakaszán, Bata — Pörboly — Keselyüs községek magasságában végeztük. Kidolgozott módszer hiányában méréseink fő céljának a problémák és tapasztalatok összegyűjtését tekintettük.

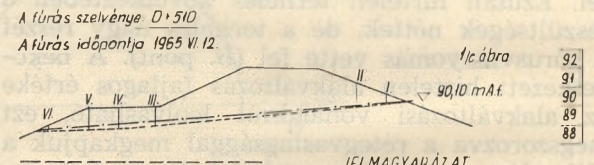
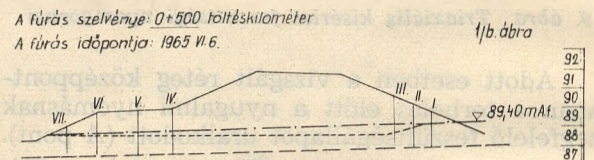
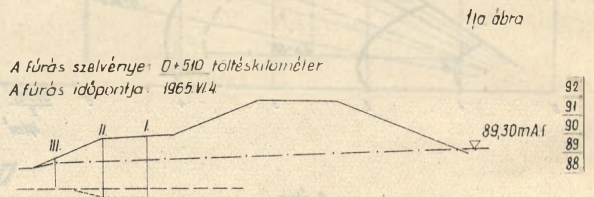
A gátszakadást rendszerint a védőtöltések elázása előzi meg. (Az elázási folyamat utolsó külső jelensége a töltéslábnál mutatkozó elvizesedés.) A geoelektromos ellenállás vizsgálataink, így első sorban az elázott gátszakaszok kimutatására irányultak.

A székszárdi Vízügyi Igazgatóság hidrogeológiai csoportja kis átmérőjű ( $\varnothing = 50$  mm) kézfúrásokkal ugyancsak a töltések átázási folyamatát vizsgálta. Megfúrták a töltéstestet, regisztrálták az átázási szinteket, a fúrólukban általában felszökő vízszint alapján meghatározták a víz nyomását. Az adatokat szelvényekben ábrázolva megszerkesztették az átázási és nyomásvonalakat.

Viszsgálatainkhoz a hidrogeológiai csoport (lásd irodalom 1.) alábbi tapasztalatait és megállapításait használtuk fel:

1. Az átázás kezdeti szakaszában a szivárgási (átázási) vonal legmélyebb pontja legtöbbször a töltéstest belsejében (vagy alatta) volt és a mentett oldali részü felé emelkedett. Így az átázási vonal jellegzetes teknőszerű alakot mutat. (1. ábra) Ez a jelenség talajvíz eredetű vízmozgás uralkodó jellegére utal. Az olyan szelvényekben, ahol a töltéstestben — a jelenlegi árvíz hosszantartó tetőzésénél — keresztirányú áramlás alakult ki, ott is a töltéstest átázása alulról indult meg. (1/a, 1/b. és 1/c. ábrák.) Összegezve: az áteresztő anyagú töltéstestek éppen úgy, mint a kötöttebb anyagúak átázása alulról indul meg.

2. Azokon a töltésszakaszokon, ahol a töltésláb szivárgása intenzívebb volt, az átázási szintet magas helyzetben észlelték. A töltés padkáján felvett hossz-szelvény és a megemelkedő átnedvesítési szint sematikus rajza (2. ábra) jellemző az átázott gátszakaszokra.



JELMAGYARÁZAT

— felszín  
- - - nyomásvonal  
- - - átázási vonal  
- - - töltéslábas  
mA.f. Adria felé mért feszültség

1. ábra

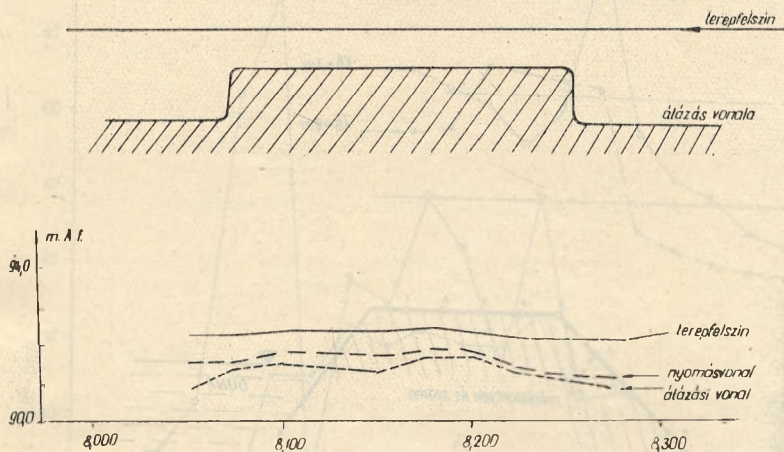
3. Az átázási folyamat időbeli menetét a 3. ábra mutatja.

A védőgátak átázásának geoelektromos vizsgálata

A kőzet fajlagos ellenállása a kőzet nedvességi állapotának is függvénye. Az átázási folyamat tehát a kőzet fajlagos ellenállását befolyásolja. A 2. ábrán sematikus módon bemutatott megemelkedő átnedvesítési szint horizontális irányú ellenállásváltozást eredményez. Kimutatására tehát legcélszerűbbnek látszik a horizontális ellenállásvizsgálás.

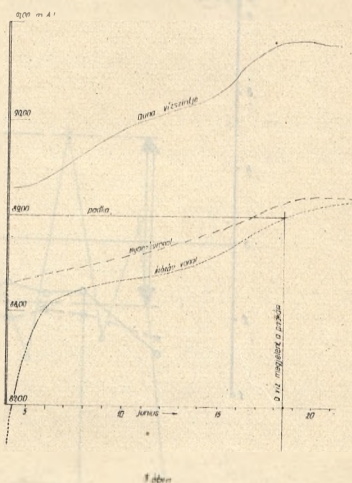
A kézfúrásokból készített szelvények (1. ábrák) szerint az átázási folyamat vizsgálatára legalkalmasabb hely a mentett oldali részü padkája.

# ÁTÁZÁSI VISZONYOK A HOSSZ-SZELVÉNY MENTÉN



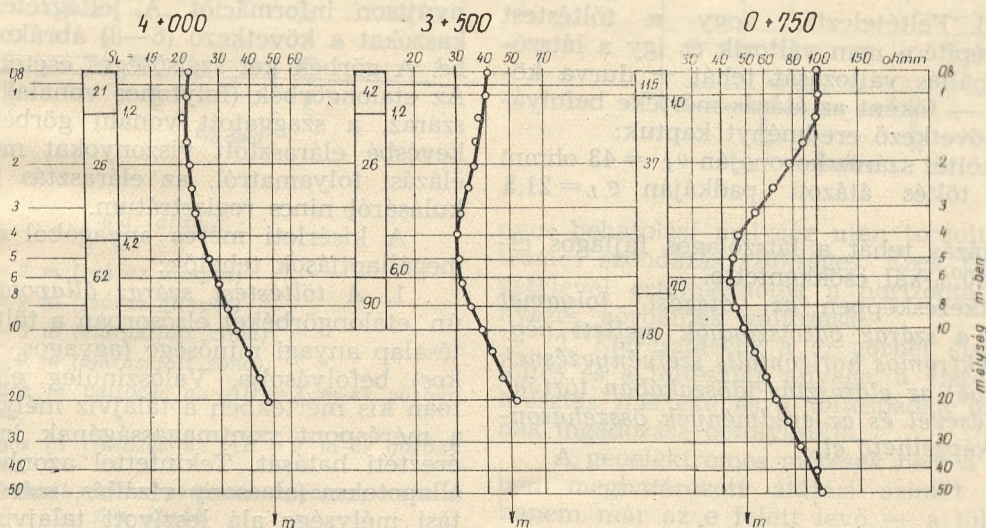
2. ábra

A 0+500-as szelvény padkailében az átázási és vízváradási viszonyok



3. ábra

## GEOELEKTROMOS SZONDÁZÁSI GÖRBÉK



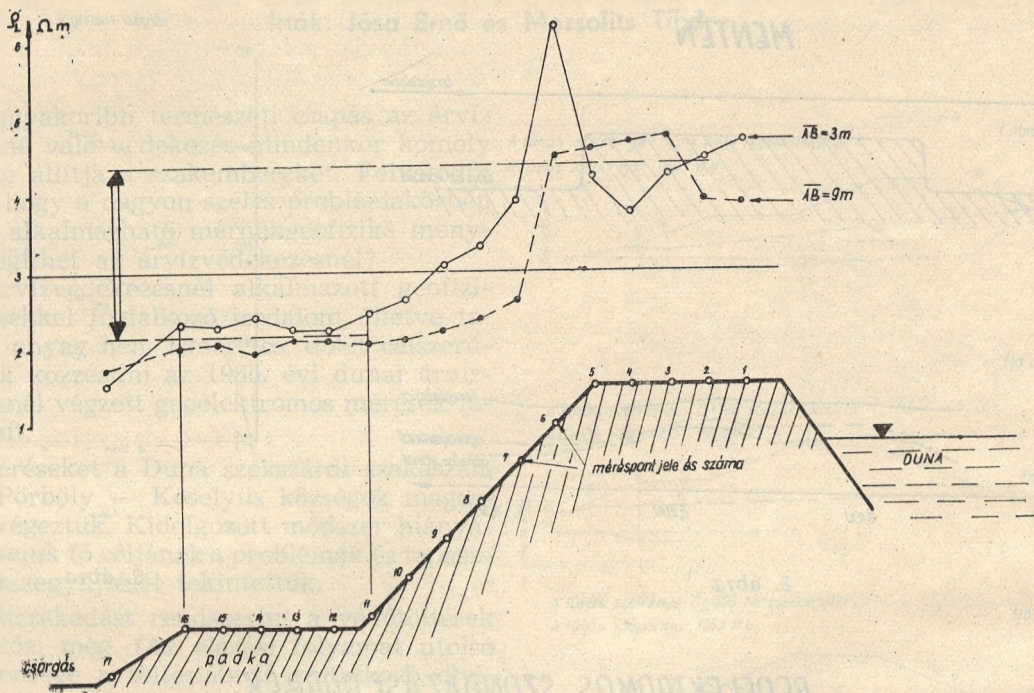
4. ábra

A töltéspadka és környékének geoelektromos felépítését a 4. ábrán bemutatott néhány szondázás szemlélteti. A szondázások körzetében a 0–1,5 m vastag (40–100 ohmm fajlagos ellenállású) szárazon maradt fedőképződmények alatt 4–7 m-ig általában kisebb fajlagos ellenállású (átázott) geoelektromos réteg, ez alatt a Duna permeabilis hordaléka (50–150

ohmm) jelentkeznek. Szondázási görbéinken a látszólagos fajlagos ellenállás ( $\rho_L$ ) 20 és 100 ohmm között változik.

Az átmedvesedésnek a látszólagos ellenállásra gyakorolt hatásának bizonyítására egy méréssorozatot mutatunk be. (5. ábra.) Szivárgásos helyen a védőgátra merőleges horizontális szelvényezést végeztünk kétféle kutatási

# A TÖLTÉSRE MERŐLEGES HORIZONTÁLIS SZELVÉNYEZÉSEK GÖRBÉI



5. ábra

mélységgel. Feltételeztük, hogy a töltéstest anyagi felépítése nem változik és így a látszólagos ellenállás változását tehát — durva közelítésben — főként az átázás mértéke befolyásolja. A következő eredményt kaptuk:

- A töltés száraz koronáján  $\rho_L = 43$  ohmm
- A töltés átázott padkáján  $\rho_L = 21,5$  ohmm.

Az átázás tehát a látszólagos fajlagos ellenállást 50%-kal csökkentette.

Következésképpen az átázási folyamat vizsgálata a száraz gátviszonyok mellett végzett geoelektromos horizontális szelvényezésnek (etalongörbe) az elárasztás időszakában történő megismétlésével és az eredmények összehasonlításával képzelhető el.

## Méréseredmények

Az elképzeléseknek megfelelően a töltés padkájának középvonalában szelvényezést végeztünk az árhullám tetőzési időszakában — teljesen elárasztott gátakon —, majd az árhullám levonulása után — a terület kiszáradásakor — a méréseket megismételtük. Kétféle ( $\overline{AB} = 3$  m és  $\overline{AB} = 9$  m-es tápelektroda távolságnak megfelelő) kutatási mélységű horizontális szelvényezést végeztünk. A kutatási mélységeket a tájékozódó szondázások segítségével úgy választottuk meg, hogy a töltés aljzattól a kisebb behatolási mélységű szondázás is

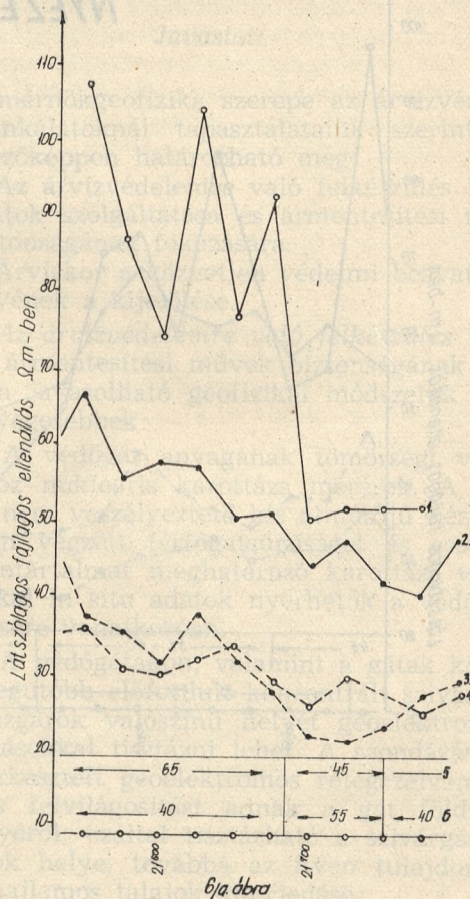
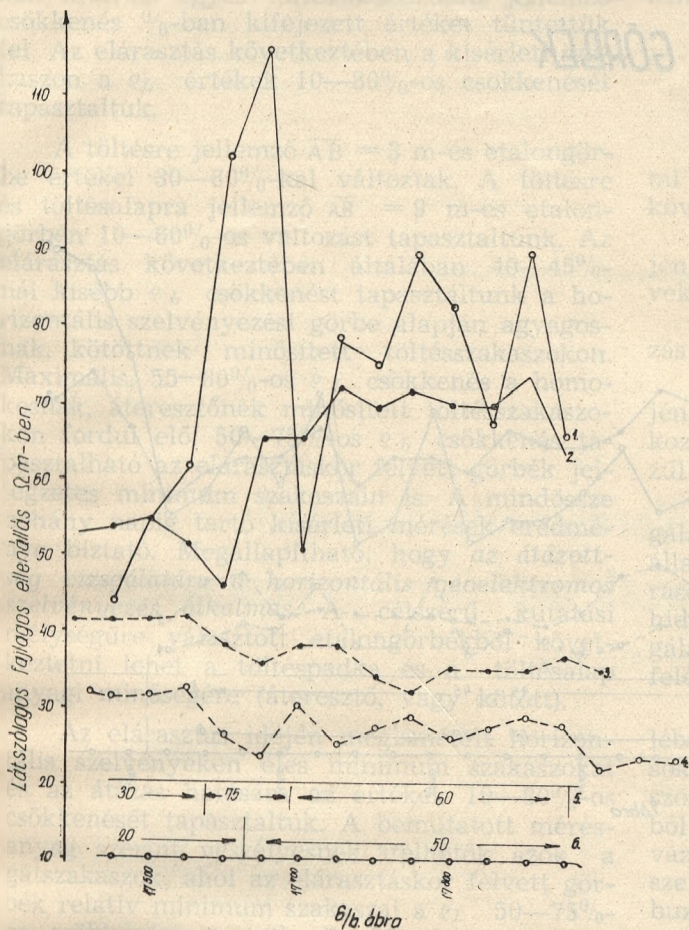
nyújtson információt. A jellegzetes görbeszakaszokat a következő (6—8) ábrákon mutatjuk be. A görbék két szélsőséges esetet tükröznek. Az etalongörbék (folytonos vonalak) a teljesen száraz, a szaggatott vonalú görbék a többékevésbé elárasztott viszonyokat mutatják. Az elázási folyamatról, az elárasztás időbeli alakulásáról nincs regisztrátum.

A kísérleti mérés anyagából a következő megállapítások tehetők:

- A töltéstest száraz állapotában felvett ún. etalongörbék elsősorban a töltés és a töltésalap anyagi minősége (agyagos, vagy homokos) befolyásolja. Valószínűleg elhanyagolhatóan kis mértékben a talajvíz mélysége, vagyis a mérőpont szintmagasságának ingadozása is érezhető hatását. Tekintettel azonban a száraz állapotokra (alacsony vízállás, méréseink kutatási mélysége alá leszívott talajvízszint) ez a tényező elhanyagolható.

Az  $\overline{AB} = 3$  m-es etalongörbe (kutatási mélysége  $\sim 0,8$ —1 m) a töltés anyagi minőségéről ad felvilágosítást. Erősen befolyásolja a felső néhányszor 10 cm-es inhomogén réteg (a különböző mértékben tömörített felszín, a növényzet gyökerei, stb.) ezért a horizontális szelvényezés görbéje szeszélyesebben változik ( $\rho_L = 40$ —200 ohmm). Homokosnak, áteresztőnek minősíthető a töltés anyaga a csúcsértékeknél, pl. a 21,550 — 21,700 töltéskilométerek között. Agyagosnak, kötöttnek minősíthető pl. a 21,700 — 21,800 töltésszakaszon. (6/a. ábra).

# HORIZONTÁLIS ELEKTROMOS SZELVÉNYEZÉSI GÖRBÉK



6 a. ábra

Jelmagyarázat:

1.  $\overline{AB} = 3$  m (száraz állapot)
2.  $\overline{AB} = 9$  m (száraz állapot)
3.  $\overline{AB} = 3$  m (elárasztott zóna)
4.  $\overline{AB} = 9$  m (elárasztott zóna)
5. Átlagos  $\rho_i$  változás az  $\overline{AB} = 3$  m-es görbén %-ban.
6. Átlagos  $\rho_i$  változás az  $\overline{AB} = 9$  m-es görbén %-ban.

6/b., 7., és 8. ábrák jelmagyarázata ugyanaz, mint a 6/a. ábráé.

Az  $\overline{AB} = 9$  m-es etalongörbe (kutató mélysége  $\sim 3$  m), a töltés és a töltésalap anyagi minőségének hatását összegezi. Homokos, átteresztő a töltés anyaga és az alapja is pl. 17,550—17,900 között. (6/b. ábra). Agyagosnak, kötöttnek minősíthető mind a töltés, mind pedig a töltésalap pl. 18,450—18,900 töltésszakaszon. (7. ábra). Homokos töltés alatt agyagos, kötött a töltésalap pl. a 20,600—21,000 töltéskilométerek közötti szakaszon. (8. ábra).

Az etalongörbék egyes jellegzetes szakaszára kvalitatív értékelés céljából (tekintettel, hogy a padkán mért szondázási görbék bizo-

nyos behatolási mélység után torzulnak) elektromos szondázás szükséges. Ezek figyelembevételével értelmezhetők a horizontális szelvényezés görbéinek változásai.

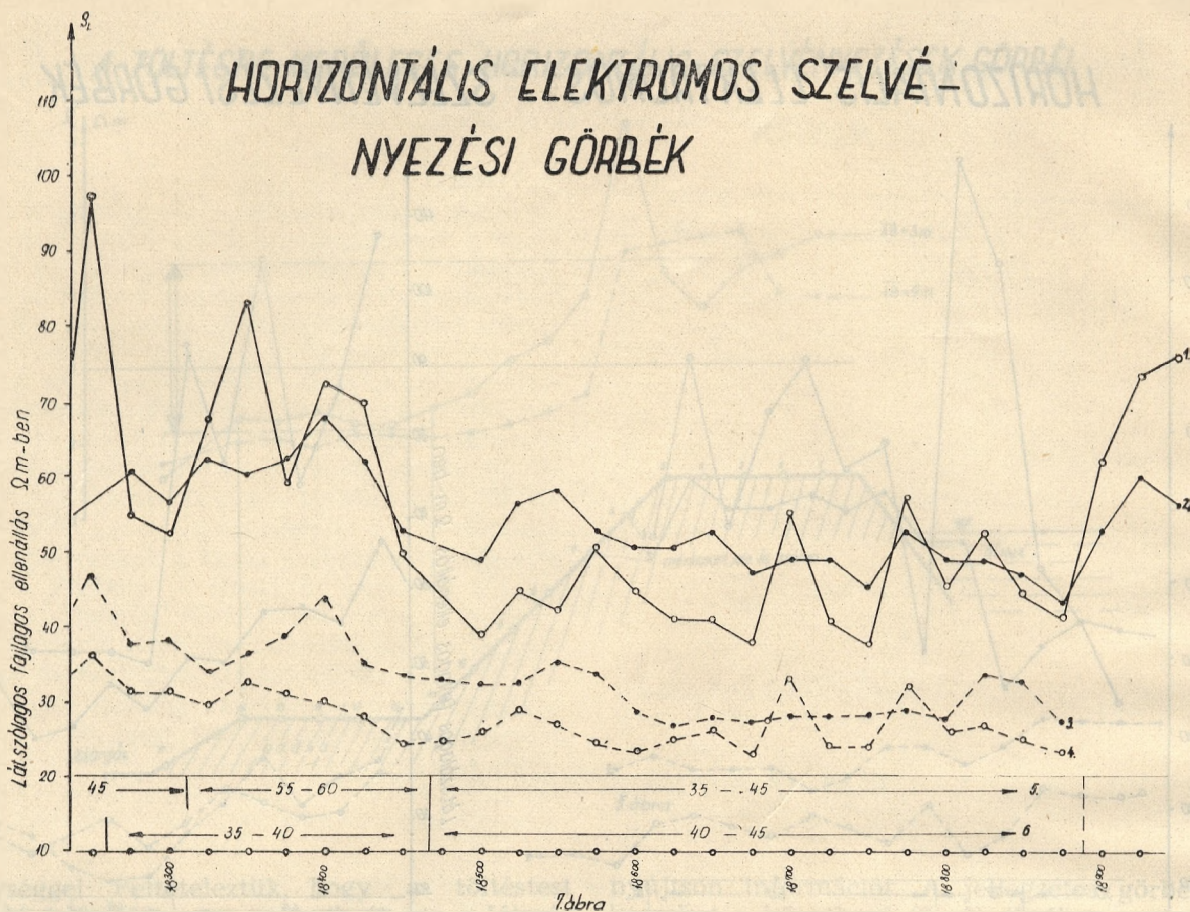
2. Elárasztáskor a  $\rho_L$  görbét elsősorban a töltés és a töltésalap anyaga, a vízzel való elárasztás mértéke és a töltéspadka magasságának ingadozása befolyásolja.

A geoelektromos mérések nem a bevezetőben meghatározott átázási szintet mutatják, hanem már az e felett levő — a töltés anyagának kapillaritásától és a víz nyomásától függő — átnedvesedett zónát is érzékelik. Az átázott gátszakaszok és az elárasztás mértékének meghatározására két lehetőség kínálkozik:

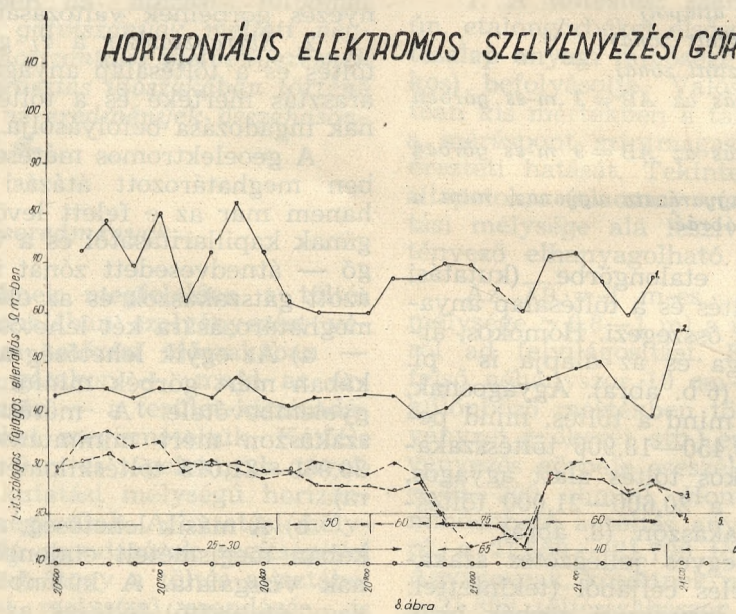
a) Az egyik lehetőség az elárasztás időszakában mért görbék minimum szakaszainak figyelembevétele. A mérésanyagból hosszabb szakaszon mért minimumot jelölhetjük ki a 20,950—21,075 töltéskilométerek között. (8. ábra).

b) A másik lehetőség, az elárasztás időszakában megismételt etalongörbe alakváltozásainak vizsgálata. A különböző anyagú (kötött, vagy átteresztő) töltések az átnedvesedés hatá-

# HORIZONTÁLIS ELEKTROMOS SZELVÉNYEZÉSI GÖRBÉK



# HORIZONTÁLIS ELEKTROMOS SZELVÉNYEZÉSI GÖRBÉK



sára anyagi minőségükre jellemző mértékben változtatják meg a  $e_L$  görbe alakját. Az ábrákon alul az egyes töltésszakaszokra jellemző csökkenés  $\rho_0$ -ban kifejezett értéket tüntettük fel. Az elárasztás következtében a kísérleti szakaszon a  $e_L$  értékek 10—80% $\rho_0$ -os csökkenését tapasztaltuk.

A töltésre jellemző  $\overline{AB} = 3$  m-es etalongörbe értékei 30—80% $\rho_0$ -kal változtak. A töltésre és töltésalapra jellemző  $\overline{AB} = 9$  m-es etalongörbén 10—60% $\rho_0$ -os változást tapasztaltunk. Az elárasztás következtében általában 40—45% $\rho_0$ -nál kisebb  $e_L$  csökkenést tapasztaltunk a horizontális szelvényezési görbe alapján agyagosnak, kötöttnek minősített töltésszakaszokon. Maximális, 55—80% $\rho_0$ -os  $e_L$  csökkenés a homokosnak, áteresztőnek minősített töltésszakaszokon fordul elő. 50—75% $\rho_0$ -os  $e_L$  csökkenés tapasztalható az elárasztáskor felvett görbék jellegzetes minimum szakaszain is. A mindössze néhány napig tartó kísérleti mérések eredménye biztató. Megállapítható, hogy az *átázottság vizsgálatára a horizontális geoelektromos szelvényezés alkalmas*. A célszerű kutatási mélységüre választott etalongörbékől következtetni lehet a töltéspadka és a töltésalap anyagi minőségére (áteresztő, vagy kötött).

Az elárasztás idején megismételt horizontális szelvényeken éles minimum szakaszokat és az átázás hatására az értékek 10—80% $\rho_0$ -os csökkenését tapasztaltuk. A bemutatott mérésanyag szerint veszélyesnek ítéelhetők azok a gátszakaszok, ahol az elárasztáskor felvett görbék relatív minimum szakaszai a  $e_L$  50—75% $\rho_0$ -os csökkenése mutatkozik. Minthogy azonban figyelembe kell venni az adott gátszakaszon a gát keresztzelvénymenti anyagi felépítését, a gát mechanikai tulajdonságait, stb. ez az adat önmagában kevés.

A veszélyes gátszakaszok egyértelmű kijelölésére, a veszélyes szakaszokra érvényes általános törvényszerűségek megállapítására a jelenlegi mérésanyag még nem elegendő.

Az ajánlott geofizikai módszer egyik kedvező tulajdonsága a gyors adatszolgáltatás. Tekintettel, hogy árvíz idején hosszú töltésszakaszok gyors vizsgálatára van szükség, ajánljuk a folyamatos horizontális szelvényezés kidolgozását (a talajjal állandóan érintkező négy elektróda segítségével hányados-mérőn mérjük

a  $\frac{\Delta V}{I}$  értéket; ha azt írószerkezettel folyamatosan regisztráljuk a  $e_L$ -el arányos görbét kapunk).

Az ismertett anyag alapján a mérések sorrendje a következőképpen képzelhető el:

a) Etalongörbe felvétele geoelektromos szondázásokkal a mérési pontok szintezésével és helyenkénti állandósításával.

b) Árvíz idején a veszélyeztetett gátszakaszokon a mérések egyszeri, vagy többszöri megismétlése.

### Javaslat:

A mérnökgeofizika szerepe az árvízvédelmi munkálatoknál tapasztalataink szerint a következőképpen határozható meg:

1. Az árvízvédelemre való felkészülés idején adatok szolgáltatása és ármentesítési művek biztonságának fokozására.

2. Árvízkor a közvetlen védelmi beavatkozás helyének a kijelölése.

1. Az *árvízvédelemre való felkészülés* idején, az ármentesítési művek biztonságának fokozására javasolható geofizikai módszerek közül lényegesebbek:

a) A védőgát anyagának tömörségi vizsgálatához nukleáris karottázs mérések. A gát állagát nem veszélyeztető kis átmérőjű kézi fúrásokban végzett térfogatsűrűséget és esetleg hidrogéntartalmat meghatározó karottázs vizsgálatokkal in situ adatok nyerhetők a védőgát felépítésére vonatkozóan.

b) A védőgátakon, valamint a gátak közelében legutóbb előfordult koncentrált szivárgások, bugzárak valószínű helyét geoelektromos szondázásokkal tisztázni lehet. A szondázásokból szerkesztett geoelektromos rétegszelvények vázlatos felvilágosítást adnak a gát földtani szelvényéről; ezáltal tisztázható a szivárgások, bugzárak helye, továbbá az ilven tulajdonságokra hajlamos talajok kiterjedése.

c) A speciális problémáknál esetenként alkalmazható geofizikai módszerek, pl. a vízáramlásmérés, az eltemetett szádfalak, csővezetékek kutatása, vagy szádfalazáskor a védőgát rezgéseinek regisztrálása, stb.

2. A *közvetlen védelmi beavatkozás* hatékonyságának és gyorsaságának elősegítésére a cikkünkben részletesen leírt horizontális ellenállásszelvényezési módszer alkalmazható.

Az általunk ismertett vizsgálatok is bizonyítják azt, hogy a felszíni geofizika a mérnöki létesítmények tervezésénél, üzemeltetésénél kellő pontossággal alkalmazható, mert gyors, olcsó és megbízható eredményeket szolgáltat.

A mérnöki létesítmények meghibásodásának előrejelzésére — mint fentiekben ismertettük — is eredményesen alkalmazható.

Különösen fontos problémát jelent az árvédelmi töltések vizsgálata, mivel ezeknek feltárása egyrészt hosszadalmas, másrészt az elmúlt század közepe óta kerültek megépítésre, így sem anyagukról, sem a bedolgozás módjáról nincsenek megbízható adataink.

Ezért célszerűnek véljük a cikkben ismertett mérésorozatot folytatását, illetve azok

eredményeinek kiterjesztését, részben az árvédelmi töltések, részben pedig más vonalas mérnöki létesítmények megóvása érdekében.

Általánosságban megállapítható az, hogy a mérnökgeofizika alkalmazási területe egyre több mérnöki problémához kapcsolódik (csúszásos területek vizsgálata, árvízvédelem, út, vasút építése, nagyobb ipari létesítmények alapozási problémái, stb.), ezért intézményes fejlődése egyre inkább szükségszerűvé válik.

1. Bratán Mária, Török László, Dr. Zsuffa István: Középdunántúli Vízügyi Igazgatóság árvízvédelmi szervezete hidrogeológiai csoportjának jelentése. 1966. kézirat.
2. Jóna Ernő: Jelentés az 1965. évi dunai árvízvédekezéssel kapcsolatos geoelectromos mérésekről. ELGI 1966. kézirat.

## A mátrai ércelőfordulások fontosabb jellemzői meghatározásának módszere és pontossága

Írta: Kun Béla

Egy ásványelőfordulást a haszonanyag megnevezésén kívül mennyiségével, minőségi jellemzőivel és esetleg ezek meghatározásának pontosságával szokták jellemezni.

A meghatározás alapjai a következők:

1. Az ércetest számításba vehető felülete.
2. A felület egészére számolható átlagos vastagság.
3. A számításba vett felületen, különféle módon vett minták alapján megállapított fémtartalmak átlaga.
4. A minták alapján meghatározott átlagos térfogatsúly.

Az egyes jellemzők értékeit tényleges minták vagy mérések mint a (2), (3), (4) alattiak, vagy földtani megfontolások (mint egyes esetekben a számításba vehető felület) alapján határozzák meg — általában egyszerű matematikai átlagolással. Újabban a pontosságát is vizsgálják.

Magyarországon a nyilvánosság előtt még nem foglalkoztak az egyes jellemzőknek, mint valószínűségi változóknak az eloszlásával. A felület kivételével — valamennyi jellemző mérési adat. A mérés helyén a jellemzőnek helyi értéke van, amely a földtani körülményektől függ. A meghatározását ezen túlmenően a mérési — mintavételi hibák terhelik.

Sok vita folyik azzal kapcsolatban, hogy a földtani viszonyoktól függő jellemzők statisztikai fogalmazás szerint véletlen és egymástól független változóknak tekinthetők-e, vagy sem. (1), (2), (3). Ma már általában elfogadott, hogy:

- a) a földtani viszonyoktól függő jellemzők nem tekinthetők véletlen statisztikai változóknak. Nagyobb a valószínűsége annak, hogy valamely jobb fémtartalmú rész mellett értékéhez közel álló jó fémtartalmú részt találjunk, mint annak, hogy a jó fémtartalmú részt kis fémtartalmú rész mellett találjuk meg átmenet nélkül.
- b) A legtöbb esetben az egyes jellemzők között stohasztikus kapcsolat is meghatározható.

Az a körülmény, hogy a jellemzők nem véletlenszerű statisztikai változóké s, hogy egymástól nem függetlenek, átlagértékeik és becslési pontosságuk szempontjából fontos.

Ha elfogadjuk azt a megállapítást, hogy az egyes jellemzők statisztikai változók, legvalószínűbb értékük meghatározására a statisztikai módszereket alkalmazhatjuk. Figyelembe kell veyük ezen meghatározásnál azt a körülményt, hogy mint bármilyen mintázás esetén, itt is csak a mintaértékek statisztikai mérőszámát határozhatjuk meg, mert a valóságot nem ismerjük.

Statisztikai becslés szempontjából a fontosabb összefüggések a következők:

- a) Az a sűrűség függvény, amellyel a jellemzőnek, mint valószínűségi változónak eloszlását jellemezhetjük.
- b) A valószínűségi változó eloszlását leíró eloszlásfüggvény. (Fémoszlás, vastagság eloszlás.)



- c) Az egyes jellemzők közötti kapcsolat.
- d) Az egyes jellemzők szórásának nagysága (a mért és a várható érték különbségei négyzeteinek összegéből vont pozitív négyzetgyök.)

A fenti összefüggéseket az alábbiak szerint határozhatjuk meg:

Amikor egy ércelőfordulás esetében bizonyos meghatározott fémtartalomnál rosszabb minőségű részeket fokozatosan kizárunk a készletből, a készlet magától értetődően a kizárási határ fémtartalom függvényében állandóan csökkenni fog. Több szerző véleménye szerint minden ércelőfordulásra megállapítható egy olyan matematikai összefüggés, amelynek alapján a határ fémtartalom függvényében előre meghatározható, hogy az egész készletnek és a benne lévő fémnek hányad része, hány százaléka marad meg, mint leművelhető készlet. Ez az összefüggés a fémoszlás törvényszerűsége. Ennek megismerése a földtani kutatások egyik legfontosabb feladata kell legyen, mert a várható gazdaságossági viszonyok csak ezen törvényszerűség ismeretében becsülhetők kielégítő pontossággal. Enélkül nem becsülhető:

- a) az előfordulás várható átlagos fémtartalma (a hasznásvány koncentráció) és azok a fémtartalom határértékek, amelyek között az általunk számolt átlag fémtartalom legalább 95%-os valószínűséggel belül marad.
- b) az előfordulás várható mennyisége egy határértékként meghatározott fémtartalomnak és esetleg vastagságnak függvényében.

A fentiekben említett fémoszlást a következő módon lehet meghatározni:

Az egész ásványkészletet egyenlő és igen kicsiny részekre osztjuk. Minden kicsiny résznek meghatározzuk a fémtartalmát (több fém esetén valamennyi fémtartalmat.) Egy-egy ilyen készletrészhez tartozó fémtartalom érték számít egy-egy statisztikai megfigyelésnek. Ezek után a megfigyeléseket, növekvő fémtartalom szerint rendezzük. Megfelelő fémtartalom határközöket választunk és kiszámoljuk, hogy egy-egy ilyen viszonylag kicsiny fémtartalom határközbe hány megfigyelés esik. Egy-egy határközbe eső megfigyelések számának aránya az összes megfigyeléshez adja a fémtartalom eloszlást (sűrűség függvény) a minőség függvényében. A sűrűség függvényt histogram segítségével ábrázolhatjuk. Ha az egyes közhöz tartozó eloszlásokat növekvő fémtartalom függvényében összegezzük, egy monoton növekvő függvényt (eloszlás függvényt) kapunk. Attól függően, hogy a fémoszlás, vagy az utóbb említett eloszlás függvény milyen lefutású, többféle fémoszlás típust különböztetünk meg:

- a) Lineáris eloszlás. Ennél az eloszlástípusánál feltételezik, hogy a hasznásvány és a meddő összenőtt szemcséi az egész ásványelőforduláson belül úgy fordulnak elő, hogy a koncentráció csökkenésével a szemcsék mennyiségének, vagy az előforduláshoz viszonyított arányának mérőszáma lineárisan változik, általában lineárisan nő.

- b) Normális eloszlásról beszélünk abban az esetben, ha az „a” alatti szemek eloszlása a Gauss-féle eloszlási függvényt követi.
- c) Binomális eloszlás esetében a fémtartalom és az ércmennyiség közötti összefüggés binomális eloszlás törvényeit követi.
- d) Lognormális eloszlás feltételezése esetén abból az ismeretből indulunk ki, hogy az ércképződés közben nemcsak az ásványképzők hatottak, hanem egyéb tömegezők is, amelyeknek hatására jelentkező termékek paraméterei ún. longnormális eloszlásúak szoktak lenni. Közismert, hogy az ugyancsak tömegezők hatására létrejövő közetaprózódási folyamat során keletkező termék-szemnagysága és mennyisége között longnormális kapcsolat van.
- e) Pearson féle eloszlás. Míg a longnormális eloszlás a normálishoz képest negatív asszimetriát mutat, a Pearson féle eloszlás az egész előfordulásra két eloszlási csúcsot állapít meg. Az egész előfordulás kb. 50%-ának az eloszlása ebben az esetben negatív asszimetriájú, míg a másik 50% pozitív asszimetriájú.

Az a körülmény, hogy az egyes jellemzők változása nem tekinthető véletlen változásnak, azt jelenti, hogy csak olyan eloszlástípust fogadhatunk el, amelyet földtanilag is magyarázni tudunk.

Az eloszlástípus vizsgálatához a statisztikai normalitás vizsgálat módszerét célszerű alkalmazni. Ehhez a vizsgálatához lineáris skálájú Gauss diagramot vagy logaritmikus skálájú Gauss diagramot használunk.

A gyöngyösoroszi ércelőfordulás esetében több mint 3000 minta alapján kiszámoltuk a minták cinktartalom szerinti megoszlását. A 0,5% cinktartalomnál kisebb fémtartalmú részeket a vizsgálatból kihagytuk, mert igen sok helyen a telérek mellett meddőben 0,6—0,8% cinktartalmat is meg lehetett állapítani. Az ennél nagyobb fémtartalmú részeket 0,5% osztályközökben csoportosítottuk. Az egyes osztályközökhöz tartozó minták összes mintához viszonyított arányának növekvő osztályközönkénti összegét logaritmikus Gauss diagramon ábrázoltuk. (Lásd a 2. mellékletet.)

Ezt követően kiszámoltuk az így kapott pontsereghez legjobban idomuló egyenes egyenletét, úgy, hogy az x koordináták tekintetében

a koreláció számításnál a logaritmusok centiméteregyenértékét vettük, míg az  $y$  koordinátákat a kapott százalékhöz tartozó Gauss függvényértékből számoltuk az 5 cm-es egység-hossz figyelembevételével. Amint egyébként az ábrán is látható, igen szoros (0,97) koreláció állapítható meg, a fémtartalom és a hozzá tartozó érckészlet, illetve mintarész arány között. (1. ábra.)

A vizsgálat igazolja, hogy a gyöngyösoroszi érckészlet az úgynevezett longnormális eloszlástípushoz tartozik.

A leírtak szerint megszerkesztett egyenes a Henry féle egyenes. A Levean féle diagram papíron szerkesztett Henry egyenessel több statisztikai mutatót grafikusán meghatározhatunk. A meghatározás menetét a 2. melléklet tartalmazza.

A vizsgálatot egyes telérekre és teléreken belül egyes szintekre is elvégeztük. A vizsgálat során megállapíthatjuk a következőket: Egyes teléreknél és szinteken az ólom- és cinktartalmakat ábrázoló egyenesek közel párhuzamosak. Lefutásukat az 50 és 98,93% közé eső fémtartalom logaritmus értékének hosszával lehet legjobban kifejezni. A két logaritmus érték között általában 10%-nál kisebb különbség van. Ez a körülmény egyúttal azt is igazolja, hogy az ólom- és cinktartalom között elég szoros korelációt kell feltételeznünk.

Különös viselkedést mutatott a Malombérc-telér fémeloszlása. Még a gyengébb fémtartalmú részek kizárása után is a mintegy 60%-ot kitevő gyengébb fémtartalmú részeket és a további 40%-ot kitevő jobb fémtartalmú részeket ábrázoló pontok egymást metsző egyeneseken helyezkedtek el. Ez a körülmény határozottan mutatja, hogy ebben az esetben kétféle ércesedés van jelen, egy rosszabb minőségű, de nagyobb mennyiségű és egy kisebb mennyiségű, jobb minőségű ércesedés. A jobb részekhez tartozó gyengébb szakaszokat külön választva és csak ezeket a jobb szakaszokat vizsgálva, egy az előzőekben meghatározottnál átlagban jobb fémtartalmat mutató, de most már egyenes lefutású összefüggés határozható meg.

A fentiek szerint egyértelműen meg lehet állapítani, hogy a gyöngyösoroszi ércelőfordulás lognormális eloszlás típusú.

Ezt követően megvizsgáltuk, hogy a telérvastagsági értékek milyen eloszlást követnek. Hasonlóképpen elvégeztük a logaritmus Gauss papíron az eloszlás illeszkedés vizsgálatát, és amint az 1. ábrán látható, megállapítottuk, hogy a telérvastagság is lognormális eloszlású.

A recski Lahócza ércelőfordulásának eloszlástípusát két év bányamintái alapján határoztuk meg. Az eloszlásfüggvényt a gyöngyösoroszi ércelőfordulás vizsgálatára használt dia-

gramon ábrázolva, a lognormális eloszlástípus ebben az esetben is megállapítható.

A kapott eredmények alapján egy-egy telér, telérrész, vagy az egész előfordulás fémtartalmának fémeloszlása és magának az átlag fémtartalomnak meghatározása szempontjából a következő jellemzők használatát tartjuk célszerűnek.

- 50%-os előfordulási valószínűséghez tartozó fémtartalom.
- A fémtartalom szórtságára jellemző és egyúttal a fémeloszlási egyenes meredekségét mutató  $10\sigma$  érték, amit úgy kapunk meg, hogy lemérjük az 50%-os és a 98,93%-os valószínűséghez tartozó fémtartalmakat és ezek logaritmusainak különbségét képezzük. (A diagramra a 98,93%, illetve ennek megfelelő 1,07% eloszlási valószínűségnek megfelelő vonalat berajzoltuk.)
- Legvalószínűbb átlagérték a lognormális eloszlás figyelembe vételével számolva.
- A 95%-os valószínűség és  $2\sigma$  érték figyelembevételével számolható konfidencia intervallum szorzótényezője ( $t$ ).

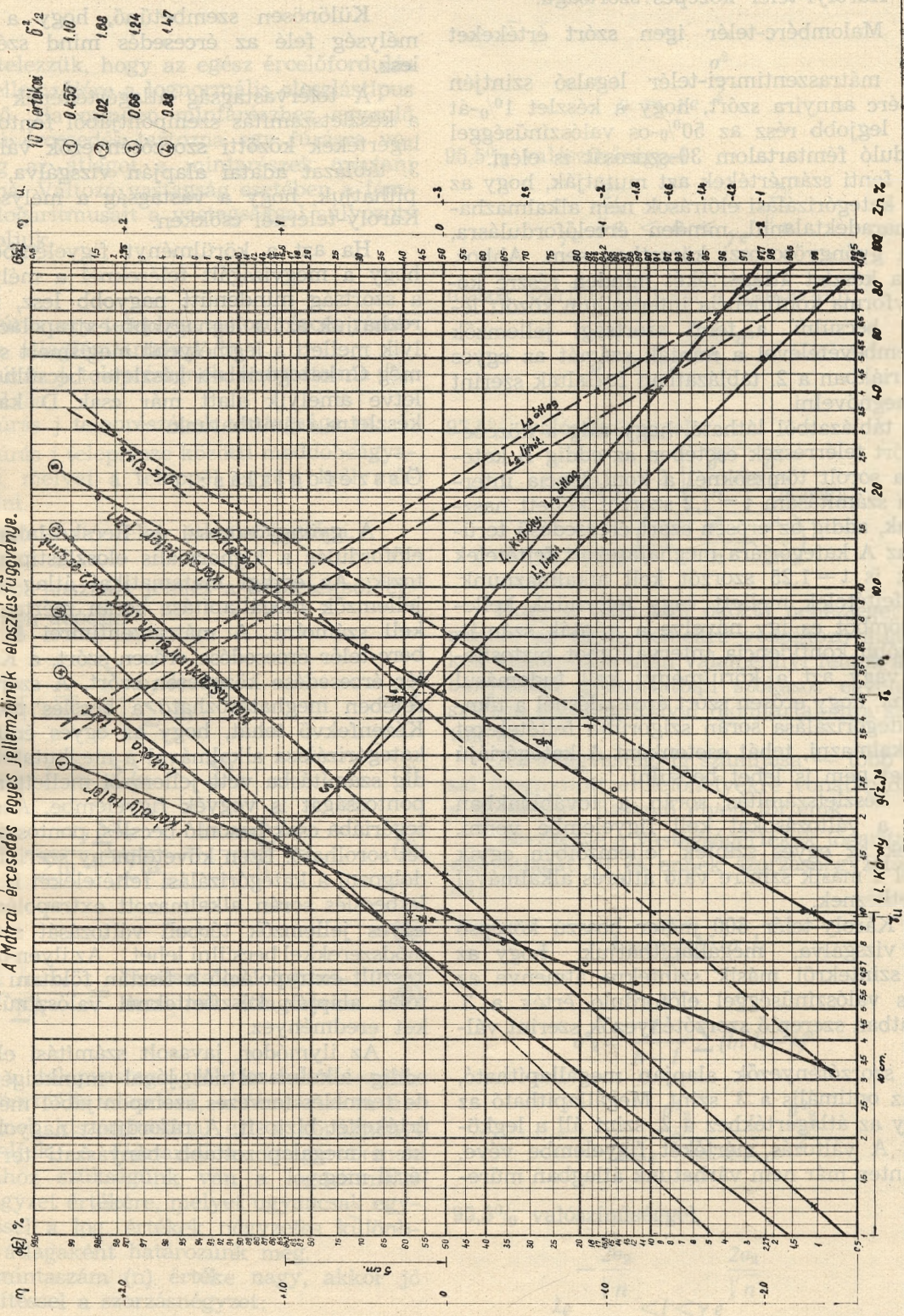
Az átlagértékek és egyéb paraméterek számítására vonatkozó képleteket az 1. melléklet tartalmazza.

A fentiek alapján meg lehet állapítani, hogy az érckészlet számításnál alkalmazott eddigi aritmetikai átlagolás nem adhatott megfelelő értéket. Különösen jelentős átlagfémtartalom különbségeket kaptunk azoknál a tömbök-nél, ahol a mintaeredmények szórása nagy volt. Nem vezethetett megfelelő eredményre az a kísérletezésünk sem, hogy az átlagszámításnál a nagyobb fémtartalmú részeket viszonylag kisebb súllyal vegyük figyelembe az átlagolásnál. (Watermayer vagy Truscott által javasolt átlagolási módszerek.) Egy pár tömbre vonatkozó átlagérték adatot az 1. táblázat tartalmaz. A táblázatból látható, hogy az eltérés egyes esetekben a 20%-ot is meghaladja.

Megállapításaink arra ösztönöztek, hogy az egyes tömböket mind fémtartalom, mind telérvastagság szempontjából 3 csoportba soroljuk.

- Igen szórt mintaértékkel jellemezhető tömbök. Ebbe a kategóriába tartozónak ítéljük azokat a tömböket, ahol a  $10\sigma$  érték meghaladja az 50 mm-t, tehát ahol a minták 1%-a 3,15-ször nagyobb fémtartalmú, mint az 50%-os előfordulási valószínűséghez tartozó érték.
- Közepesen szórt ércesedés, ahol a mintaeredményeknek legfeljebb 1%-a nagyobb az 50%-hoz tartozó érték kétszeresénél.
- Egyenletes eloszlást mutató ércesedés, ahol a legnagyobb érték a legkisebb értéknek legfeljebb kétszerese.

A Mátrai ércesedés egyes jellemzőinek eloszlásfüggvénye.



Ilyen értelemben vizsgálva Gyöngyösoroszi egyes teléreit, a következőket állapíthatjuk meg:

A Károlyi-telér közepes szórtságú.

A Malombérc-telér igen szórt értékeket mutat.

A mátraszentimrei-telér legelső szintjén talált érc annyira szórt, hogy a készlet 1%-át kitevő legjobb rész az 50%-os valószínűséggel előforduló fémtartalom 30-szorosát is eléri.

A fenti számértékek azt mutatják, hogy az eddigi kategorizálási előírások nem alkalmazhatók maradéktalanul minden ércelőfordulásra, még a gyöngyösoroszi körzetben sem. Ahhoz, hogy a készlet átlagértékét minden részre közel egyforma konfidencia intervallum között lehessen becsülni, a fenti szórtsági jellemzők figyelembevételével a minták számát az egyes kategóriákban a 2. táblázatban foglaltak szerint kell megnövelni.

A táblázatból látható, hogy míg a közepesen szórt telérrészek esetében az eddig B kategóriába sorolt tömzsöknél a konfidencia intervallum számítására  $t = 1,2$  szorzót kellett használnunk, addig az erősen szórt ércesedésű területen az A kategóriára meghatározott feltételek mellett is  $t = 1,25$  szorzót kell alkalmaznunk. Ilyen feltételek mellett vagy feleznünk kellene a tömböt és így növelve a minták számát, kedvezőbb konfidencia intervallumot biztosítanánk, vagy azt a körülményt kell tudomásul vennünk, hogy erősen szórt ércesedésnél a tömbök kategorizálása során szigorúbb feltételeket kell alkalmazni, tehát esetenként A kategóriájú készletet nem is lehet becsülni.

A készletszámítás során a továbbiakban azokat a változásokat kell figyelembe venni, amelyek az egyes szintek jellemzőiben egyik szintről a másik szintre való áttérés alkalmával bekövetkeznek.

A Károly-telér 600 méter hosszú középső részét vizsgálva, megállapíthatjuk, hogy az egyes szintekről másik szintekre átmenve az 50%-os valószínűséggel előforduló érték a 3. táblázatban szereplő szorzótényezők szerint változik.

A szorzótényezők alapján megállapítható, hogy az optimális a 3. szint. Megállapítható az is, hogy az átlagértékhez a 2. szint áll a legközelebb. A változás mértékét figyelembe véve, a 8. szinten már nem várhatunk átlagban műre-

való ércesedést, csak egyes kisebb tömbök műrevalóságával számolhatunk.

Kisebbs változás tapasztalható a 10<sup>0</sup> értékben is (lásd 3. táblázat).

Különösen szembeütő, hogy a nagyobb mélység felé az ércesedés mind szétszórtabb lesz.

A telérvastagság átlagértékének változása a készletszámítás szempontjából fontos. Az átlagértékek közötti szorzótényezők változását a 3. táblázat adatai alapján vizsgálva, megállapíthatjuk, hogy a vastagság a mélység felé a Károly-telérnél csökken.

Ha azt a körülményt figyelembe vettük, hogy a megvizsgált teléreknél a mélység felé a szórtság mindenütt nagyobb lesz, meghatározhatjuk azt a legnagyobb extrapolációt, amelyik mellett a legmélyebb megismert szint alatt még C<sub>2</sub> kategóriabeli készletet becsülhetünk, illetve amelyik alatt már csak D kategóriájú készletre számíthatunk.

### Összefoglalás:

A gyöngyösoroszi és Recsk—lahóczai ércelőfordulás a lognormális eloszlástípushoz tartozik. Az eddigi matematikai átlag helyett a jellemzők megállapítása során mértani átlagot kell számolni. A mátraszentimrei és Malombérc-telér ércesedése erősen szórt, a Károly-telér ércesedése közepesen szórt. A szórás ismeretében meghatározható a becslés pontossága. Kézenfekvő tehát, hogy az egyes érckészletek kategorizálása alkalmával a megkutatottság eddig számításba vett jellemzői mellett a becslés pontosságát is vegyék figyelembe. Azonos kategóriába csak hasonló becslési pontosságú készlet sorolható. Ezen követelmény szerint kell át dolgozni a kategorizálási feltételeket is. A készletbecslés során alkalmazott extrapolációnál az egyes jellemzők térbeli változását statisztikai módszerekkel becsülni lehet. Az ilyen becsléssel készült extrapoláció a tisztán földtani megfontolás alapján készítettéknél valószínűbb értéket eredményez.

Az ily módon javasolt számítási eljárás az eddig alkalmazottnál jóval munkaigényesebb, de termelés tervezés szempontjából megbízható értékeket biztosít. A ráfordított nagyobb munka a megalapozottabb bányászati tervezésben térül meg.

## ÉRCTELEPEK (TELÉREK) VASTAGSÁG ÉS FÉMTARTALOM ÁTLAGÉRTÉKEINEK SZÁMÍTÁSA

Feltételezzük, hogy az egész ércelőfordulás minden jellemzőjére a lognormális eloszlástípus a jellemző. Ha minden mintarészhez egyenlő vastagságú ércesedés tartozna egy fúrásra vonatkozólag az átlagot a mintarészek mértani átlaga adná. Változó vastagság esetében a fémtartalom logaritmusait a vastagsággal súlyozot-  
tan átlagoljuk.

Legyen:

$x'_i$  =  $i$  fúrás egy telephez tartozó érces részének átlagfémtartalma %.

$x_{ij}$  =  $i$  fúrás  $j$  teleprészének fémtartalma %, ahol  $x_{ij} > 0$

$l_{ij}$  =  $i$  fúrás  $j$  teleprészének vastagsága m.

$l_{ik}$  =  $i$  fúrás  $j$  teleprésze közötti meddőbeágyazás, melyet a teleppel együtt kell művelni.

$l$  = azonosítható telep átlagvastagsága.

A többi használt jelölés a képletekből értelemszerűen adódik.

$$\ln x'_i = \frac{\sum l_{ij} \ln x_{ij}}{\sum l_{ij}} \quad (1)$$

$$l_i = \sum l_{ij} + \sum l_{ik} \quad (2)$$

$$x_i = \frac{x'_i \sum l_{ij}}{\sum l_{ij} + \sum l_{ik}} = \frac{x'_i \sum l_{ij}}{l_i} \quad (3)$$

$$\gamma_i = \ln x_i \quad (4)$$

$$\gamma = \frac{\sum l_i \ln x_i}{\sum l_i} = \text{fémtartalom logaritmusainak átlagértéke} \quad (5)$$

Bár a telepvastagságról is feltételezzük, hogy lognormális eloszlású, a fémtartalom átlagértékének kiszámításánál ezt a körülményt elhanyagoljuk. A fémtartalom átlagértékének számításához szükségünk van a logaritmusok szorzásnégyzet értékére, melyet ugyancsak egyszerűsítéssel a log. értékek négyzetes különbségeinek átlagaként határozzunk meg.

Ha mintaszám ( $n$ ) értéke nagy, akkor jó megközelítéssel a szorzásnégyzet:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum (\gamma_i - \gamma)^2 \quad (6)$$

A fémtartalom átlagértéke

$$a = \gamma e^{\frac{\sigma^2}{2}} \quad (7)$$

95,5% valószínűséggel

$$\gamma e^{-\frac{2\gamma}{\sqrt{n}}} < a < \gamma e^{\frac{2\gamma}{\sqrt{n}}} \quad (8)$$

mások szerint, ha kicsi a mintaszám:

$$a = \gamma e^{\frac{n-1}{2n} \sigma^2} \quad (9)$$

97,5% valószínűséggel

$$a > \gamma e^{-2 \sqrt{\frac{\sigma^2}{n} + \frac{\sigma^4}{2n}}} \text{ vagy} \\ a > \gamma \exp \left( -2 \sqrt{\frac{\sigma^2}{n} + \frac{\sigma^4}{2n}} \right) \quad (10)$$

Hogy a több fém okozta nehézséget elkerüljük, az egyes fémekre vonatkozó átlagértékek kiszámítása után valamennyi fémet, az ércbányászati gyakorlatban szokásos egyenértékszorzók alkalmazásával ólomtartalomra számoltuk át.

Az átlagvastagság számítása — több fúrásal megnyitott ércelőhelyekre vonatkozólag — a fentiekhez hasonló elven történik.

Bevezetve a vastagságértékek logaritmusainak átlagát ( $\lambda$ ) és ennek szorzásnégyzetét ( $\sigma^2$ ), ha:

$$\lambda = \frac{1}{n} \sum \ln l_i \quad (11)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum (\ln l_i - \lambda)^2 \quad (12)$$

$$\frac{\sigma^2}{2} = \lambda \exp \frac{\sigma^2}{2} \quad (13)$$

95,5% valószínűséggel,

$$\lambda e^{-\frac{2\sigma_2}{\sqrt{n}}} < l < \lambda e^{\frac{2\sigma_2}{\sqrt{n}}} \quad (14)$$

97,5% valószínűséggel

$$l > \lambda \exp \left( -2 \sqrt{\frac{\sigma_2^2}{n} + \frac{\sigma_2^4}{2n}} \right) \quad (15)$$

A továbbiakban annak ellenére, hogy a közbetelepült meddőt mind hígító tényezőt már a fémtartalom számításnál is figyelembe vettük, további 10% meddőhigulással számolunk, tehát mint továbbdúsításra kerülő fémtartalmat csak 0,9. a értéket veszünk figyelembe. Ezzel

együttal az összes fémmennyiség szempontjából a fejtési veszteséget is figyelembe vettük.

Bányavágattal történő kutatásnál, fúrás helyett a bányavágatot (vágatszaka-zt), magminta helyett, egyéb mintát kell érteni.

## II. melléklet

### FÉMELOSZLÁS JELLEMZŐINEK GRAFIKUSÁBRÁZOLÁSA

A Gauss-féle diagrampapíron (—) az x tengelyre a vizsgált változót, vagy annak logaritmusát az y tengelyre a standard normális eloszlás eloszlásfüggvényét ábrázoljuk. A tengelyeken kétféle beosztást alkalmazunk. Az abszciszán a vizsgált változó logaritmusát ábrázoljuk, ahol az egyenletes beosztást a 10 alapú logaritmus karakterisztikája adja, hogy  $\log 10 = 10$  cm legyen. Az ordinátán a Gauss függvény valószínűségi változóját ( $\eta$ ) visszük fel lineárisan. Ha a független változó x, logaritmi-kus medianjához tartozó érték m, az egyes változók közötti összefüggéseket az alábbi egyen-letek adják.

$$\eta = 5z \quad (1)$$

$$z = \frac{1}{\sigma} \ln \frac{x}{m} \quad (2)$$

A 2. képlet alapján, ha z normális eloszlású, x lognormális eloszlású. Mivel  $\eta = a \log x$  változó medianja és m az ehhez tartozó x érték a (2)-ből

$$z = \frac{\ln x - \ln m}{\sigma}$$

Az x fémtartalomnál dúsabb részek ásványa:

$G(Z) = 1 - \Phi(Z)$ , ahol  $\Phi(z)$  a N(0,1) eloszlásfüggvény (Prékopa — valószínűségelmélet II. táblázat). A diagram bal oldalán  $\Phi(z)$  jobb oldalán G(z) beosztást alkalmazunk. A Gauss papíron ábrázolt valószínűségi változó egyenlete az  $\eta$ , log x koordináta rendszerben egy egyenest kell adjon. (Henry-féle egyenes) Az (1) és (2) alapján

$$\eta = 5z = \frac{5}{\sigma} \ln \frac{x}{m} = \frac{10}{2\sigma} \ln 10 (\log x - \log m) \quad (3)$$

Az egyenes hajlása az x tengelyhez függ

a 3) egyenlettől és az alkalmazott hosszléptékek-től. Jelen esetben a hosszléptékek aránya  $\frac{5}{10} = \frac{1}{2}$ . Keressük a  $\log x = 10 \sigma$  értéknek megfelelő  $\eta$  értéket. Behelyettesítve a (3) egyenletbe

$$\eta_{10\sigma} = 10 \frac{\ln 10}{2\sigma} (10\sigma - \ln m) = 11,513 - \ln m = 11,513 \text{ cm.}$$

mivel az N(0,1) eloszlás függvény esetében  $m = 0$ , jelen esetben  $G(z) = 50$  ordinátához, mint o értékhez viszonyítunk. A 11,513 cm az alkalmazott lépték szerint megfelel a  $\Phi(Z) = 98.93$  értéknek. Erre az ordinátára levetítjük azt a pontot, ahol az egyenes metszi a  $G(Z) = 50$  ordinátát és lemérjük a levetített pont és a  $G(Z) = 98.93$  ordinátával való metszéspont közötti távolságot. Ez a távolság  $d = 10 \sigma$ .

A szorzásnégyzet ( $\sigma^2$ ) meghatározásához abból indulunk ki, hogy az x legvalószínűbb értéke, lognormális eloszlásnál

$$a = m \cdot e^{\frac{\sigma^2}{2}} \quad (4)$$

tehát x = a helyen

$$\ln \frac{a}{m} = \frac{\sigma^2}{2} \text{ ezért a (3) egyenlettől}$$

$$\eta_{x=a} = \frac{5}{\sigma} \cdot \frac{\sigma^2}{2} = \frac{5}{2} \sigma = \frac{10 \sigma}{4} = \frac{d}{4} \quad (5)$$

A mediántól növekvő  $\Phi(Z)$  érték felé lemérjük a  $\frac{d}{4}$  hosszát, az így kapott ordináta érték, ahol metszi a Henry egyenest, ott van az x változó legvalószínűbb értéke.

Egyes gyengébb részek kizárása esetében a várható átlag fémtartalom javul. Ha x o fémtartalomnál gyengébb részeket a készletből ki-

zárunk, a kizárt készletrész  $\emptyset(Z_0)$ , a maradó készletrész  $G(Z_0)$ . A maradó készletrészben levő fémmennyiség aránya az egész fémmennyiséghez  $G(Z_0 + \sigma)$ . A  $G(Z_0 + \sigma)$  értéket kapjuk, ha  $G(Z_0)$  értékhez hozzáadjuk a  $\frac{d}{2}$  hosszát. Ezen a helyen ugyanis

$$\eta' = 5(Z_0 + \sigma) = 5Z_0 + 5\sigma = \eta_0 + \frac{d}{2} \quad (6)$$

A fémtartalomváltozás arányát megkapjuk, ha a fémmennyiség arányt osztjuk az érckészlet arányával

$$u = \frac{G(Z_0 + \sigma)}{G(Z_0)} \quad (7)$$

A megmaradó készletrész legvalószínűbb fémtartalma tehát

$$a_{x > x_0} = ua \quad (8)$$

Határozzuk meg a változó  $x_0$  határfémtartalmak esetére a megmaradó készlet  $a_{x > x_0}$  fémtartalmát és ábrázoljuk az  $a_{x > x_0}$  fémtartalmát a készlet függvényében. Lasky szerint a legtöbb ércelőfordulásra

$$a_{x > x_0} = A - B \log G(Z_0)$$

Ha a  $x > x_0$  helyett a hozzá tartozó  $u$  értéket ábrázoljuk az  $\eta$  léptékben és a  $G(Z)$  értéket, mint logaritmikus értéket most az  $x$  tengelyen ábrázoljuk, a keresett egyeneseket a gyöngyösoroszi előfordulásokra is megkapjuk

(1. ábra L jelű egyenes). Célszerűségi okból a diagramon  $\eta = -2$  értéknél vettük fel az  $u = 1$  értéket. A diagram ebben az esetben azt fejezi ki, hogy pl. másfélszer vagy kétszer nagyobb bevételt biztosító üzemet akarunk létesíteni, az egész érckészlet hányadrészét vehetjük figyelembe. Az 1. ábrán 3 jelzett készletre az összefüggés:

$$u = 4.27 - 1.62 \log G(Z_0) \quad (10)$$

Ha  $u_1 = \frac{x}{m}$ , akkor

$$u_1 = 4.42 - 2.03 \log G(Z_0) \quad (11)$$

A két egyenes egymást egy  $C$  ( $u = 3.67$ ,  $G(z_0) = 2.35$  pontban metszi. Ezt a pontot N. Mihailovici konvergencia pontnak nevezi. Amennyiben a fémtartalomeloszlást a készlet-számítási tömbök fémtartalmai alapján határoztuk meg, úgy a  $C$  pont a legdúsabb tömb fémtartalmát és készletét jelzi. A két egyenes által bezárt szög, a konvergencia szöge, annál kisebb, minél nagyobb a  $\sigma$ . Az ábrán 1. jelzett telér legkisebb fémtartalmú szintjén

$$u = 6.6 - 2.84 \log G(z_0) = A_1 - K_1 \ln G(z_0) \quad (12)$$

$$u_1 = 6.6 - 3.07 \log G(z_0) = A_2 - K_2 \ln G(z_0) \quad (13)$$

N. Mihailovici szerint Krige-nek a varianciák összegezhetőségére vonatkozó elvének fenntartásával.

$$K_2 = K_1 (1 + \delta) = k \sigma (1 + \delta) \quad (14)$$

ahol  $K_1$ ,  $K_2$  és  $k$  állandók, a konvergencia szögétől függő tényezők és a  $\sigma$  függvényei. A 14. képlet alapján

$$u = u_1 + k \sigma \delta \ln G(z_0) \quad (15)$$

A tizenöt képlet birtokában bármilyen limitfémtartalom figyelembevételével a várható átlagfémtartalmat könnyen számolhatjuk.

1. táblázat

Egyes érc-tömbök Zn tartalom átlagértékei különféle számítások szerinti

Tömb	Minták száma	Zn tartalom átlaga			Legnagyobb	$\sigma$	Konfidencia intervallum	Legvalószínűbb érték	Legkisebb érték
		súlyozott matematikai	eltérített matematikai	logaritmusok átlaga szerint					
1.	34	8,03	7.80	6.99	5.3	0.33	0,89—1,12	7,35	6,26
2.	26	7,49	6.95	6.45	4.3	0.31	0,88—1,10	6,78	5,68
3.	19	5.34	4.85	4.97	5.9	0.47	0,81—1,24	5,58	4,02
4.	22	4.48	3.60	3.59	9.4	0.61	0,77—1,30	4,31	2,78
5.	21	9.12	6.65	7.82	7.5	0.54	0,79—1,27	9,05	6,18
6.	28	3.48	3.42	3.16	11.2	0.84	0,73—1,37	4,46	2,31
7.	19	2.58	3.28	2.92	18.6	0.92	0,65—1,54	4,37	1,89

2. táblázat

Azonos konfidencia intervallumot biztosító mintaszám változó szórásnégyzet esetében, ha a kategóriában 75 m<sup>2</sup> felületre jut egy minta

Szórás- négyzet $\sigma^2$	Konfidencia intervallum 95% valószínűségre (1/t-t)						S z ó r á s	
	0.91—1.10	0.835—1.200	0.77—1.30	0.67—1.50	0.60—1.66	0.5—2.0	egyszerese	kétszerese
0.26	70	19	9 C	4	3	1	0.4	0.8
0.25	110	30 (A)	15 B	6	4	2	0.5	1.0
0.49	216	59	28 (A)	12	8	4	0.7	1.4
1.00	440	122	58	25	16	8	1.0	2.0

3. táblázat

Károly telér egyes szintjeire meghatározott geostatistikai mutatók

Alsó/felső szint	2/1	3/2	4/3	5/4	6/5	7/6	Becsült értékek			
							8/7	9/8	10/9	10
Fémtartalom logaritmu- sainak átlagával számolt fémtartalom aránya	1.03	1.12	1.20	0.83	0.83	0.92	0.82	0.75	0.70	
$\sigma_{\ln Z_n}$	0.38	0.42	0.56	0.68	0.69	0.69	0.70	0.86	0.93	0.97
Telérvastagság átlagának aránya	1.12	1.23	1.34	0.83	0.64	0.66	0.60	0.54	0.5	

## IRODALOM JEGYZÉK

- (1) F. Blondel — Les lois statistiques de la répartition géographique des productions minières. Revue de L'Industrie minière, Saint-Etienne (France), jav. 1956, n° spécial 1 R, pp. 319—328;
- (2) Kun Béla: A vas, mangán, nehézsínesfémek ércei és nemfémek ásványok műrevalósága megállapításának analízise. (Hasznosítható ásványi anyagok kitermelésének ésszerű gazdasági feltételei.) 1964. (Diplomaterv)
- (3) M. Leveau: A Henry-féle egyenes alkalmazása ércelőfordulások jellemzőinek meghatározására. Annales des Mines. Paris. 1956.
- (4) G. Matheron. — Traité de Géostatistique appliquée. Mémoires du B. R. G. M., n° 14, éd. Tecarip Paris, 1962, 63.
- (5) Matheron, G. Application des méthodes statistiques a l'évaluation des gisements. Annales des Mines, XII. 1965.
- (6) Mihailovici N.: Despre corelatia dintre rezervele de minereu si metal a zacaminelor. Revista Minei 1965. 7. p. 286—293.
- (7) S. J. Truscott. Mine Economics. Mining Publications Ltd. 1962. London.
- (8) H. J. De Wijs. — Die Statistische Auswertung der Probenahme von Erzlagertstätten. Z. Erzmetall, sept. 1957, n° 7.
- (9) E. Ventura. — Essai de prévision a moyen termes des cours des métaux non ferreux. Annales des Mines, V. 1956, p 3—31 et IV, 1957, p 205—222.



# Nagymélységű szinesfémérc kutatás gazdaságosság-vizsgálatának problémái

Irták: Horn János és Kun Béla

## I. A kutatás gazdaságosságáról általában.

A kutatás gazdaságossági vizsgálata a szokásos módszertani számításoktól eltérő, mert nem egy meglevő ásványtelep, vagy üzem, hanem egy várható, feltételezhető ásványtelepre épült remélhető gazdasági kihatásait vizsgálja és azokat a vizsgálat időpontjára aktualizálja. A vizsgálat eredménye alapján meg tudjuk határozni, hogy az adott viszonyok között milyen méretű kutatási tevékenység költségeit érdemes, illetve szükséges fedezni.

A kutatás egy-egy fázisában el kell dönteni, hogy indokolt-e a kutatás további folytatása, vagy a kutatást abba kell hagyni.

A magyarországi szinesfémérc ellátottság szükségyszerűen megköveteli, hogy a rendelkezésre álló reménybeli készleteket a legrövidebb idő alatt a leggazdaságosabb módon megismerjük.

A szocialista országok szinesfémérc felhasználása jelenleg még elmarad a fejlett nyugati országok felhasználásától. Magyarország viszonylag alacsony felhasználás mellett is jelentős nyugati behozatalra szorul. Jelenleg ólomcink termelésünk a belföldi igény alig 15%-át, réztermelésünk a belföldi igény 20%-át fedezi. A szinesfémércárak a nyugati országokban igen nagy mértékben változnak, a változás még 2—3 éves viszonylatban is meghaladhatja az ötszörös értéket. A nagymérvű áringadozás miatt minden országnak célja, hogy szinesfémérc ellátottságát országhatáron belül kísérelje megoldani.

A nyugati import lehetőségének csökkentése — különös tekintettel a várható ipari termelés fejlesztésére, mely nagyobb mennyiségű fémérc szükségletet követel meg, valamint az állandóan nagymértékben ingadozó világszintű (tőzsdéi) árakra — előírja minden szocialista országnak, hogy minden lehetőséget használjon ki, amely valószínűsíti vagy lehetővé teszi, hogy gazdaságos termelési körülmények között szinesfémérc termelését fokozza.

Közismert tény, hogy nagyobb valószínűséggel találunk valamilyen ércet azon a területen, ahol már van ismert ércesedés, mint teljesen ismeretlen területen.

Ismeretes az is, hogy az ércbányászat, és különösen a szinesfémérc érceinek bányászata világszerte az alábbi határjellemzők felé tolódik el.

a) Igen nagy tömegű, de a korábbinál

nagyságrendileg kisebb koncentrációjú, külfejtéssel művelhető előfordulások.

b) Nagymélységű, de az érc genetikája alapján feltételezhetően nagy tömeget biztosító és jó minőségű előfordulások.

c) Hagyományos mélységű, de kisebb koncentrációjú, ezzel egyidejűleg nagyobb volumenű előfordulások.

A fenti irányok felé történő eltolódás megfigyelhető az európai ércbányászatban is. Figyelembe véve azt a körülményt, hogy a szocialista országokban az egy lakosra jutó szinesfém termelés még mindig kisebb, mint a fejlett kapitalista országokban a szinesfémérc kutatásnak a fenti jellemzőkkel rendelkező területek felé történő kiterjesztése időszerű.

Külfejtéssel művelhető nagytömegű szinesfémérc előfordulásra irányuló kutatás eredményessége valószínűtlen. Az ország felszín közeli részének földtani ismerete ezen megállapításhoz kielégítő.

A nagymélységű és egyben nagy érc-tömeget biztosító előfordulások kutatása indokolt. Ez a tanulmány nem foglalkozik azzal a kérdéssel, hogy hol érdemes az első kutató létesítményeket lemellyíteni. Ennek a kérdésnek az eldöntése szorosán vett geofizikai és ércgenetikai feladat. Tanulmány nem foglalkozik azzal a kérdéssel, hogy ményű felderítő fúrásból, vizsgálni azokat a szempontokat, amelyeket további kutató létesítmény telepítésének eldöntésénél a földtani-teleptani szempontok mellett figyelembe kell venni.

Az első kérdés, hogy egy felderítő jellegű fúrás alapján levonhatunk-e valamilyen következtetést?

Egy nagymélységű fúrásból származó adat gazdaságilag még nem értékelhető. Ez csak arra ad felvilágosítást, hogy a számításba vehető ércgenetikai változatok alapján nagyobb tömegű érc-készletet, milyen valószínűséggel remélhetünk. A több fúrással megkutatott terület továbbkutatásánál követett eljárással azonos gondolatmenetet követve könnyű megállapítani, hogy nagyobb tömegű előfordulásra utaló jelenségek esetében további két-három kutatólétesítmény telepítése mindenképpen indokolt.

A továbbiakban abból a feltételezésből indulunk ki, hogy az országnak egy adott területen a felderítő kutatás során több pozitív eredményt kapunk. Kizártnak tekintjük azt, hogy csak egy igen kis területen remélhetjük az ércesedést. Előljáróban feltételeztük, hogy nagy-

mélységű ércesedésről van szó. További feltételezünk, hogy a fúrások eredményeként kapott fémtartalomértékeknek a matematikai átlag körüli szóródása nagy.

A nagy mélység kizárja annak a lehetőségét, hogy a kutatás egy-egy fázisának eredményeként az előfordulás leművelésére kisebb kapacitású termelőüzemet építsenek és a további kutatásokat ennek a kisebb kapacitású üzemnek a jövedelméből fedezzék. A kutatás eredménye vagy az, hogy a készlet kiaknázására üzemet létesítenek, vagy a készlet leművelését a vizsgálat időpontjában fennálló gazdasági viszonyok között meg sem szabad kezdeni.

Ilyen körülmények között a kutatásra fordított összeg elvesztésének kockázata nagyobb.

A kutatás gazdaságossági vizsgálatával kapcsolatban feltehető kérdések az alábbiak:

1. Milyen kutatási hatékonyságot becsülhetünk a kérdéses nagymélységű ércesedés esetében?

Kutatási hatékonysági tényező — Tóth Miklós szerint — egy költségszinthez hasonló tényező, ahol a számlálóban a kutatás eredményeként létesíthető üzem összes árbevétele, nevezőjében a kutatási és üzemeltetési költségekkel növelt összes termelési költség szerepel.

2. Elégségesnek ítéljük-e a kutatási hatékonyság becsülését, vagy a kutatás gazdaságosságát más tényezők alapján kell megítélni?

3. A rendelkezésre álló, általában kevés számú adat alapján az érc potenciális értékét csak igen tág határok között becsülhetjük. Az így kapott értékek milyen mértékben határozhatják meg a további műveleteket?

Tóth Miklós szerint a kutatási területeket a kutatás hatékonysági mutatók alapján várható jövedelmezőségük sorrendjébe kell sorolni és csak a legjövedelmezőbbeket lehet kutatni. Mivel egy bármilyen nagymélységű ércesedés esetében Magyarországon egyedülálló jelentőségű ércelőfordulásról van szó, a más tényezők, más kutatási területek közé való besorolása csak olyan értelemben látszik célszerűnek, hogy a kutatások eredménytelensége esetében a felmerült kutatási költségek elvesztésével számolni kell. Tehát a kockázatható kutatási költségek nagyságrendjét kell meghatározni a várható gazdasági eredmény függvényében.

Ércbányászati gyakorlatban az érckészletek leterheltsége eléri az 5—70%-ot is. Ilyen körülmények között a termeléssel egyidejűleg jelentős kutatást kell végezni. Az egyes esetekben a termelést már kezdeti — kis készletek mellett is elkezdi és a kutatás nagy részét — a feltárással egyidejűleg a termelési költségek terhére végzik. A különféle forrásból megvalósított kutatás összköltsége elérheti a termelési költség 6—10%-át.

Az ércbányászatban egyszerre legalább 8—10 területen folyik kutatás, vagy továbbkutatás. Tehát annak valószínűsége, hogy legalább egy

kutatás jövedelmező készletet tárjon fel — Audibert szerint — legalább 84%. Amennyiben a teljes kutatási költséget egy vagy két területre koncentráljuk, úgy ez a valószínűség csökken. A kutatás koncentrációját tehát csak az után szabad kezdeményezni, ha a felderítő kutatások már elégséges kedvező jelet biztosítottak ahhoz, hogy a koncentrált kutatás is legalább 50%-os valószínűséggel biztosítja a jövedelmező előfordulás feltárását.

A kutatás teljes koncentrációja nem célravezető, mert a kevés számú kutatásnál jelentkező eredménytelenség a kivüállókat a kutatások teljes beszüntetésére ösztönözheti. Ugyanakkor egy-egy kutatás területén indokolt lehet egyszerre nagyobb befektetést eszközölni. Az arányokat a várható perspektívák alapján kell eldönteni.

Ha a kutatási költséget a várható tiszta jövedelemre vetítjük az Érc- és Ásványbányászati Iparág jelenlegi fejlődő időszakában a tiszta jövedelem 25—30%-nak megfelelő összeget kell kutatásra, és ugyancsak 25—30%-át felderítő kutatásra fordítani.

Ha a fenti számadatokat helyesnek ítéljük, gazdaságosnak kell megítélnünk olyan kutatást, amelynek eredményeként:

- a) a felderítő kutatási tevékenység periódusában 15 éves bányaelettartamra számolva, a kutatási költség legalább 10-szeresének megtérülését lehet valószínűsíteni, és hogy ezen megtérülési arány valószínűségét a kedvező jelek alapján legalább 50%-osnak lehet minősíteni.
- b) a részletes kutatás periódusában elvárhatjuk, hogy a feltárt készlet leművelése során elérhető tiszta jövedelemben (nyereségben) a teljes kutatási költség 5-szörösen, de 50%-os valószínűséggel 10—15-szörösen megtérüljön. A megtérülés valószínűségét akkor ítélni lehetjük 50% értékűnek, ha a várható tiszta jövedelmet (nyereséget) a várható készlet, fémtartalmak és termelési költség legvalószínűbb átlagértékei alapján számoltuk. Ebben az esetben ugyan a problémát leegyszerűsítettük, mert olyan három tényező együttes értékeléséről van szó, amelyek egymástól nem függetlenek, de a felderítő kutatási szakaszban az együttes változás figyelembevétele elhanyagolható.

## II. Nagymélységű ércesedés kutatásának gazdasági vizsgálata

A kutatás gazdaságosságának vizsgálatánál a legfontosabb kérdés, hogy a mélyfúrások eredményeit hogyan értékeljük. Ebben a kér-

déscsoportban figyelembe kell venni az alábbi tényeket:

- az érc nagy mélységben van, nagy beruházást igényel, tehát művelésére csak akkor lehet számítani, ha viszonylag nagy készlet feltárására nyújt reményt.
- az ércmennyiség fémtartalom szerinti megoszlását nem ismerjük.
- a várható ércmennyiséget egyáltalán nem ismerjük.

A gazdaságossági számítást ezek után az alábbiak szerint végeztük.

1. A Mátrában talált színesfémércek Kun Béla szerint a lognormális eloszlástípushoz tartoznak (vagy azt az eloszlástípust jól megközelítik) egyéb előfordulásokra vonatkozó külföldi példák alapján is feltételezhetjük, hogy egy új és genetikailag kétségkívül az eddigiektől eltérő ércesedés is lognormális eloszlástípusú lesz. Ezt a feltételezést azért helyes fenntartanunk, mert a készlet gazdasági értékelése szempontjából nagyobb biztonságot jelentő, kisebb fémtartalom átlagértéket eredményez. Ugyanakkor feltételezzük azt is, hogy az érceloszlás Laski törvényét követi. Szükséges a lognormális eloszlástípus feltételezése azért is, mert kevés számú kutatólétesítmény esetében az eredmények matematikai átlag körüli szórása igen nagy és így a matematikai és a mértani átlag különbsége igen jelentős.

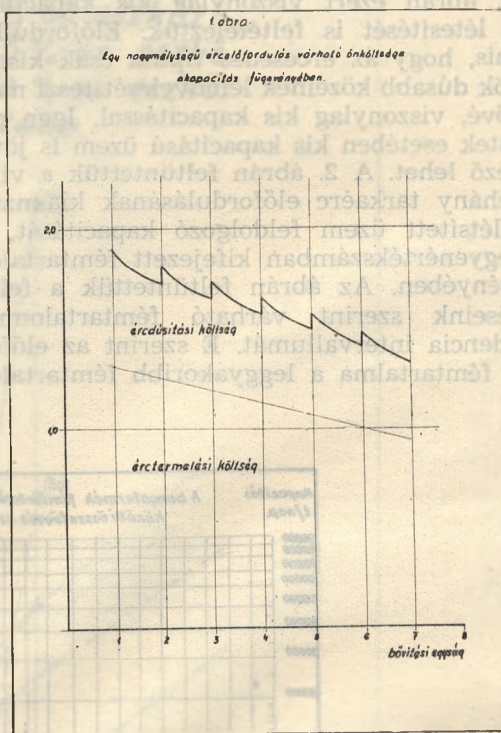
A mélyfúrási eredmények reális értékelési feltételének legfontosabbikát kell megjelölnünk azt az igényt, hogy a mélyfúrások magmintáiból igen részletes, a lehető legtöbb elemzést készítsünk, hogy az eloszlástípus valószínűsítésére már a felderítő fúrások lezárása időszakában megfelelő számú vizsgálati eredmény álljon rendelkezésünkre. Ennek érdekében a fúrómagokat 20–40 cm-enként kell elemeztetni, s így egy-egy 2,5–3 m-es telepből 10–15 elemzési eredmény áll rendelkezésünkre.

2. A várható ércmennyiséget és így a várható optimális kapacitást nem tudjuk előre számolni, tehát abból a feltevésből kell kiindulnunk, hogy a készlettől függetlenül a teljes beruházást 15 év alatt kell amortizálni. Ezt a viszonylag rövid amortizálási időt még abban az esetben is fenntarthatjuk, ha számításba vett kapacitás és számításba vett készlet hányadosaként a 15 évet jóval meghaladó élettartam jönne ki. Magától értetődően az üzem élettartama ennél hosszabb kell legyen.

Természetesen a részletes kutatási fázis lezárásakor ilyen egyszerűsítés nem engedhető meg.

3. Az üzem egy tonna érc kitemelésére és feldolgozására eső önköltségét változó kapacitás függvényében az 1. ábra szerint becsültük. Mivel egyéb adatokat is a meglévő színesfémérc bányászatahoz hasonlítottuk, a várható önköltséget a gyöngyösorosi önköltség hányadában fejeztük ki.

Számításaink alapján kapott önköltségadatok ellenőriztük azzal a formulával is, melyet a szénbányászatban alkalmaznak az önköltség, telepmélység és telepvastagság függvényében való megállapítására.



A számításnál közepes telepmélységet vetünk figyelembe. Az ércbányászati viszonyok között nem kell számolnunk a biztosítás, a vízemelés és gázkitörésveszély olyan mértékű növekedésével, mint a szénbányászatban. Az átszámított adatokat 0,75 arányossági tényező figyelembevételével koordináltuk az ércbányászati viszonyokra. A dúsitó üzemnél bővítési egységnek egy még korszerű, de kis üzem kapacitást tekintettük, az önköltség kapacitás függvényében felrajzolt görbéjének „fogazottsága” ezen számítás mód következménye.

Az ábrából látható, hogy az önköltség az elérhető optimális kapacitás függvényében jelentős mértékben csökken, gyengébb érc kitermelése tehát csak nagy termelési kapacitású üzem esetében képzelhető el.

4. Az érc várható értéke a remélhető fémtartalom és a becsülhető fém-, illetve értékkihozatal függvénye. Ezt a vizsgálatot a 7. pont alatt több változatban készítettük el.

Az érc várható értékét — elegendő nagyságú érckészlet esetében — a remélhető határkölség és fémtartalom alapján ítélni lehet meg. A rendelkezésre álló kevés adat birtokában az érc potenciális értékét leginkább meghatározó fémtartalmakat csak igen széles konfidencia intervallum feltételezésével becsül-

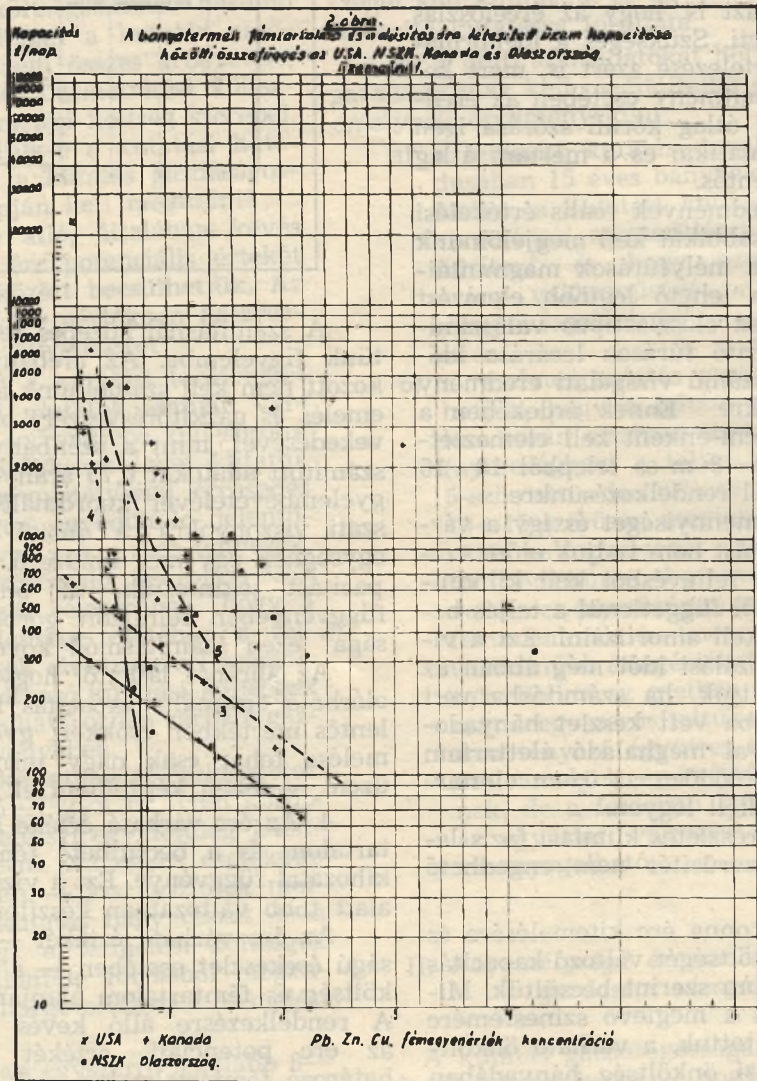
hetjük. Az eddigi ásványtársulási vizsgálatok csak a fémkihozatalok és színporfém tartalmak realisabb becslését teszik lehetővé.

Feltételezésünk alapján legkevésbé ismert az érc várható mennyisége. Az ismereteink általában nem teszik lehetővé, hogy az előfordulás típusát kevés adat alapján határozzuk meg. Az 1. ábrán ezért viszonylag kis kapacitású üzem létesítését is feltételeztük. Előfordulhat ugyanis, hogy az ércesedés típusa csak kisebb tömbök dúsabb közeinek leművelését teszi majd lehetővé, viszonylag kis kapacitással. Igen dús ércetek esetében kis kapacitású üzem is jövedelmező lehet. A 2. ábrán feltüntettük a világ egynéhány tarkaérc előfordulásának kiaknázására létsített üzem feldolgozó kapacitását, az ólomegyenértékszámban kifejezett fémtartalom függvényében. Az ábrán feltüntettük a feltételezéseink szerint várható fémtartalomnak konfidencia intervallumát. E szerint az előfordulás fémtartalma a leggyakoribb fémtartalom

tartományra esik, műrevalóságát a várható kapacitás és önköltség, tehát legfőképpen az előfordulás nagysága dönti el. Az ábrán fémtartalom egységnek a gyöngyösoroszi Károly-telér egyenértékfémtartalmát vettük. A 2. és 4. jelű egyenesek a legkisebb fémtartalmú művelt előfordulások fémtartalom kapacitás összefüggését jelölik. A 3. egyenes mentén a válságos időköt is átvészelt üzemek helyezkednek el, míg az 5. görbe az átlagot jelöli. Az ábrából kitűnik, hogy az előfordulás az átlag alapján fémtartalom szempontjából a jobbak közé tartozik.

5. Az alapszámításoknál abból a jelenlegi tényből kellett kiindulni, hogy Magyarországon gyakorlatilag nincs nehézsínesfémkohászat. Kiadások között ezért nemcsak a kohászati költséget számoltuk fel, hanem a szállítási költséget is figyelembe vettük. A szállításnál közepes szállítási távolsággal elérhető európai kohót vettünk figyelembe.

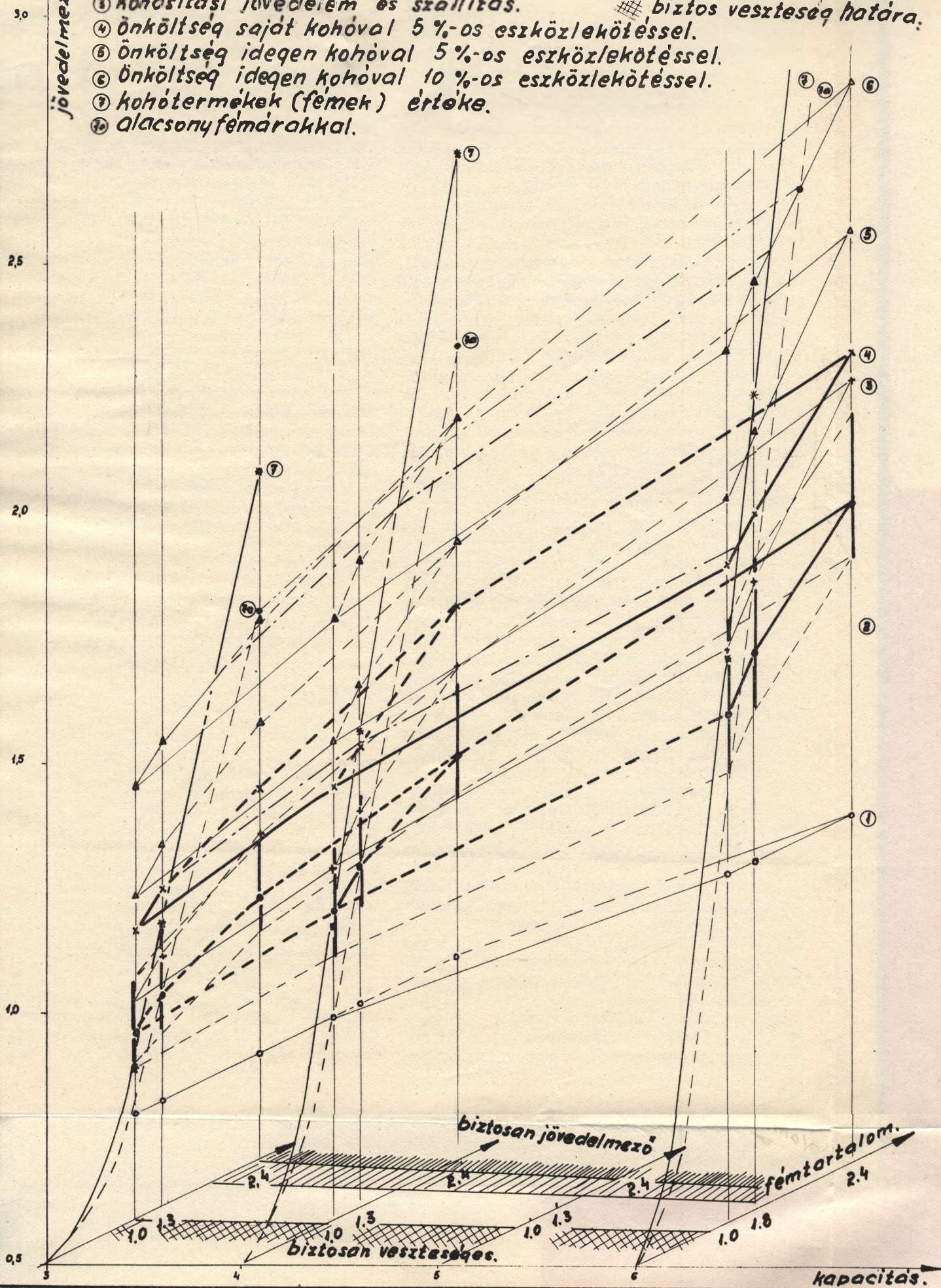
6. Ha a számításoknál feltételezett átlagos



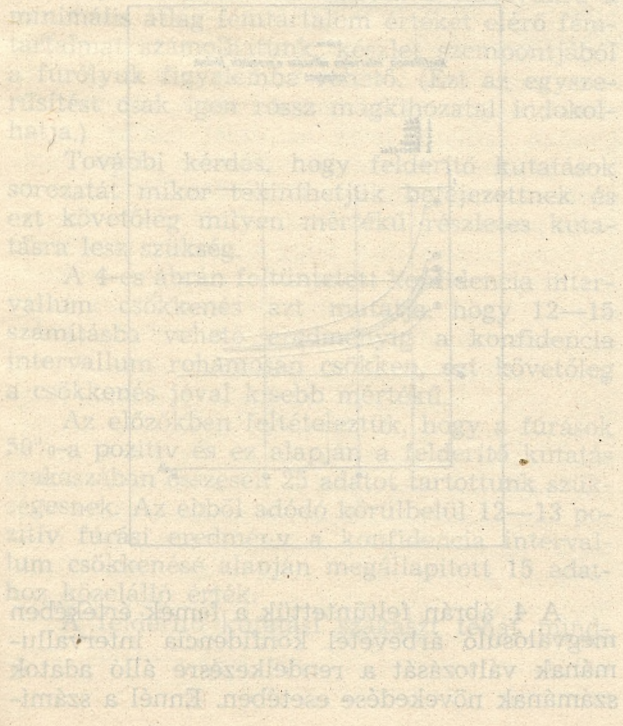
3. ábra.

Egy nagymélységű árcbányászat jövedelmezősége kapacitás és fémtartalom függvényében.

- ① önköltség és amortizáció.
  - ② kohósítási költség 0,9-ed része.
  - ③ kohósítási jövedelem és szállítás.
  - ④ önköltség saját kohóval 5%-os eszközlekötéssel.
  - ⑤ önköltség idegen kohóval 5%-os eszközlekötéssel.
  - ⑥ önköltség idegen kohóval 10%-os eszközlekötéssel.
  - ⑦ kohótermékek (fémek) értéke.
  - ⑧ alacsony fémárákkal.
- önköltségbizonytalanság mértéke.  
 /// biztos jövedelmezőség határa.  
 #/#/# biztos veszteség határa.



A 4. ábrán feltüntetett adatok alapján a 1950-55-ös évek között a kőolaj- és a földgáz-utánpótlás mennyisége jelentősen megnövekedett. A kőolaj-utánpótlás mennyisége az 1950-es évek elején még csak néhány száz ezer tonna körüli volt, de az 1955-ös évek végére már meghaladta a 10 millió tonnát. A földgáz-utánpótlás mennyisége az 1950-es évek elején még csak néhány száz ezer tonna körüli volt, de az 1955-ös évek végére már meghaladta a 10 millió tonnát.



A 4. ábrán feltüntetett adatok alapján a 1950-55-ös évek között a kőolaj- és a földgáz-utánpótlás mennyisége jelentősen megnövekedett. A kőolaj-utánpótlás mennyisége az 1950-es évek elején még csak néhány száz ezer tonna körüli volt, de az 1955-ös évek végére már meghaladta a 10 millió tonnát. A földgáz-utánpótlás mennyisége az 1950-es évek elején még csak néhány száz ezer tonna körüli volt, de az 1955-ös évek végére már meghaladta a 10 millió tonnát.

ércvastagságot vesszük figyelembe, akkor, hogy a 2. ábrán feltüntetett feltehetően gazdaságosabb — tehát átlagnál jobb üzemeknek megfelelő fémtartalom — kapacitás összefüggés ki legyen elégítve, a számításba vett paraméterekkel rendelkező és művealónak minősített érckészletet legalább 1,2 km<sup>2</sup> területen kell megtalálnunk. 500 m-es hálót véve figyelembe és feltételezve, hogy a fúrások 50%-a lesz produktív, felderítő kutatásokra 25 e.fm fúrólýuk szükséges. A teljes megkutatásra további 20—50 e.fm fúrólýukat kell figyelembe vennünk, ami azt jelenti, hogy felderítő kutatások után még további 40—200% kutatási költség fog felmerülni, attól függően, hogy milyen lesz az eredmények szóródása. Feltételezhető az is, hogy az ércelőfordulás típusának és legfontosabb paraméterének megállapítására kutató aknát kell mélyíteni.

7. A kutatás alapján várható ércmennyiségét, fémtartalmát és ezek figyelembevételével remélhető árbevételt a logaritmusok átlagolásával és az 1. ábra önköltségadatai szerint számoltuk ki. A számítás eredményeit a 3-as ábrán tüntettük fel. Az ábrára felvittük először az önköltséget. Ehhez a költséghez hozzászámoltuk a kohósítási költség 90%-át, mert feltételeztük, hogy a kohósítási költségben a kohóknál körülbelül 10%-os jövedelmezőség valósul meg. A kohósítási költség 10%-át és a szállítási költséget külön mutatjuk ki az ábrán. Ezek után felrajzoltuk az alábbi költségek 5%, illetve 10%-os eszközleköttéssel növelt értéket is.

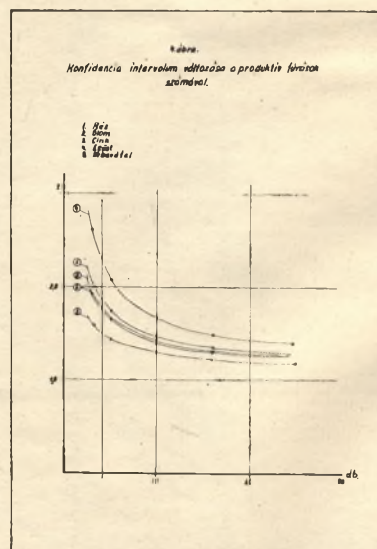
A számításokat négyféle fémtartalom és kétféle fémár változatban készítettük el. Az alapszámításokat az 1. és 2. mellékletben megállapított legvalószínűbb átlagárakkal végeztük el. A másik változatban igyekeztünk a várható legkedvezőtlenebb árviszonyokat is figyelembe venni, ezért a 2. melléklet alacsony fémárak átlagértékével számoltuk. Véleményünk szerint az első változat tartalmazza a reális gazdasági számítását, a második változat arra az esetre ad tájékoztatást, hogy a legkedvezőtlenebb fémárak időszakában az üzemről milyen gazdaságosságot lehet megkövetelni.

A 3. ábrán az önköltség és árbevétel kapcsolatát a kapacitás és az érc fémtartalom függvényében ábrázoltuk. A fémtartalmat fémek ezüst egyenértékével fejeztük ki, a legkisebb fémtartalom ezüst egyenértékét véve egységnek.

Az árbevétel (fémek értékének) változását a fémtartalom függvényében egy paraboloid ábrázolja. Az önköltséget ugyancsak a fémtartalom és kapacitás függvényében gyengén hajlított nyereg alakú felületek ábrázolják. A paraboloid és nyereg felületek metszéspontjai adják a különféleképpen értelmezett jövedelmezőségi szinteket. Vastagabb vonallal jelöltük a szállítási költség nélküli önköltséget (saját kohó), valamint ugyanennek 5%-os eszközleköttés-

sel figyelembe vett változatát. A 3. ábrából látható, hogy az átlag fémtartalmak alapján és átlagos termelési költségek figyelembevételével számolt gazdasági eredmény minden kapacitás értéknél pozitív. Legkedvezőtlenebb árak esetében az átlagos fémtartalmak alapján számolható árbevétel 10%-os eszközleköttés esetében nem biztosítja az üzem jövedelmezőségét, de eszközleköttés figyelembevétele nélkül, igen.

A gazdaságosság csak a várható átlagnál gyengébb fémtartalmak esetében kétséges, ezért az ábrán az átlagnál jobb fémtartalmak változatát elhagytuk. Feltételezve, hogy az önköltség számításánál is elkövettünk hibát, a kohósítási költséggel növelt termelési költség 90 és 115%-ának megfelelő értékét, mint valószínű termelési költségterületet vettük figyelembe. A kohósítási költséggel növelt önköltség és a fémek értékének egybevetése azt mutatják, hogy a feltételezett szám adatok helyessége esetében még a várható legalacsonyabb fémtartalmak mellett is kb. négyszeres kapacitásegység mellett gazdaságos az üzem akkor, ha saját kohóval kooperálva dolgozik, tehát a kohó jövedelmét és a szállítási költséget nem tekintjük költségnek. Az értékek interpolálásával körülbelül 5.6-szoros kapacitásegységnél a minimális fémtartalom mellett is a fémek értékével megtérül a teljes termelési költség, kohósítási költség és a beruházási költség kamatmentes értéke. A leggyengébb fémtartalomnál jobb fémtartalmak esetében természetesen már a számításba vehető legnagyobb (15%-kal növelt) önköltségek esetében is gazdaságosnak mutatkozik az üzem.



A 4. ábrán feltüntetettük a fémek értékében megvalósuló árbevétel konfidencia intervallumának változását a rendelkezésre álló adatok számának növekedése esetében. Ennél a számí-

tásnál feltételeztük, hogy a fémtartalmak variációjára nem változik. Teljesen önkényesen, az árbevétel konfidencia intervallumának változását a feltételezett átlaghoz viszonyítottuk. Az átlagérték természetesen a feltételezett adatokból számolható konfidencia intervallumon belül elhelyezkedhetik. Azon legkedvezőtlenebb esetet tételezve fel, hogy a felderítő kutatás befejezése után az új konfidencia intervallum legrosszabb értéke azonos lesz a jelenleginek a legrosszabb értékével, kapunk egy várható legkedvezőtlenebb átlagértéket. Ezzel az átlagértékkel számolt árbevételt tekinthetjük a kutatás eredményeként remélhető ércvagyon legkedvezőtlenebb árbevételének. A 3. ábrán ezt az értéket is feltüntettük. Az ábrából kitűnik, hogy ebben az esetben nem várhatjuk azt, hogy az üzem jövedelmezősége biztosítsa a 10%-os eszközökötét, de szerényebb jövedelmezőséget még igen kőhő esetében is biztosít.

### III. Eredmények vizsgálata

A fentiek szerint csak alacsony fémarak esetében kell attól tartani, hogy a feltételezett adatok szerint kutatások eredményeként olyan átlagos fémtartalom értéket kapjunk, amelyik mellett az üzem nem gazdaságos. Az üzem jövedelmezőségét az a körülmény dönti el, hogy a remélhető érckészlet alapján milyen optimális üzem nagyságot számolhatunk. Ezt a körülményt azért tartjuk fontosnak, mert rossz magkihozatali értékek esetében a fémtartalom átlagértékének számításánál egyes fúrólukok fémtartalmait figyelmen kívül kell (esetleg) hagyni. Amennyiben a minták alapján a fúrólukra a minimális átlag fémtartalom értéket elérő fémtartalmat számolhatunk, készlet szempontjából a fúróluk figyelembe vehető. (Ezt az egyszerűsítést csak igen rossz magkihozatal indokolhatja.)

További kérdés, hogy felderítő kutatások sorozatát mikor tekinthetjük befejezettnek és ezt követően milyen mértékű részletes kutatásra lesz szükség.

A 4-es ábrán feltüntetett konfidencia intervallum csökkenés azt mutatja, hogy 12—15 számításba vehető eredményig a konfidencia intervallum rohamosan csökken, ezt követően a csökkenés jóval kisebb mértékű.

Az előzőekben feltételeztük, hogy a fúrások 50%-a pozitív és ez alapján a felderítő kutatás szakaszában összesen 25 adatot tartottunk szükségesnek. Az ebből adódó körülből 12—13 pozitív fúrási eredmény a konfidencia intervallum csökkenése alapján megállapított 15 adathoz közelálló érték.

A felderítő kutatási szakaszt tehát mind-

addig szükséges folytatni, amíg 12—15 pozitív és úgy vastagság, mint fémtartalom szempontjából értékelhető fúrási adat rendelkezésünkre nem áll.

Itt szükséges felhívni a figyelmet arra, hogy ebben az esetben pozitív fúrási adatról van szó, tehát nem kell megkövetelni azt, hogy valamilyen előre meghatározott háló szerinti mélyfúrási pontok valamennyi helyén fúrólukokat mélyítsünk le.

Az ilyen jellegű kutatásnál, ahol a fúrási adatok számának növelése a becslés pontosságának fokozása miatt szükséges, igen nagy jelentőségű és a kutatási költségek jelentős csökkentését eredményezheti többszörös tervszerű ferditéssel végzett fúrás. Előzetes számítások szerint egy mélyfúrási ponton két tervszerű ferditéssel kapott három adat költsége csak 2,5 fúrás költségének felel meg. A figyelembe vett 12 pozitív fúrási eredményt tehát megkaphatjuk 4 fúrólukkal és eközben 2 fúróluk költsége megtakarítható. Természetesen ezt a rendszert csak azoknál a peremen elhelyezkedő lyukaknál alkalmazhatjuk, ahol a központos lyuk nem zárja ki az érc jelenlétét.

### IV. Összefoglalás.

A fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy egy nagymélységű ércelőfordulás megkutatásának gazdaságosságát a kutatás hatékonysági mutatóival nem lehet megítélni, különösen akkor, ha feltételezhető adatok alapján ez a hatékonysági mutató 2,5 és 0 értékek között bármilyen értéket felvehet.

Hatékonysági mutató helyett a kutatás feltétlenül szükséges mértékét 12 pozitív eredményt biztosító fúrásban kell meghatározni. Amennyiben a további fúrások eredményei alapján számolható fémtartalom átlagérték az eddigiekhez képest nem romlik, a felderítő kutatási fázis befejezettnek tekinthető akkor, ha az érckészlet legalább 6-os kapacitás nagyságrendű üzem telepítését lehetővé teszi. További részletes kutatás csak olyan mértékig lesz szükséges, ameddig a 95%-os valószínűség figyelembevételével számolt fémtartalom konfidencia intervallum legrosszabb értéke is biztosítja a megfelelő gazdaságosságot. (Természetesen a rosszabb készletrészek kizárása után megmaradó készlet- és fémtartalomértékek mellett.)

A felderítő fázisú kutatást abba kell hagyni abban az esetben, ha a peremfúrások a kutatási területet valamilyen oldalról úgy lehatárolják, hogy a számolható fémtartalom és ércmennyiség átlagértékeinek a figyelembevételével gazdaságos bányászatra nem lehet számítani.



## Szinporok kiértékelési formulái

- $k$  = ércdúsítási fémkihozatal  $\%$ ,  
 $a$  = fémtartalom érceben  $\%$ , g/t,  
 $b$  = fémtartalom színporban  $\%$ , g/t.  
 $k$  = értékkihozatali mutató  $\%$ .  
 $s$  = színpor súlykihozatala  $\%$ ,  
 $F$  = fémár \$/t, \$/kg,  
 $o$  = fémár levonás \$/t, \$/kg,  
 $v$  = fémlevonás (kohósítási veszteség)  $\%$ ,  
 $S$  = kohósítási és szállítási díj \$/t,  
 $A$  = színpor értéke \$/t,

$$A = (F - o)(h - v) \frac{1}{100} - S \quad (1)$$

$$sA \frac{1}{100} = \frac{k \cdot a}{100 \cdot b} [(F - o)(b - v) - S] \quad (2)$$

$$\frac{F - o}{F} = \alpha, \quad \frac{b - v}{b} = \beta, \quad \alpha\beta = \varrho \quad (3)$$

$$\frac{1}{100} s \cdot A = \frac{k \cdot a \cdot \varrho \cdot F}{10000} \left( 1 = \frac{100 S}{\varrho \cdot F \cdot b} \right) \quad (4)$$

$$\frac{b}{a} = T \quad (3/a)$$

$$H = 1 - \frac{s}{F} \cdot \frac{100}{a \cdot \varrho \cdot T} \quad (5)$$

$$k_c = k \left( \varrho - \frac{s}{bF} \right) \quad (3/b)$$

$$\frac{s \cdot A}{100} = \frac{1}{10^4} a \cdot k \cdot \varrho \cdot H \cdot F = \frac{k_c \cdot a \cdot F}{10000} \quad (6)$$

több fém esetében:

$$\frac{1}{100} \sum s_i A_i = \sum a_i k_i \varrho_i H_i F_i \quad (7)$$

$$R_i = \frac{k_i \varrho_i A_i F_i}{k_i \varrho_i H_i F_i} \text{ vagy } = \frac{k_{ei} F_i}{k_{ei} F_i} \quad (3/c)$$

$$\frac{1}{100} \sum s_i A_i = \frac{1}{10^4} a_1 k_1 \varrho_1 H_1 F_1 \sum_{i=2}^{i=n} (1 + R_i a_i) \quad (8)$$

$$\frac{1}{100} \sum s_i A_i = \frac{a_i k_{ei} F_i}{10000} \left( a_1 + \sum \frac{k_{ei} F_i}{k_{ei} F_i} a_i \right) \quad (8'a)$$

Fentiekén kívül figyelembe kell venni a „h” hígulási mutatót.

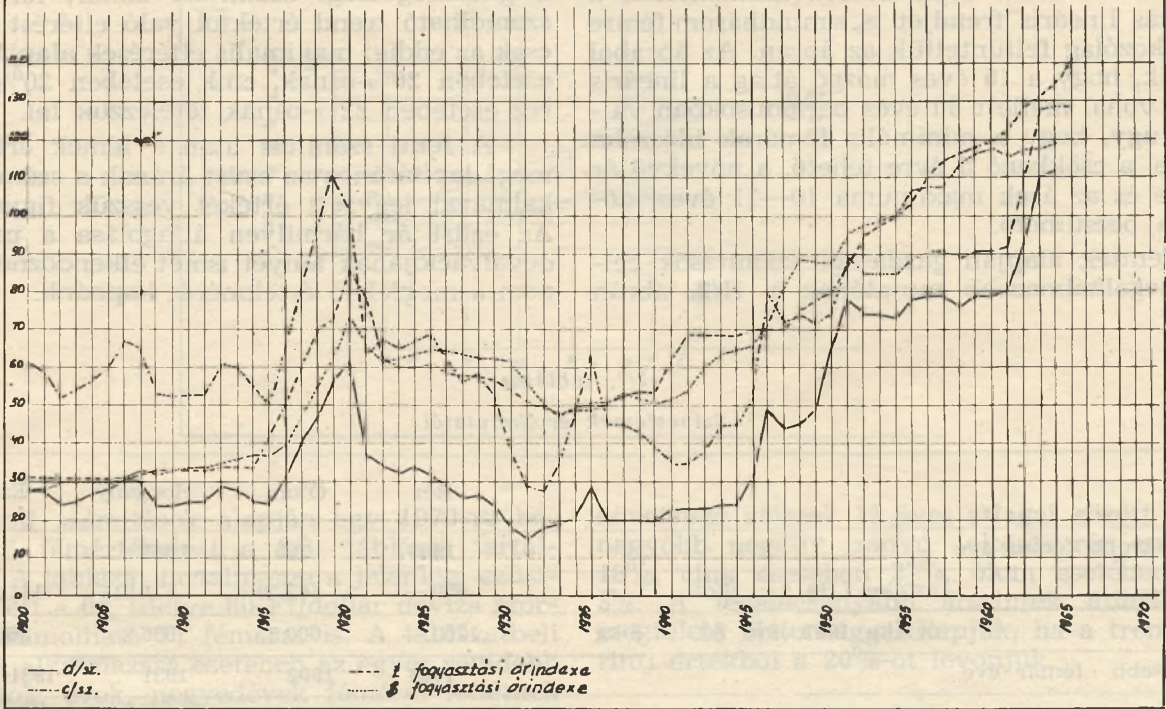
## Fémek értékének meghatározására szolgáló legmegfelelőbb mutató a fémek ezüst egyenértéke

Közismert tény, hogy a fémek ára igen széles határok között változik. Az is kimutatott törvényszerűség, hogy a fémárak változás-periódusa 12—18 év.

Az alábbiakban nem célunk a fémár változás okainak vizsgálata, hanem egy olyan mutatószám keresése, amelyik nehézszínesfémérc bányászati gazdasági vizsgálatok céljára a fémárak változásától legnagyobb mértékben függetlenített értékmérőt biztosít. A fémárak 15—20, vagy hosszabb időszakra számolt átlagértékét, vagy akár 15—20 éves időszakra számolt mozgó átlagot nem lehet megfelelő értékmérőnek tekinteni, mert a fémek értékét kifejező devizák közben infláción mennek keresztül. Az infláció kiszűrése minden esetben szükséges. Különböző szerzők véleménye eltér abban a tekintetben, hogy a pénznemek elértéktelenedését milyen mutatószám alapján legcélszerűbb kiszűrni. Egyesek szerint az iparcikkek nagykereskedelmi árindexe tükrözi legjobban az egyes pénznemek vásárlóértékének változását. Ezen tényező kiküszöbölése érdekében egy olyan fémet kerestünk, amelyik értékének változása viszonylag megközelíti a pénznemek értékének változását.

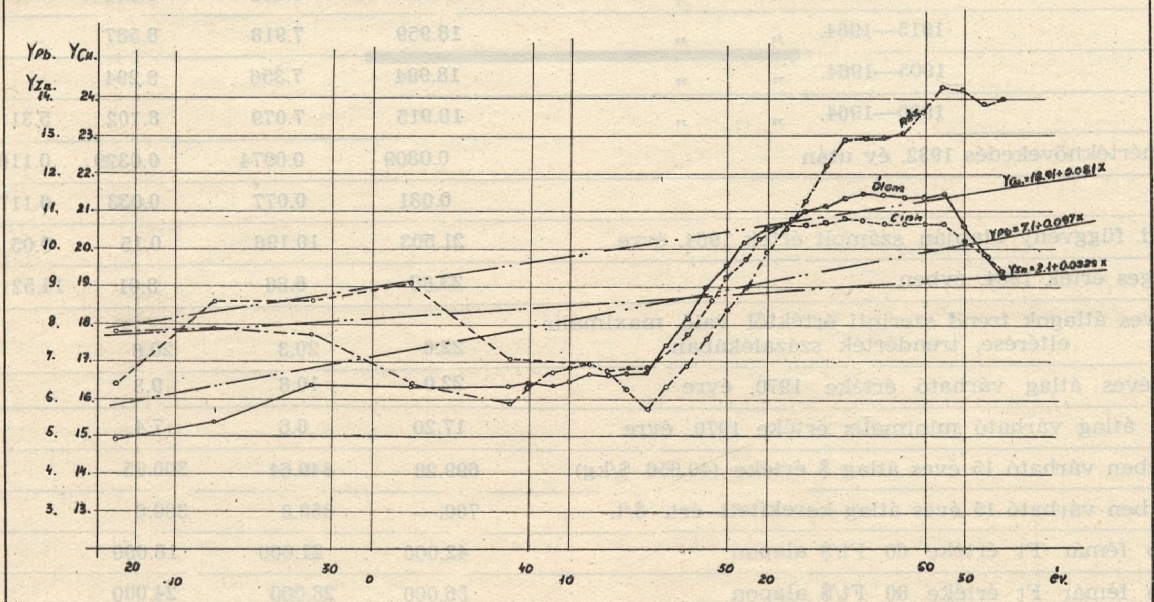
A II/1. ábrán az ezüst New-York-i és London-i fémtőzsdei jegyzés szerinti értékének változását tüntettük fel 1900—1965. években. Ugyanezen ábrán feltüntettük az USA dollár és az angol font értékének változását is az iparcikkek nagykereskedelmi árindexe alapján. Az ábrából látható, hogy az ezüst értéke az illető pénznem értékének változása körül ingadozik. Az ezüst árának növekedése általában az illető pénznem romlásának előjele. Fenti vizsgálat után kiszámoltuk, hogy a londoni fémtőzsde évi jegyzésátlagai alapján az egyes években egy-egy tonna réz, ólom, illetve cink ára hány kg ezüst árával egyenértékű. A számítás alapján megállapítottuk, hogy míg az egyes fémek árai olyan változáson mennek keresztül, hogy a legnagyobb ár a legkisebb árnak 15—22-szerese, addig az ezüst kg/tonna fémérték mérőnek változása réz esetében 9,8, ólom esetében 4,7, cink esetében 5,7-szeres határok között változik. Kiszámolva az ezüstben kifejezett fémértékek 15 éves mozgó átlagát, azt tapasztaljuk, hogy ez a mozgó átlag az 1900—1964-ig terjedő időszak átlagértéke körül réz esetében 22%-kal, ólom esetében 20%-kal, cink esetében 20%-változik.

11/1. ábra.  
Az 1951-évi USA \$ és angol £ vásárlóértékének, valamint az ezüst fém-tőzsdei árának változása 1900-1965. években.



11/2. ábra.

Fémek ezüstértékben kifejezett tízenöt éves átlagértékének változása (Y) kg. Ag. 1t. fém és az ezüstárcenérték változás trendje.



A II/2. ábrán bemutatjuk a fémek ezüst értékben kifejezett 15 éves átlagértékének változását 1920—1964. évek között. Kiszámoltuk a változás lineáris trendjét is, s mindhárom fémre vonatkozólag feltüntettük az ábrán. Az ábrából kitűnik, hogy a 15 éves mozgó átlag a lineáris trend vonal mellett 30 éves periódusokban változik úgy, hogy a minimális fémárak időszaka 7 évre, a csökkenő 5 évre tehető, a növekvő ár 7 évre és az árak maximuma 10—11 éves időszakokra becsülhető.

Fentiek alapján gazdasági számítások céljára legalkalmasabb mutatónak a II/2. ábrán

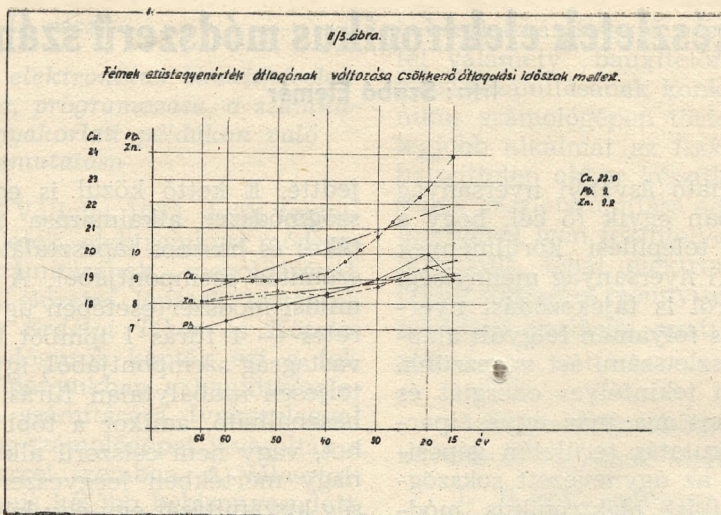
feltüntetett trend alapján számolható átlagértéket tartjuk. Kielégítő biztonságúnak tartjuk a gazdaságossági számítást akkor, ha az így számolható trend értéktől való eltérést ugyancsak az eddigi maximális eltérések alapján ólom esetében 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-osnak, cink esetében 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-osnak, réz esetében 22<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-osnak tételezzük fel.

A fenti számítás után a fémek értékének megállapításához az ezüst árának a számítás alkalmával jegyzett értékét vesszük figyelembe. Az ezüst ár bármilyen átlagolása a pénznem devalvációjának tényét ismét elkendőzné és így nem a megfelelő értékmérőt kapnánk.

2/1. táblázat

Színesfémek értékmutatói

	Réz	Ólom	Horgany	Ezüst
Legnagyobb fémár éve	1965	1951	1951	
értéke L/lg t , d/ot	650.—	162.20	171.81	111.92
értéke 1962. évi \$/t. \$/kg	1700.—	600.5	636.3	36.15
Legkisebb fémár éve	1934	1902	1931	1931
értéke L/lg t , d/ot	30.32	11.26	12.44	14.56
értéke 1962. évi \$/t. \$/kg	202.0	118.1	77.8	10.32
Legnagyobb ezüst egyenérték éve	1955	1948	1915	
értéke	34.62	16.18	21.48	
Legkisebb ezüstegyenérték éve	1935	1901	1935	
értéke	8.39	3.49	3.72	
Átlagos ezüstegyenérték 1950—1964. évek átlagában	23.940	9.272	9.230	
1945—1964. „ „	22.621	10.016	9.578	
1935—1964. „ „	20.703	9.072	8.741	
1925—1964. „ „	19.264	8.451	8.361	
1915—1964. „ „	18.959	7.918	8.587	
1905—1964. „ „	18.994	7.356	8.294	
1900—1964. „ „	18.915	7.079	8.102	5.31
Évi fémértéknövekedés 1932. év után	0.0809	0.0974	0.0329	0.1167916
	0.081	0.077	0.033	0.117
A trend függvény alapján számolt érték 1964. évre	21.503	10.196	0.15	9.05
Tényleges érték 1964. évben	23.86	6.86	8.01	14.52
A 15 éves átlagok trend szerinti értéktől való maximális eltérése, trendérték százalékában	22.0	20.3	20.6	
Tizenötéves átlag várható értéke 1970. évre	22.0	10.8	9.3	
15 éves átlag várható minimális értéke 1970. évre	17.20	8.6	7.4	
1970. évben várható 15 éves átlag \$ értéke (40.656 \$/kg)	699.28	349.64	300.85	
1970. évben várható 15 éves átlag kerekített ért. \$/t.	700.—	350.0	300.0	
Várható fémár Ft értéke 60 Ft/\$ alapon	42.000	21.000	18.000	
Várható fémár Ft értéke 80 Ft/\$ alapon	56.000	28.000	24.000	



Fenti számítások alapján egy 1970-re becsülhető fémértékelést a 2/1. táblázat tartalmazza. A táblázat tartalmazza a jelenlegi ezüstár mellett a 60, illetve 80 Ft/dollár devíza szorzóval számolható Ft fémárat is. A táblázatbeli értékek alkalmazása esetében az egyes rövidebb időszakok, évek, negyedévek fémárai lehetnek jóval kisebbek, vagy nagyobbak is, mint a táblázatban megadott számításba veendő legkisebb érték, de 15 év átlagában (egy bánya minimális élettartama) nem kell arra számolni, hogy a fémárak átlaga a megadott értéknél kisebb lesz.

Helyesebb lenne trend értéktől való eltérés négyzetének átlagával számolni a várható trendérték konfidencia intervallumát, de a legnagyobb eltérés figyelembevétele nagyobb biztonságot nyújt.

Kiszámoltuk az ezüstegyenérték 15 éves mozgás átlagát a várható időre, tehát a vizsgálat évét kitevő időszakra. Az elmúlt időszak és

következő időszak 15 éves átlagai között a legnagyobb negatív irányú eltérés réz esetében 18<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, cink esetében 27<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, ólom esetében csak 3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. A legalacsonyabb árszintek átlagértéket megfelelő biztonsággal kapjuk, ha a trend szerinti értékből a 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ot levonjuk.

#### IRODALOM JEGYZÉK

- Paul AUDIBERT: A la recherche de l'argent perdu dans le monde des mines métalliques. Revue de l'Industrie minière. 1964. aug. p. 679—692.
- KUN BÉLA: Mátrai ércelőfordulások fontosabb jellemzői meghatározásának módszere és a meghatározás pontossága. Földtani Kutatás 1966. IV.
- TÓTH MIKLÓS: Az ásványi nyersanyagkutatás hatékonysága ipari megítélésének műszaki-gazdasági alapjai. Bányászati Lapok. 1965. 11. p. 721—733.

# Bauxitkészletek elektronikus módszerű számítása

Írta: Szabó Elemér

Minden hasznosítható ásványi nyersanyag kutatásával kapcsolatban egyik fő cél, hogy a földtani előfordulási, települési körülmények tisztázásával az ásványi nyersanyag mennyiségi és minőségi viszonyairól is tájékozódást nyerjünk, illetőleg a kutatás folyamán felgyűlt alapadatok segítségével készletszámítást végezzünk.

Ezeket, a gyakran tekintélyes energiát és időt lekötő számításokat ma már egyes iparágakban, pl. a bauxitkutatás területén gépesíteni lehetett, illetőleg, az úgynevezett sokszög-módszerű készletszámítást elektronikus módszerre lehetett kidolgozni és a bauxitkészletek kiszámításánál sikeresen alkalmazni.

A kidolgozás előzményeit, módszerét, bevezetését és eredményeit a továbbiakban 3 fejezetben ismertetem.

A tanulmány először rövid történeti áttekintést ad a bauxitkészletszámításokról és az elektronikus módszer kiválasztásához legjobban megfelelő módszerről.

A második részben a sokszög módszerű elektronikus készletszámítás előkészítését, programozását, végrehajtását és pontosságát ismerteti konkrét példákon, Végül a befejező részben a levonható következtetések, gyakorlati tapasztalatok és a gazdaságosság kérdése kerül tárgyalásra.

## I. rész

### *A bauxitkészletszámítások történeti áttekintése.*

A magyarországi bauxitkészletszámításban az 1950-es évek elején kezdődtek a nagyobb-méretű, rendszeres kutatások és ezek megindulásával egyidőben a korszerű készletszámítások. A készletek számbavételére először a *négyszög-módszert* és a *háromszög-módszert* használták, amelyek az 50-es évek elején a bauxit-alumínium iparágban általánosan elterjedtek.

Egyes zárójelentésekben a *földtani tömb*, — *függőleges párhuzamos földtani szelvények*, — *vízszintes szeletek* ún. *rétegvonalas* módszerével is találkozhatunk, ezek közül azonban csak a földtani tömbmódszer tudott jobban tért hódítani. A többi módszer időigényessége és bonyolult volta miatt sohasem vált elterjedté a bauxitkutatás és bányászat területén. Sokszor alkalmazták gyors és hozzávetőleges készletszámításhoz a *számtani középátlagos módszert* is, ez azonban leggyakrabban csak szabályos fúráshálózat esetén adott kielégítő eredményt.

Az 1960-as években a sokszög módszer és a földtani tömbmódszer vált általánosan elter-

jedtté. E kettő közül is egyre inkább a sokszög-módszer alkalmazása terén nyertünk értékes és hasznos tapasztalatokat a gépi készletszámítás szempontjából. A sokszög készletszámítási módszer esetében ugyanis — mint ismeretes — 1 fúrás 1 tömböt képvisel minőség és vastagság szempontjából, így nagy előnye, hogy teljesen szabálytalan fúrási rendszer esetén is használható, amikor a többi módszert nem lehet, vagy nem célszerű alkalmazni. Ezen kívül nagy mértékben leegyszerűsíti az átlagminőség kiszámítását egy-egy készletszámítási tömbre vonatkoztatva és ez az elektronikus módszer esetében a kiírás szempontjából egyáltalán nem közömbös. A négyszög- vagy háromszög módszer elektronikus alkalmazása esetén a kiírás kb. 3—4-szer annyi munkaidő kapacitást igényelne, mint sokszög-módszer esetén.

A sokszög-módszer elektronikus alkalmazásának további előnye a gyorsaságon és pontosságon kívül abban is megnyilvánul, hogy előkészítése a tömbhatárok és területek szerkesztése ellenére is gyorsabb a többi módszerhez képest. Itt ugyanis — mint már említettük — minden fúrás 1 tömböt képvisel és így a tömbökre vonatkoztatva közvetlenül felhasználhatók átlagszámításhoz a laboratóriumi 5 komponensek bauxitvegyelemzéseinek adatai.

Ezen sok hasznos tulajdonság figyelembevételével javasoljuk egyéb hasznos ásványi nyersanyagoknál — ahol természetesen a sokszög módszer elektronikus kidolgozását készletek számítására. (Pl. kőszén, mangánérc, üveghomok, tűzálló agyag stb.)

A kibernetika fejlődése, a számítástechnikai színvonal általános emelkedése a bauxitkutatás területén is hasznos segítséget adott. Az előzőekben említettek alapján az 1960-as évek elején megállapítottuk:

*a sokszög-módszer a legalkalmasabb arra, hogy elektronikus készletszámítás céljából programozásra kidolgozást nyerjen.*

Az elektronikus számítógéppel történő bauxitkészletszámítás kérdésének felvetését az Alumíniumipari Tröszt részéről *dr. Barnabás Kálmán* főgeológus javaslata alapján az tette lehetővé, hogy a NIM Elektronikus Számoló Központja 1964-ben nagyteljesítményű számítógép birtokába jutott. A gépen való bonyolult számítások elvégzésének lehetősége, a számításokat és ellenőrzéseket végző betanult alkalmazott matematikusok és technikusok biztosítékai voltak egy nagyobb méretű komplex készletszámítás gépi úton való elvégzésének.

## II. rész

### A sokszögömöszerű elektronikus bauxitkészlet-számítás előkészítése, programozása, a számítások végzése és gyakorlati példákon való bemutatása

A Bauxitkutató Vállalat 1963. évtől foglalkozik a bauxitkészletek elektronikus módszerrel történő kiszámításának megoldásával. 1963-ban még csak előzetes lépések történtek ez irányban. Ekkor Erdélyi Tibor és Köteles Károly vállalati geológusok kapták ezt a feladatot. Rövid tanulmányukban a bauxitkészletek géppel történő számítására lyukszalaggal működő elektronikus számológépet javasoltak a lyukkártyás rendszerrel szemben. A választott út helyes volt, ugyanis később bebizonyosodott, hogy olyan komplex számításokat is el kell végezni, amelyeket a lyukkártyás gépen gazdaságtalan lenne, illetve nem is lehetne elvégezni egy menetben.

1964-ben sikerült lényegesen előbbre vinni a feladat megoldását. Köteles Károly és Szabó Elemér együttműködve Rinágel József alkalmazott matematikussal (Bányászati Tervező Intézet, Budapest) elméletileg kidolgozták a bauxitkészletszámításoknak sokszög módszer szerinti elektronikus rendszerű számítását, valamint nem létező, de a valóságban lehetséges leggyakoribb variációk figyelembevételével tipizált bauxitlencsére. (B és C<sub>1</sub> kategória, kénes és normál bauxit, műrevaló és nem műrevaló készletek I—IV. osztályban és ezek kategóriánkénti, valamint osztályonkénti összesítésére a minőség Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és hányados Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub> értékek feltüntetésével).

Ez képezte a kísérleti számítások alapját, melyben a bonyolultabb kombinációk, mint pl. a kénes nem műrevaló pillérekészlet, vagy pl. az ércvagyontmentés szempontjából történő összevonások még nem szerepeltek.

A kísérleti számításokat a program kidolgozása és ellenőrzése után a gép kitűnően megoldotta. (A kísérleti számításokat és ezzel foglalkozó tanulmányt mellékelten mutatom be.)

1965-ben Szabó Elemér és Puskás János folytatták az elektronikus készletszámítások tökéletesítését. Ezzel kapcsolatban Rinágel József alkalmazott matematikussal közösen tökéletesített bauxitkészletszámítási programot dolgoztak ki, melyben pontosítást nyertek a minőségi osztályok hányados határértékei, differenciáltabb készletfelosztás vált lehetővé a pillér és a pilléren kívüli felosztással, ezenkívül bizonyos speciális települési esetekben ésszerű ércpadösszevonással, az egyébként kieső készletek mentésével ún. ércvagyontmentést lehetett elvégezni a számításokkal.

Tulajdonképpen a NIM Ipargazdasági és Üzemszervezési Intézet Elektronikus Számoló Központjában 1964. év folyamán elvégzett pró-

bakészletszámítás jó eredménye után vetődött fel valamely bauxitelőfordulás zárójelentése készletszámításának konkrét formában, elektronikus számológépen történő kiszámíttatása. A legjobb alkalmat az Iszkaszentgyörgy-Rákhegy bauxittelép akkor készülően levő zárójelentésének készletszámítása adta, amely 153 sokszögtömbjével igen tekintélyes számítási feladatnak bizonyult, tehát elektronikus módszerrel való elvégzésére mennyiségénél fogva, valamint számítási variációi miatt alkalmasnak kínálkozott.

A készletszámításban az egyes tömböknél a következő variációk léphettek fel:

1. B és C<sub>1</sub> kategória területe.
2. Pilléren belüli és pilléren kívüli területek kategóriák szerinti bontásban.
3. Minőségi osztályok:

I. osztály	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	≥ 46%	H = ≥ 10
II. osztály	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	≥ 46%	H = 7—10
III. osztály	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	≥ 40%	H = 4—7
IV. osztály	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	≥ 40%	H = 2,6—4
V. osztály	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	≥ 35%	H = 2,6—4

I. + II. oszt.

III. + IV. oszt.

I. — IV. oszt.

4. Műrevaló — Nem műrevaló készletek

Mv.

NMv.

minőségi osztályok szerinti bontásban.

5. Kénes (\*-gal jelölve) bauxit és nem bauxitanyag közbetelepülésként, valamint normál bauxit (nem kénes) minőségi osztályok szerinti bontásban.

6. Ércvagyontmentés céljából történő összevonás olyan esetben, amikor 1,0 m-nél kisebb vastagságú V. osztályú, vagy VI. osztályú ércet von össze a gép a hozzá kapcsolódó, vagy önmagában 1,0 m-nél kisebb vastagságú ipari, vagy V. osztályú érccel úgy, hogy az összevonás után az ércpad legalább V. osztálynak megfelelő minőséget (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tart. ≥ 35%) és legalább 1,0 m vastagságú képezzen.

A konkrét számítások elvégzésére a Bauxitkutató Vállalat előzetes megbeszélések után 1965. szept. 8-án a NIM Ipargazdasági és Üzemszervezési Intézet Elektronikus Számoló Központjával szerződést kötött, melyben előzetes kalkuláció szerint a számítás 5 óra gépidőt igényelt. A munka ténylegesen csak 4 óra 7 percet vett igénybe.

Például az Rp—373. sz. fúrás alapadatai:

Pl. = Rp — 37?	1,81	6392	2468	—	3924	—
327,1—327,5*	47,7	20,9	10,3	1,5	17,2	1
327,5—328,1	47,7	10,3	24,7	1,6	12,3	0
328,1—329,1	47,9	9,9	23,3	1,7	13,0	0
329,1—330,1	50,2	9,8	22,6	1,7	12,7	0
330,1—331,1	38,0	28,4	17,9	1,5	12,3	0
331,1—332,1	38,5	27,0	17,6	1,4	12,0	0

amit sémával helyettesítve a következőképpen kell értelmezni:

A számítások elvégzése előtt az alkalmazott matematikussal, *Rinágel Jozseffel* együtt kidolgozott és ellenőrzött készletezési program számára elő kellett készítenünk az alapadatokat.

A könnyebb áttekinthetőség céljából a 153 fúrás közül egy kiragadott fúrásnak a szükséges formában előkészített alapadatait mutatom be:

= Fúrás száma	Átlagos térfogatsúly 2 tizedesig (105° C-ra hevített állapot)	Összes terület m <sup>2</sup>	Terület m <sup>2</sup>				Kénes = 1 Normál = 0
			B. kat		C <sub>1</sub> kat.		
			Pilléren		Pilléren		
			kívül	-ben	kívül	-ben	
Mélyésgköz m-től m-ig	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> súly %	SiO <sub>2</sub> súly %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> súly %	(TiO <sub>2</sub> ) súly %	(Izz. v.) súly %		

A zárójelbe tett TiO<sub>2</sub> és Izz. veszt. súlyszázalékok szerepelnek az 5 komponens laboratóriumi alapelemzési jegyzéken, ezeket azonban a gép a számításoknál nem veszi figyelembe.

Ez a forma azt jelentette, hogy a vegyi laboratóriumból beérkezett elemzési lapokra a közölt séma szerinti sorrendben felírtuk az egyes készletszámítási tömbökre jellemző terület-adatokat, amelyeket hagyományos módszerrel történt szerkesztés alapján, területmeghatározás (planimetrálás) útján nyertünk. A térfogatsúly minden tömbre — tehát az egész bauxitelfordulásra azonosnak — jelen példánkban 1,81-nek vettük. Ez azonban lehet eltérő szám is.

A bauxitra vonatkozó S-SO<sub>3</sub> elemzési adatok alapján az egyes mélyésgközők végén 1-es kódszámmal jelöltük meg az 1,5 SO<sub>3</sub>%-ot elérő vagy annál nagyobb, illetve a 0,6 S%-ot elérő, vagy annál nagyobb értékeket mutató úgynevezett kénes *bauxitokat*, vagy az olyan esetleges nem bauxit kőzet jellegű közbetelepüléseket, melyek mészkőtörmelék, dolomittörmelék, vagy egyéb nem bauxitos anyag lehetnek. A közölt értékek alatti, úgynevezett *nem kénes bauxitok kódjele = 0*.

Az így előkészített alapadatokat, — tekintettel arra, hogy a területeken a fúrás kutatás akkor még folyamatban volt, — a megállapodás szerint 3 részletben bocsátottuk az elektronikus módszerű készletszámítást végző *Rinágel József* alkalmazott matematikus rendelkezésére.

Az első rész 51 fúrást, a második 50, a harmadik rész 52 fúrást tartalmazott.

Az elmondottakból látható, hogy előkészítő rész roppant egyszerű és felhasználható jól olvasható formában a laboratóriumi elemzési adatlap a megfelelő részek bekeretezésével, kó-

dolásával és a területek, valamint térf. súly megadásával.

Természetesen ahhoz, hogy az egyes tömbök területe B-C<sub>1</sub> kategória, esetleg pillér — nem pillér bontásban pontosan megadható legyen, megelőzőleg szükséges a terület pontos tektonikai kiértékelése, a vetődések, a meddő zónák beszerkesztése, a vastagsági adatok, települési viszonyok, minőségi értékek ellenőrzése stb.

A előkészítési részhez hozzátartozik még a NIM Elektronikus Számoló Központba eljuttatott ellenőrzött alapadatokról géptávirón kiíratott úgynevezett protokoll (adatlap) visszaellenőrzése, mielőtt a gépi számolás elkezdődne. A visszaellenőrzést és javítást a megrendelő Bauxitkutató Vállalat végezte el.

A teljesen ellenőrzött és kijavított hibátlan protokoll a jó készletszámítási program megléte esetén alkalmas már a gépi számításra. Az említett *Iszkaszentgyörgy—Rákhegy* bauxitkészletszámítás esetében a számításokat „National Elliott 803 B” típusú kis-közepes kapacitású elektronikus számológép végezte *autokód* programozás szerint.

A gépi számítás menete a következő: Miután a fúrás alapadatokat, vagyis a protokollt a távgépirón kiírták, további feladat ennek esetleges javítása után az adatszalg előállítás. Ezt az ötcsatornás (ötlyukú) Elliott-kód szerinti Siemens író és szalagperforológépen állítják elő. Az adatszalg formáját és lyukpozícióinak jelentését magyarázó ábrán mutatjuk be. (Lásd 1. ábrát.)

Egy fúrás teljes alapadatainak beolvasása után először a rétegek, rétegpados kiértékelése és kiíratása lyukszalagra történik meg. A kiértékelés után kerül sor az esetleges összevonásra,

4 NATIONAL-ELLIOTT kódrendszer  
(Az Elliot távgépíró kód)

Betűk	Jelek	Kódszám (decimális érték)	Lyukszalagon levő lyukkombináció (1 : lyuk, 0 : semmi)
blank (bl)		0	00000
A	1	1	00001
B	2	2	00010
C	*	3	00011
D	4	4	00100
E	5	5	00101
F	=	6	00110
G	7	7	00111
H	8	8	01000
I	' (fent)	9	01001
J	. (lent)	10	01010
K	+	11	01011
L	:	12	01100
M	—	13	01101
N	.	14	01110
O	%	15	01111
P	0	16	10000
Q	(	17	10001
R	)	18	10010
S	3	19	10011
T	?	20	10100
U	5	21	10101
V	6	22	10110
W	/	23	10111
X	@	24	11000
Y	9	25	11001
Z	£	26	11010
Jelszint (fs)		27	11011
Szóköz (sp)		28	11100
Kocsi-vissza (cr)		29	11101
Soremelés (lf)		30	11110
Betűszint ((ls)		31	11111

majd a *korrigált rétegsor*, (rétegpadsor) alapján az egyes kategóriák szerinti készletszámításra és a *fúrás készletének kiírására*.

Ezzel egyidőben történik a *fúrás készleteinek hozzáadásával az eddig számolt fúrások teljes összegezése is*.

A *fúrások kiértékelése után az adatszalg végén a vezérlő asztalról történő újraindítással a gép a teljes összegezést végzi el*.

A jelenlegi formában kidolgozott és tökéletesített bauxitkészletszámítási elektronikus program módot nyújt a részletekben történő készletszámításra is, ekkor azonban szükség van — az összesítő eredmények tárolása végett — mágnesfilm használatára. (A mágnesfilm az elektronikus számológép egyik perifériás berendezése, mint pl. a fotocellás beolvasó, a mechanikus kiiróberendezés stb.)

Mágnesfilm használata esetén egy *fúrási alapadat-részt lezáró 1* ( kódjel után egy 60 ( kód következhet (amennyiben nem használatos mágnesfilm, ilyen kód használata tilos!). Ilyen esetben az illető *fúrás kiértékelése és kiírása után az addigi fúrások összesítő eredménye az 1* ( jelzésű mágnesfilm első 9 blokkjában táro-

l (jelzésű mágnesfilm első 9 blokkjában tárolyomatosan működik).

Célszerű volt kb. 10 fúrásonként különálló adatszalgot készíteni, melynek csak a végén szerepelt a 60 ( kód. Ez hármast szolgált: egyrészt könnyebb volt az adatokat javítani, másrészt így megszakítható volt a számítás, mely azért volt szükséges, hogy a kiiróból „kifolyó” tekintélyes mennyiségű eredményszalgot le lehessen szakítani és fel lehessen tekereni (ilyenformán a teljes számítás befejezésekor több tekerésben nyertük az eredményszalgot). Egy tekerésben ugyanis túl hosszú lett volna és nem kezelhető, végül géphiba esetén így minimális számítási idő ment veszendőbe.

Géphiba esetén (ha a gép megáll és a vezérlőasztalon kigyullad a hibajelző lámpa) ugyanis csak az „utolsó tekerés” fúrását kell megismételni. A több részletben történő feldolgozás is az elmondottak szerint történik.

A program módot nyújt *korrekcióra* is, amennyiben egy fúrás alapadataiban rejlő hiba csak a feldolgozás után derülne ki.

Ekkor az eljárás a következő: megfelelő indítás után a mágnesfilmen tárolt összesítő adatok automatikus beolvasást nyernek. Ezután kell beolvasni a hibás fúrási alapadatokat eredeti hibás formájukban. Ekkor az összegezés negatív formában történik, tehát a hibás fúrások készleteit a gép levonja.

A hibás adatok beolvasása utáni újbóli, megfelelő indítással, a már javított fúrások adatai alapján normálisan folytatható a számítás.

Az elektronikus módszerű készletszámítást alkalmazott matematikus vagy technikus végzi. A gép bonyolult szerkezetével, ezzel való számolással külön tudomány, a kibernetika foglalkozik, s ezzel kapcsolatban külön matematikai nyelvet, az Algol—60 van leginkább használatban.

A következőkben az elvégzett számítások néhány alkalmazott földtani vonatkozású kérdését, az elvégzett számítások pontosságát és gazdaságossági kérdéseit ismertetem.

Magyarországon a bauxitkészletek közül először az Iszkaszentgyörgy—rákhegyi bauxit-előfordulás készleteit számoltuk ki elektronikus módszerrel. Éppen ezért, teljes megnyugtatás céljából először hagyományos sokszög módszerrel is kiszámítottuk a készleteket, hogy a módszerek különbözőségéből eredő esetleges eltéréseket részleteiben is nyomon követhessük, típusukat és keletkezésük okait felderítsük és megmagyarázzuk.

A konkrét készletszámítási adatok szám-tengerének mellőzésével, az eltéréseket figyelemmel kísérve csak a megállapított hibatípusokat és az eltérési szélső értékeket ismertetem:

Az eltéréseket figyelemmel kísérve meg-



állapítható volt, hogy azok a típus szerint a következők lehetnek:

1. *Tizedeshibából eredő készleteltérések*  
( $\pm 0,01$  ezer tonna minőségi osztályonként)  
 $\pm 0,03$  ezer tonnáig összegezéseknél fúrásoként, kerekítés esetén max. 0,1 ezer tonna.
2. *Tizedeshibából eredő hányados eltérések*  
 $\pm 0,1$ ,  $\pm 0,3$ , ebből eredően minőségi osztályba sorolási hányados érték különbségek, melyek eredetileg a készülteknek kategóriákon belüli változását nem, de minőségi osztályokon belüli megoszlását befolyásolhatták. Pl. 6.97 hányadosú értéknél az elektronikus gép még III. osztályba sorolt a régebbi program szerint, a hagyományos módszer 7,0 hányadosra való kerekítéssel II. osztályba. Ezt a hibát újabb program módosítással sikerült kiküszöbölni. Erre később még visszatérünk.
3. *1.0 m-nél kisebb vastagságú V. osztályú érc készletadat eltérései*, abból eredően, hogy az elektronikus számológép nem számolta ezeket még akkor sem, ha azok 1.0 m vagy annál nagyobb vastagságú ipari ércpadhoz közvetlenül kapcsolódtak.
4. *Készletadateltérés ércvagyontmentésnél* több esetben, — amikor az hagyományos módszerű számításnál ésszerűnek látszott, a gép nem vonta össze az összevonható ércpadokat.
5. *Végösszegezési készletadat eltérések* a tizedesek halmozott kerekítési hibából a hagyományos módszerhez képest. (Nagyobb mennyiségeknél pl. több millió tonnás készleteknél és több száz összegezési tétel esetén az eltérés mértéke eléri a  $\pm 2,0$ — $3,0$  ezer tonnát.)
6. *Végösszegezési átlagminőség-adat* eltérések, ha a hibalehetőségek egyirányban hatnak és így akkumulálódnak ( $\pm 0,4\%$ ).

Ahhoz, hogy ezeket az eltéréstípusokat ki lehessen szűrni, meg lehessen állapítani, közvetlen összehasonlíthatóság céljából az elektronikus módszerrel számított készletadatokat a hagyományos módszer formájában kellett kifejeznünk.

Az előbb említett eltéréstípusok sorrendjében, ezek okainak magyarázatát röviden a következőképpen világítom meg:

1. A National Elliott 803 B típusú programvezérelt digitális elektronikus számológépben a számokat elektronikus jelek, impulzusok reprezentálják. Ezért a számoknak a számológépben való ábrázolására azt a számrendszert választották, amelyben bármely szám jellemzésére elegendő olyan jelsorozat, amely csak két, egymástól eltérő jelet tartalmaz.

Ilyen számrendszer pedig pontosan a kettes számrendszer, ezért a számológépen a számok kettes számrendszerben kerülnek ábrázolásra. A kettes számrendszer két jegye közül a „0” az impulzus hiányát, az „1” az impulzust jelenti. Ilyen alapon tehát lényegesen nagyobb pontossággal végzi a gép a számítási feladatokat, mint a hagyományos módszer. Ebből következik, hogy az értékek több tizedes pontossággal (4—9 tizedesig) kerülnek a további műveletekbe, ugyanakkor kívánságunkra csak 2 tizedesig vannak kinyomtatva.

Ellenőrzésünk során minden alkalommal megnéztük eltérés esetén a pontosítást 4 tizedesig, s az eredmények így már kitűnően egyeztek.

2. A hányados határokat programozásnál először: 2.6  
4.0  
7.0

és 10,0 értékeknél vettük fel, és hogyha csak 4 tizedesig való számolást vesszük alapul, akkor is ezek:

2.6000  
4.0000  
7.0000

és 10,0000-nak felel meg, tehát 6,9689 elektronikusan számolt hányados érték, ami nyomtatásban 6,97-et ad, csak III. osztályba való sorolást jelent, míg hagyományos módszernél ez már II. osztályba sorolandó. (Kerekítve ugyanis  $6,97 = 7,0$ ).

Ebből a hányadosérték pontatlanságból eredő hibalehetőséget későbbi programváltoztatással teljesen kiküszöböltük, mert a 2,6—4,0—7,0 és 10,0 hányados határértékeket 2,55—3,95—6,95 és 9,95 értékekre változtattuk.

3. Az V. osztályú készültek számolási tökéletesítése a jelenleg érvényben levő kondíciók szempontjából egyelőre pontosítást nem igényel.
4. Az úgynevezett ércvagyontmentés különböző esetei jelenleg még a legtöbb szubjektív megítélést tartalmazó tételek, melyek matematikailag még nem voltak eddig egyértelműen megfogalmazhatók, mivel az ércvagyontmentés sokféle

esetét igen nehéz egyértelműen szabályozni.

5. A nagy pontossággal való számolás matematikai törvényszerűségéből adódnak ezek a kis eltérések a kerekített értékekhez képest. Elhagyásuk, kiküszöbölésük az elektronikus készletszámítás jellegéből kifolyólag nem érhető el. Az eltérés mennyisége a készletek abszolút számértékéhez képest elenyészően kicsiny (kb. 0,0005<sup>0</sup>), ami elhanyagolható. Természetesen az elektronikus számítási adat a pontosabb.
6. A végösszegnél jelentkező átlagminőség eltérések már jelentősebbek. ( $\pm 0,4\%$  körül is lehet.) Ezek szintén halmazott és kerekített adatok többszörösen is lekerített értékeinek visszaosztásából eredő eltérések. Az elektronikus készletszámítás ismét sokkal pontosabb értékkel számol, úgy a súlyszámok, mint pedig a készletek tekintetében, ebből következik, hogy ezek visszaosztásából kapott átlagminőség adatok is reálisabbak, pontosabbak, jobban képviselik az átlagot, mint a hagyományos módszer adatai. Mindenesetre figyelemre méltó eltérések is adódhatnak, különösen a jóminőségű (I. és II. oszt.) bauxit átlagminőségeknél, a kovasavhányadosok hagyományos módszerrel számolt megfelelő értékeivel való összehasonlítás esetén.

Végezetül néhány szóban összefoglaljuk, a számítások gazdaságosságára tett megállapításainkat.

### III. rész.

Az Iszkaszentgyörgy—Rákhegy bauxitkészleteinek elektronikus módszerű számítása a gépidőt, az előkészítést, végső technikai szerkesztés teljes munkaidejét és költségeit is beleszámítva 17,200,— Ft-ot tett ki. Ebben az összegben, — tekintettel arra, hogy a NIM Elektronikus Számoló Központ a kiíratásért kiírási díjat és papírköltséget nem számolt fel — benne foglaltatik a papírköltség és kiírás is. Az elektronikus készletszámítás gépedeje 4 óra 7 perc volt, előkészítéssel és végső összeállítással együtt kb. 3 személyre 1/2 hónapot vett igénybe.

Ugyanerre a bauxitelőfordulásra az összehasonlítás elvégezhetősége céljából elkészített hagyományos módszerű készletszámítás teljes költsége (5 főre számítva, + gépelési és papírköltség kb. 7,700 Ft.

Ebből az összehasonlításból az derül ki, hogy míg az elektronikus módszerre fordított összeg a kb. 3,000 Ft kísérleti számítási összeg levonása után 14,200 Ft körül mozog, addig a hagyományos módszerre fordított összeg kb. ennek a fele (53,9<sup>0</sup>)-a).

Látszatra ez a hagyományos módszer további alkalmazásának gazdaságossága mellett szól, de meg kell jegyeznünk, hogy ez csak látszat. Nem szabad megfeledkeznünk arról sem, hogy ilyen munka esetében nem elhanyagolható az az időmegtakarítás és a más téren ez idő alatt elvégzett munka, amit az elektronikus módszerű készletszámítás szerint 1-1 főre vetítve a következő:

Az összehasonlítás alapját képező főbb költségek a következők voltak:

#### Hagyományos módszernél:

	Költség Ft
a) Többszerkesztés (vezetőzónák, pillér, kategória) stb.	400,—
b) Területszámítás tömbönként (pillér + kategória) planimetrálással	1.100,—
c) Területszámítás ellenőrzése	200,—
d) Átlagszámítások elkészítése	1.095,—
e) Átlagszámítások ellenőrzése	730,—
f) Készletszámítás elvégzése kézi és villanyszorzógéppel	876,—
g) Készletszámítás ellenőrzése kézi és villanyszorzógépekkel	730,—
h) Számítások ellenőrző felülvizsgálata	200,—
i) Alapelemzések legépeltetése	300,—
j) Összeolvasás, gépelés ellenőrzése	146,—
k) Hibajavítás írógéppel, lapszámozás	50,—
l) Átlagszámítások hagyományos formában való legépelése	300,—
m) Az átlagszámítások gépelt anyagának összeolvasása, javítása	300,—
n) Hibajavítás géppel, lapszámozás	100,—
o) Készletszámítások hagyományos formában való legépelése	500,—
p) A gépelt készletszámítási anyag összeolvasása, kijavítása	146,—
q) Hibajavítás géppel és lapszámozás	50,—
r) Technikai szerkesztés, összeállítás	73,—
s) Géppapír költség 5 példányra	175,—
Összes költség:	7.671,—

Elektronikus módszerrel:

a) Tömbszerkesztés (vetőzónák, pillér, kategória stb.)	400,—
b) Területszámítás tömbönként planimetrállással (pillér+kategória)	1.100,—
c) Területszámítás ellenőrzése	200,—
d) Program előkészítő, megbeszélő tárgyalások, anyag elkészítése elektronikus számításra, kiszállások Balatonalmádi—Budapest	2.400,—
e) A számításokhoz szükséges tényleges gépidő	12.350,—
f) Alapelemzések legépelése	300,—
g) Összeolvasás, ellenőrzés	146,—
h) Hibajavítás géppel, lapszámozás	50,—
i) Végső ellenőrzés, összeolvasás, szétvágás, technikai szerkesztés, összeállítás	240,—
Ebből kísérleti számítások költsége	3.000,—
Összes költség	17.200,—

Ténylegesen ráfordított összeg	14.200,—
1 geológusteknikusra vetített időkülönbözlet	49 nap
1 geológusra vetített időkülönbözlet	13 nap
1 gépirónőre vetített időkülönbözlet	19 nap
Összes halmozott időkülönbözlet	81 nap

Végezetül még összehasonlításképpen csak annyit, hogy megfelelő előkészítés esetén hasonló nagyságú (kb. 150 fúrásból álló) készlet-

számítás az utolsó vegyelemzés kézhezkapásától számított 2 héten belül teljesen készen, összegezve, ellenőrizve és legépelve rendelkezésre állhat, ezzel szemben a hagyományos módszerrel hasonló precizitással számolva ugyanez legalább 3—4 hónapot venne igénybe.

Összegezve a leírottakat, jelenleg a bauxitkészletek elektronikus sokszög módszerű készletszámítása nagyobb előfordulások esetében, melyek legalább 100 produktív fúrást tartalmaznak, kifizetődő, gazdaságosnak mondható és pontos eredményt szolgáltató megoldott kérdés.

Az Iszkaszentgyörgy—Rákhegy bauxitkészletszámítása óta, már újabb nagy bauxitlepelenek a Halimba—V. bauxitleprezsnak is ezzel a módszerrel számítottuk ki a készleteit. Még az idén az Iszkaszentgyörgy Bitó—II. bauxitleprezsz készletszámítását is így végezzük.

1. Erdélyi Tibor—Köteles Károly: A bauxitkészletek számításának elektronikus számológépekkel történő elvégzésének lehetőségei. Kézirat. 1963. Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.
2. Köteles Károly—Szabó Elemér: Tanulmány a bauxitkészletek számításának elektronikus számológéppel történő végzéséről. Kézirat. 1964. Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.
3. Szabó Elemér—Puskás János: A) Kiértékelő jelentés az elektronikus bauxitkészletszámítási módszer továbbfejlesztéséről a zárójelentésekben közölt táblázatokra. B) Graphomat. Kézirat. 1965. Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.
4. Fölsz Attila—Rinágel József: Külfejtés maximális ipari szénvagyonának elektronikus számológépen történő meghatározására szénminőségi feltételek esetén. Különlenyomat. 1965.
5. Autó kód-programozás. A National-Elliott 803 B programvezérelt digitális elektronikus számológép A 103 jelzésű autokódja. 1964. Budapest. Különlenyomat. NIM Ipargazdasági és Üzem-szervezési Intézet.

# Fúrólyuk irányítási módszerek üzemi alkalmazása

Íra: Várhegyi Pál  
ter. főmérnök

A Mecseki Ércbányászati Vállalat Kutató-Mélyfúró Üzeme célkutatással foglalkozik. A kutatást, annak módszereit erősen befolyásolják az adott nyersanyag bonyolult települési viszonyai, valamint a kutatás egyes fázisaival szemben támasztott geológiai követelmények (magkihozatali %, kutatási hálósűrűség, fúrólyukak karrotálhatóságának biztosítása stb.).

Fúrásainkkal nehéz fúróhatóságú, igen változékony összeteteket harántolunk. Laza, nagy víztartalmú homokok, duzzadó anyagok, karszosodott mészkő-dolomit rétegek, az öblítővíz hatására „fellevesedő” agyagpalákon kívül te-

kintélyes vastagságú, nagy koptató hatású 75%-os kvarc, 20% földpát tartalmú igen erősen kötött homokköveket kell átfúrunk. Megnehezíti a helyzetet a rétegek 15–45° közötti dölése, a különböző keménységű kőzetcsikok gyakori váltakozása, a terület tektonizáltsága és kedvezőtlen hidrogeológiai viszonyai.

A fenti természetadta nehézségek leküzdésében a Kutató-Mélyfúró Üzem dolgozói igen jó eredményeket értek el az elmúlt évek során. Ezt szemléltetik az 1. sz. táblázat fm/ber/nap, illetve Ft/fm adatai.

1. sz. táblázat

Mélyfúrési teljesítmények (fm/ber/nap)

	1959.	1960.	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.
Zif—1200	4,38	4,32	3,29	4,45	4,36	4,37	5,06
— 650	5,33	5,36	4,54	5,40	5,94	5,33	7,02
— 300 N	7,25	9,12	12,70	6,11	7,15	8,51	16,70
— 300 B	—	—	18,40	19,90	24,41	26,12	36,44
SzBU— 150	12,60	12,68	13,44	10,56	11,31	30,00	8,14

Mélyfúrési fm költségek ((vállalati, Ft/fm)

	1959.	1960.	1961.	1962.	1963.	1964.	1965.
SzBU— 150	585,60	536,80	468,80	886,17	503,87	208	952
Zif — 300 N	908,85	930,90	925,78	936,79	886,33	876	243
300 P	—	—	385,26	332,64	289,88	322	157
650	1336,06	1171,29	1279,06	1227,08	1043,60	1085	1055
1200	1663,77	2159,91	1966,14	1993,09	1771,23	1692	1627

A mélyfúrás biztonságos technológiájú kivitelezésének egyik feltétele a fúrólyuk tengelyének egyenessége, illetve ettől való kis értékű eltérés. E kérdésekkel a „Korszerű mentés” alapelvei és szerszámai” című munkánkban részletesen foglalkoztunk. A fúrólyukak függőlegességének vállalatunk viszonyai között nemcsak a hajlítató-csavaró igénybevételénél bekövetkező szerszámkiadások, hanem a fúrólyuk kivályodásában megszorult szerszámok miatt is foglalkozni kell. A kőzetek nagy kvarc

és földpát tartalma miatt fellépő erős koptató hatás az elferdült fúrólyukokban fokozott mértékben jelentkezik, összes gazdasági kihatásával együtt.

A fúrólyuk falának beléscsövezéssel történő biztosítása is nehézségekbe ütközik elferdült fúrólyukokban.

A fúrólyukból nyert adatok kiértékeléséhez szükséges geofizikai vizsgálatok elvégzése 30°-nál nagyobb ferdeségű fúrólyukokban már problémát okoz. A karottáló szondákat nem lehet beépíteni a fúrólyuk talpáig.

A fúrás folyamán a fúrólyuk egyengetésére, megfelelő irányban (függőleges) tartására

\* Főző Péter—Várhegyi Pál: A korszerű mentés alapelvei és szerszámjai, különös tekintettel a magfúrásos mélyfúrás mentéseire. (MÉRNÖKTÖVÁBBKÉPZŐ. 4440)

igen sok időt kell fordítani. Az össz. fúrási időből 3,5% a fúróluk terelésére, illetve ferdeség ellenőrzésére fordított idő.

A fúróluk ferdeségének fentebb ismertetett következményei vetették fel a fúróluk elferdülésének okaival, a fúróluk irányításával kapcsolatos problémákat, melyekkel az alábbiakban részletesen foglalkozunk.

### A fúrólukak elferdülésének okai.

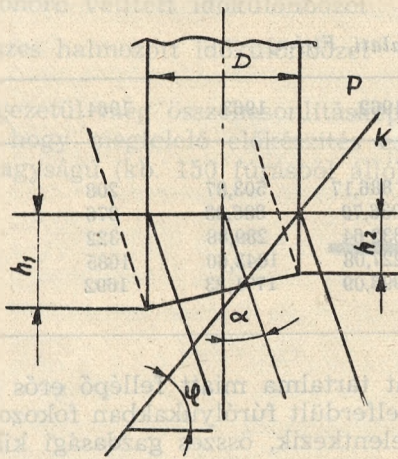
A fúrólukak elferdülésével foglalkozó világirodalom a fúrólukak elferdülését két alapvető okra vezeti vissza:

1. Geológiai viszonyok;
2. Fúrastechnológiai-technikai feltételek.

A Mecseki Ércbányászati Vállalat Kutató-Mélyfúró Üzemének megfigyelései a fenti irodalmi közléseket megerősítették.

1. Geológiai okok:

- a) Az üledékes kőzetek nagy részére, de különösen a homokkövekre jellemző a különböző keménységű kisebb-nagyobb vastagságú rétegek váltakozása. A váltakozó keménységű, ferdén települt rétegek esetében az előfúrás során úgynevezett egyenlőtlen felfúrás talp keletkezik, melynek következtében a fúróluk a rétegekre ráhajlik, igyekszik a réteglapra merőlegesen beállni. 1. sz. ábra. Az egyenlőtlen talpfelfúrást az



1. ábra

az eredményezi, hogy a korona előhaladása a különböző keménységű kőzetekben nem egyforma. Ennek következtében a fúróluk dőlés változása a következőképpen alakul:

$$\sin \alpha = \frac{h_1 - h_2}{D}$$

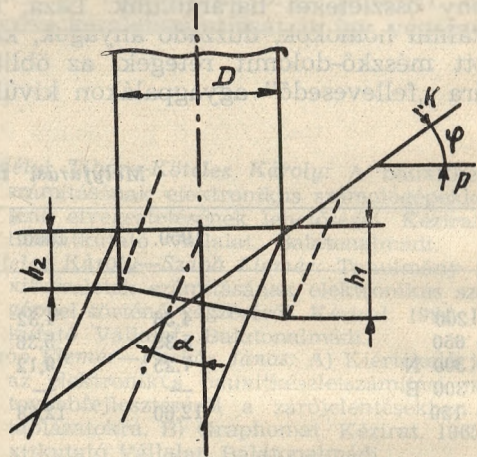
ahol  $h$  — előhaladás,

D — koronaátmérő.

Kemény kőzetből puhába történő áttérés esetében, a korona puhába érve kitolódik a rétegből, ferdesége csökken, 2. sz. ábra. Ebben az esetben a fúróluk elméleti dőlésváltozása a következő:

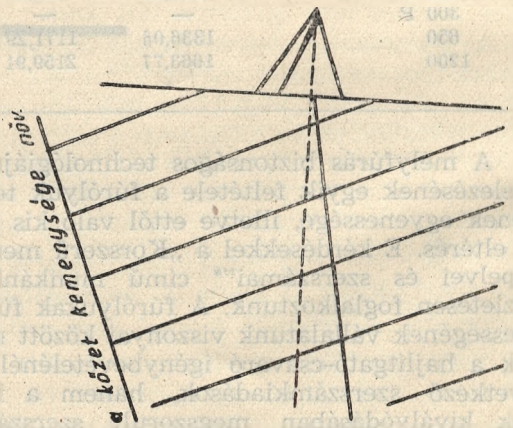
$$\sin \alpha = \frac{h_2 - h_1}{D}$$

A fúrási gyakorlatban az elméletileg számított dőléscsökkenés nem következik be, mert a puha kőzetre támaszkodó kemény kőzet ék, vagy törött, vagy a terhelés következtében letörik.



2. ábra

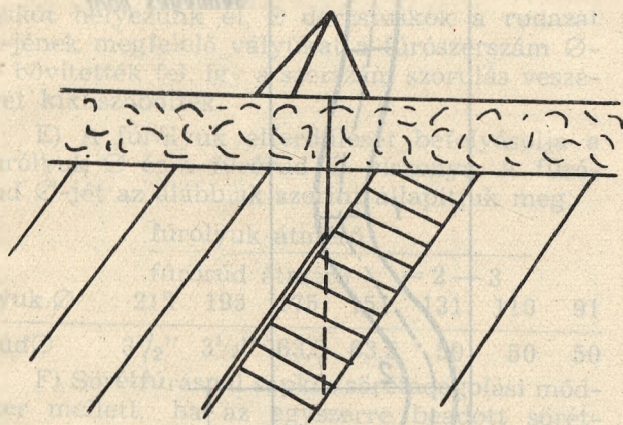
Váltakozó keménységű kőzetek esetében, ha a rétegek dőlése 50°-nál kisebb, akkor a fúróluk elferdülését a 3. sz. ábra jellemzi.



3. ábra.

Nagy keménységű és 50°-nál meredekebb dőlésű rétegek esetében a fúróluk

a réteg dőlése mentén hajlik el. (4. sz. ábra.)



4 ábra

b) Nagyobb területegységen belül azonos szerkezeti viszonyok mellett lemélyített fúrások esetében a fúrólukak ferdülési tendenciája (iránya) közel azonos. Megfigyeléseink alapján a rétegek dőlésiránya a fúróluk iránya között bezárt szög átlagosan  $147^\circ$ -os. Ezt a tényt a későbbiek során a geológiai viszonyok ismeretéből kiindulva az előterelt fúrólukak indításánál eredményesen használtuk fel.

A fentiekől eltérően egyes esetekben a fúróluk ferdülésének tendenciája számunkra érthetetlenül viselkedett, nem a várt irányban, hanem attól egészen eltérően fordult el.

Az adott terület földtani viszonyainak részletesebb megismerése után kiderült, hogy ez a törvényellenes elferdülés vető, illetve annak kísérő zónája következtében jött létre. Ugyanis a fúróluk a vetők mentén, illetve azok törmeléken zónájában, ha a vető síkja meredek, úgy azt követi,  $45^\circ$ – $50^\circ$ -os dőlési vető-sík lefutása esetén pedig ráhajlik a vető síkjára, igyekszik azzal merőleges helyzetet elfoglalni az 1/a. pontban ismertetett okok miatt.

c) Laza, üledékes kőzetek (talajok) átharántolása esetében a fúróluk görgetegeket érinthet, s ha azok nagy keménységűek és viszonylag nem nagy méretűek, így a fúrókorona azokat átfúrni nem tudja, hanem oldalasan elkapva azokat kinyomja a lyuk falába, de ezen idő alatt a görgetegen a korona, illetve fúrószerszám is irányt változtat és tovább már a elferdült irányban halad.

d) Gyakorlatban előfordult, hogy földalatti üreget harántolt át fúrószerszám. Az

üreg harántolásakor ferde irányban haladó fúróluk iránya megváltozott és a függőleges felé hajlott el.

## 2. Fúrastechnológiai-technikai okok:

Ezen okok közt döntő többséggel az alábbiak befolyásolják a fúróluk elferdülését:

- A fúrógép nem áll vízszintes alapon.
- A forgatófej nem függőleges.
- Rossz az arány a fúróluk átmérője és a fúrórud átmérője között.
- Görbe fúrórud van a nyomott szakaszban.
- Átmérő csökkenésénél nem alkalmaznak megfelelő kiképzésű áttérő tuskót.
- Az alkalmazott magfúró szerszám hossza rövid.
- Az optimálisnál nagyobb talpterhelést, illetve fordulatszámot alkalmaznak.
- Sörétfúrás esetében a szükségesnél nagyobb átmérőjű, sapkás adagolásnál az előfúrási hosszhoz szükségesnél nagyobb mennyiségű sörétet adagolnak le a fúróluk talpára.

A továbbiakban nem ragaszkodva az előző felsoroláshoz, olyan gyakorlatban alkalmazott, illetve tapasztalt tényeket ismertetünk, amelyek kihatással vannak a fúróluk elferdülésére.

A) A kutató magfúrások biztonságos kivitelezésének egyik alapvető tényezője a megfelelő minőségű öblítőiszap használata. Ez lényeges úgy a puha kőzetek fúrásánál, mint a tektonikai zónák, valamint a levedésre hajlamos agyagpalák és márgák fúrásánál. Rossz minőségű iszap használata esetében a fenti kőzetek jelenléte mellett a fúróluk fala kikavernásodik, melynek következménye a fúróluk elferdülésén túlmenően tektonikai zónából történő darabos omlás esetében szerszám beékelődés — mentés — lehet.

B) A fúróluk gazdaságos mélyítésének egyik alapfeltétele a megfelelő talpterhelés megválasztása. Minden kőzetfajta optimális talpterhelése más értékkel rendelkezik, s csak egészen pontos geológiai terv ismeretében lehet kiszámítani és előre megadni milyen nagy legyen a fúróterhelés mértéke. Az optimálisnál nagyobb talpterhelés a fúróluk elhajlásának egyik fő okozója.

Pontos rétegsor ismerete nélkül a fúróluk kivitelezési technológiájában az egyes kőzetfajtákra csak az alkalmazható talpterhelés alsó és felső határértékét tudjuk megadni, pl. ép vöröshomokkő esetében ez az érték sörétfúrásnál  $25$ – $35 \text{ kg/cm}^2$ .

Az alkalmazandó talpterhelés mértékét a fúrási szakvezető  $30$ – $50 \text{ cm}$ -es előhaladásból, ha a kőzet fúrhatósága közel egyforma, be tudja állítani úgy, hogy ezen előfúráso hosszon három

különböző tapnyomást használ és azonos idő alatt (5—10 perc) méri az előhaladást. A továbbiakban a fúrást azzal a talpnyomással célszerű folytatni, amelyik a legnagyobb előhaladás különbséget adta.

Pl.:

Fúrás	400 kg	terhelés	10 perc	előhaladás	12 cm
	500	„	10	„	15 „
	600	„	10	„	17 „

A legnagyobb előhaladás különbséget az 500 kg talpnyomás adta (3 cm), a fúrást tehát ezzel kell folytatni.

C) A fúrószerszám terhelésére olyan súlyosbító rúd, illetve fúrórudazat használandó, melynek átmérője közel van a fúrólyuk átmérőjéhez és legalább 4—5-ször nagyobb terhelés alatt hajlik ki, mint a fúrára alkalmazott fúrórudazat. Mélyfúrásainknál súlyosbító rúd használata esetén olyan hosszú rakatot alkalmazunk, melynél a várható legnagyobb terhelés csak a hossz 2/3-át veszi igénybe. Tekintettel arra, hogy súlyosbító rúd készletünk korlátozott úgy mennyiségben, mint átmérőben, a talpterhelést 63,5 mm átmérőjű fúrórudrakatokkal biztosítjuk. Egyébként a lyuk-átmérő függvényében az alábbi átmérőjű súlyosbító rudakat célszerű használni.

Lyuk Ø	212	195	175	151	131	110	91
Súlyosb. Ø	6 3/4"	6 3/4"	5 3/4"	5 3/4"	3 1/2"	2 7/8"	2 3/8"

D) Abban az esetben, ha fúróterhelést a rudazatsúly adja, akkor a rudazat a fúrás folyamán, ha a terhelésben résztvevő hossz nagyobb, mint a rudazat kritikus kihajlási hossza, kihajlik. Ezt a hosszat a következő összefüggés segítségével határozzuk meg:

$$l_{kv} = 3,14 \frac{4 E J q}{g \omega}$$

ahol: E = Yung modulus =  $2,10^6$  kg/cm<sup>2</sup>  
 J = polaris nyomaték  
 q = rudazat folyóméter súlya  
 $\omega$  = szögsebesség  
 g = gravitatív gyorsulás.

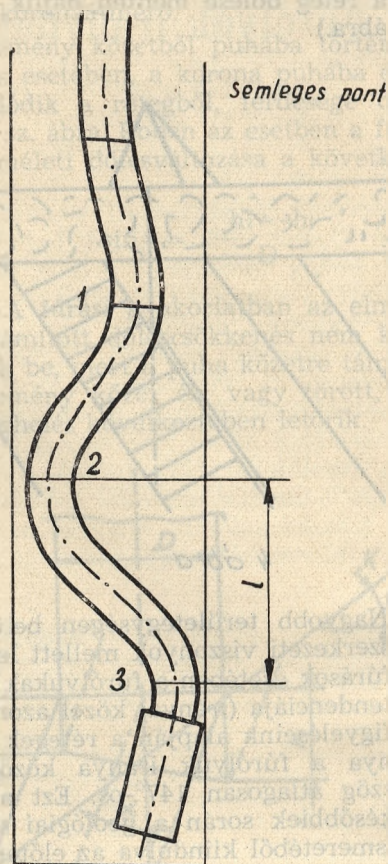
Üzemünkben használatos fúrórudazatokra kiszámított l<sub>kv</sub> értékek az alábbiak:

Rudazat	3 1/2"	63,5	50
l kv (m)	17	8	7

Irodalmi adatok alapján a rudazatot a fenti számított értékek szerint kihajlás ellen központosító vezetőkkel szükséges biztosítani.

Útve működő fúrásnál megfelelő eredményeket értek el a központosító vezetőkkel. Tapasztalataink alapján forgatva működő magfúrás esetében is hozhat eredményt a központosító használata, de az elferdülést teljesen nem zárta ki.

Kutató-Mélyfúró Üzemünknel egy időben a vezetők alkalmaztuk. A vezetők alkalmazásánál abból indultunk ki, hogy a rudazat a ter-



5 ábra

helés hatására sinus-görbe alakját veszi fel. A vezetőket a kihajlási fél hullámhosszokba helyeztük el (5. sz. ábra) 1, 2, 3. pontok). A kihajlási fél hullámhossz számításánál a fúrás folyamán fellépő legnagyobb terhelés az irányadó. Pl. Ha terhelés 1000 kg-os, akkor

rúd Ø	63,5	50
1 (m)	11	8,2

A vezetőket tehát a magcsőtuskótól felfelé 50 mm-es Ø-jű rúd esetében minden 8,2 m-ben 63,5 mm-es Ø-jű rúd esetében minden 11 m-ben kell elhelyezni. Az elhelyezésnél szem előtt tartottuk azt, hogy a központosító kapcsolóra, illetve karmantyúra kerüljenek. A vezető átmérőjének meg kell egyeznie a korona átmérővel, s a súrlódási igénybevétel csökkentésére csúszógyűrűt kell külső palástjukon elhelyezni. A későbbiekben üzemünk e vezetők alkalmazásától szerelésük nehézsége a központosító vezetőkkel ellátott fúrórud ki-beépítésének körülményeisége, valamint a vezetők intenzív kopása miatt eltért. Indokolta ezt az eltérést továbbá az is, hogy a vezetők alkalmazása a fúrólyuk elferdülés csökkentése céljából nem hozott effektív eredményt.

Megjegyzendő, hogy a fúrólyukak elferdü-

lése miatt a fúrólyukakban jelentkező vályúsodás és az abban keletkezhető mentések kiküszöbölése érdekében a fúrórudakat a kritikus helyen egy-egy vidiával felszerelt dörzstuskót helyezünk el. E dörzstuskók a rudazat Ø-jének megfelelő vályúkat a fúrószerszám Ø-re bővítették fel, így a szerszám szorulás veszélyét kiküszöbölték.

E) A fúrólyuk elferdülését befolyásolja a fúrólyuk Ø és a fúrórud Ø viszonya. A fúrórud Ø-jét az alábbiak szerint állapítjuk meg:

	fúrólyuk átmérő						
	fúrórud átmérő = 2 — 3						
Lyuk Ø	212	195	175	151	131	110	91
Rúd Ø	3 1/2"	3 1/2"	63,5	63,5	50	50	50

F) Sörétfúrásnál sapkás sörétagolási módszer mellett, ha az egyszerre beadott sörétmennyiség lényegesen nagyobb mint, ami az előfúrási hosszhoz szükséges, vagy nagy a sörétszemcse Ø, a fúrólyuk igen kiöblösödik. A kiöblösödés mérvé függ a harántolt rétegek geológiai, fizikai tulajdonságaitól, valamint az alkalmazott fúrási átmérő, illetve sörétméretől. A fúrólyuk Ø növekedésének a névleges Ø-höz viszonyított szorzószáma 1,15—1,34 között változik.

Az alábbi táblázatban a tényleges üzemi megfigyelések eredményeit közöljük:

Korona Ø	175	151	131	110	91	Sörét Ø
Fúrólyuk						
Ø	199	175	135	134	115	4 mm
	193	169	149	128	109	3 mm
	187	163	143	122	103	2 mm

A különböző kőzetekben a fúrási átmérő, illetve lyuk-átmérő a következőképpen alakul:

Névleges Ø kőzet	151 index	91 index	110 index	131 index
Jakabhegyi homokkő	1,92	1,27	1,74	1,33
Fedővörös homokkő	1,83	1,21	1,65	1,26
Zöld homokkő	—	—	1,57	1,2
Szürke homokkő	—	—	—	1,33
			1,21	1,16
			1,15	

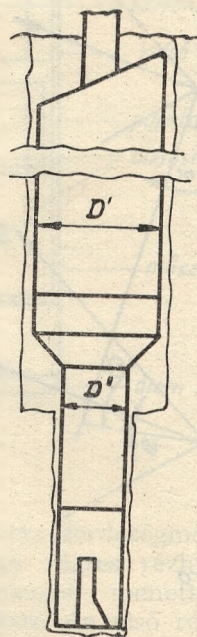
A fenti adatokat 12.000 fm lemélyített fúrás statisztikai feldolgozása alapján nyertük. Fúrási átmérőket 90/750-es bőségmérő szondával mértük le 2 m-ként.

A fúrólyuk konstrukciója megköveteli a mélység felé a fúrási átmérő csökkentését. Megfigyeléseink és gazdaságossági számításaink bizonyítják, hogy az átmérő csökkentésével nő a fúrási teljesítmény és csökken az önköltség. Az átmérő egy fokozattal történő csökkentésének átlagosan 10—12%-os önköltség csökkentő hatása van.

A fúrólyuk megadott irányban történő tartásánál nem közömbös az átmérő csökkentésének módja. Nem megfelelő módon végrehajtott átmérő csökkentés a fúrólyuk ferdeségében 2—3°-os eltérést okozott, még 10—12 m-es magfúró szerszám alkalmazása mellett is.

Ez teljesen érthető, ugyanis a talpterhelés hatására a szerszám a fúrólyukban „keresztbe” áll, s annak talpán excentrikus helyzetet elfoglalva, a fúrólyuk tengely irányát megváltoztatva folytatja a mélyítést.

A fenti helyzet megelőzése érdekében, ott ahol a fúrólyuk megadott irányának tartása fontos követelmény, nagyobb átmérőről kisebb átmérőre áttérni a fúrás folyamán csak áttérő tuskóval lehet (6. sz. ábra).



6 dbra

Az átmérő csökkentését a következő módon tanácsos végrehajtani:

- 1,5 m hosszúságú D'' Ø-jű és 5 m hosszúságú D' Ø-jű magcső + calix csőből az ábra szerint összeállított szerszámmal beépítünk és előfúrunk 1,4 m-t.
- Ki-beépítést végrehajtva, 3 m hosszra növelt D'' Ø-jű szerszámmal 2,8 m-t fúrunk előre.
- Ki-beépítés, majd a 4,5 m-re növelt D''-Ø-jű szerszámmal 4,3 m-t előfúrunk.
- 4,3 m előfúrás után kiépítve, a normál hosszúságú (10—12 m-es) D''-Ø-jű fúrószerszámmal folytatjuk az előfúrást.

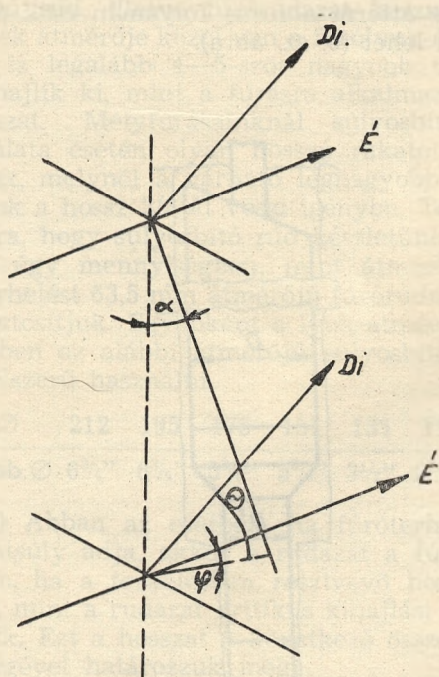
A fentiekben leírt módon történő fúrólyuk átmérő csökkentés csak akkor vonja maga után



a fúróluk irányának megváltoztatását, ha a rétegsor erre egyébként is hajlamos volt.

Az elferdült fúróluk térbeli helyzete.

Az elferdült fúróluk a legritkább esetben illeszthető be síkba. Az esetek legnagyobb részében változó emelkedésű csavarvonal alakját veszi fel, s minden egyes pontjára más dőlésszög és más irányszög (azimut) jellemző. Így a fúróluk térbeli helyzetének rögzítésére az alábbi adatok szükségesek: (7. sz. ábra)



7 ábra

- Dőlésszög — a fúróluk tengelye és a függőleges által bezárt ( $\alpha$ ) szög.
- Irányszög, vagy azimut — a fúróluk vízszintes vetülete és az  $\hat{E}$ -i irány által bezárt ( $\psi$ ) szög.
- Központi szög — a fúróluk vízszintes vetülete és a megadott szelvény iránya között bezárt ( $\varphi$ ) szög.

A fúróluk irányának és dőlésének mérése.

A földtani kutatási gyakorlatban egyesek minden körülmény mellett ragaszkodnak a fúróluk megadott irányban történő lemélyítéséhez. Amennyire indokolt ez sűrű hálózatban (100 x 100, vagy 200 x 200 m-es) történő részletező kutatás esetében, annyira indokolatlan a kutatás felderítő, vagy előzetes stádiumában,

különösen kis dőlésű települési viszonyok mellett. A fúróluk megadott irányban tartása esetenként igen nagy különbségtöbbletet igényel, az ettől függetlenül is elég tetemes kivitelezési költségeken felül.

A fenti követelményt ma, amikor a fúróluk térbeli helyzetét nagy pontossággal meghatározó műszerek állnak rendelkezésre bizonyos mértékben revidálni kell. A fúróluk térbeli helyzetének pontos meghatározására példaként az alábbi megtörtént esetet ismertetem.

Hidrogeológiai kérdés megoldására szükségessé vált 300 m-es mélységben bányatértségben bányatérstől egy évvel korábban lemélyített és Izs-Z szondával bemért fúróluk megtalálására. A fúróluk térbeli helyzetét befejezéskor Izs-Z fúróluk ferdeségmérő szondával határozták meg. Egy alap és egy ellenőrző mérés sorozatot végeztek el. A méréseket mindkét esetben azonos, egymástól — 25 m-re, levő pontokon végezték el. A két mérés eredményeinek átlagolásából építették fel a fúróluk térbeli helyzetét meghatározó görbét. Ezt koordináta rendszerbe helyezve, 20 cm-es eltéréssel megtalálták a keresett fúrólukat.

Megjegyzendő, hogy a mérés hibalehetősége nagy volt, mivel a fúróluk ferdesége az adott mélységben mindössze  $3,5^\circ$ -t tett ki, tudnivaló, hogy minél kisebb a ferdeség, annál nagyobb a mérési hiba lehetőség.

a) A fúróluk irányának mérése.

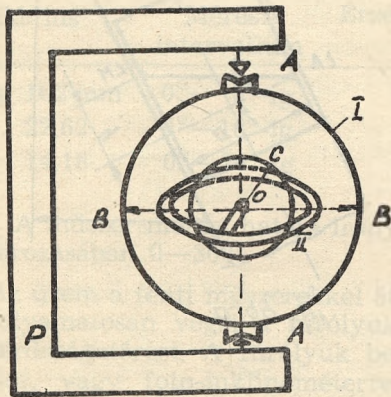
- Mágnes-tűvel. A mágnes-tű egy  $0-360^\circ$  beosztású skála felett mozog, s ha kényszerhatás (vas) nem hat rá, úgy minden esetben a mágneses  $\hat{E}-\hat{D}$  irányba áll be. Méréskor a fúróluk elhajlási irányának megfelelően a műszerrel együtt elmozdul, de az iránytű nem.

A felszíni kiértékelés részére a skála és iránytű helyzetét vagy filmre (fotoinklinométer), vagy mechanikusan rögzíteni (Poljakov-inklinométer) kell.

- Giroszkóppal. A giroszkópos műszerek a giroszkópnak azon a sajátosságán alapulnak, hogy a tengelyét bizonyos feltevések mellett a csillagászati meridián irányába állítja.

A giroszkóp egy gyorsan forgó 10 000 — 15 000 ford/perc) lendítőkerék, melynek forgási tengelye megváltoztatja az irányát, mely állandóan ugyanazon a ponton, a műszerfogalathoz viszonyítva változatlan „0” ponton halad át. Egy ilyen berendezést összeállíthatunk egy mozdulatlan „P” foglalatból és egy külső „I” és egy belső „I” gyűrűrendszerből kardán függesztéssel (8. sz. ábra). A külső gyűrű az „A—A” függőleges

tengely körül forog és vízszintes tengely „B—B”, amely körül gyorsan forgó „O—C” lendítőkerék tengelyét hor-



8 ábra

dozó belső gyűrű forog. Az utolbbit mindig merőleges a „B—B” tengelyre. Az ilyen giroszkóp három irányban foroghat szabadon.

Ha a gyűrű és a lendítőkerék rendszer súlypontja egybeesik a mozdulatlan „0” ponttal, akkor a giroszkóp kiegyensúlyozott. Ha kizárjuk a giroszkóp forgási lehetőségét „B—B” tengelyen, akkor két szabad forgású giroszkóp rendszert kapunk.

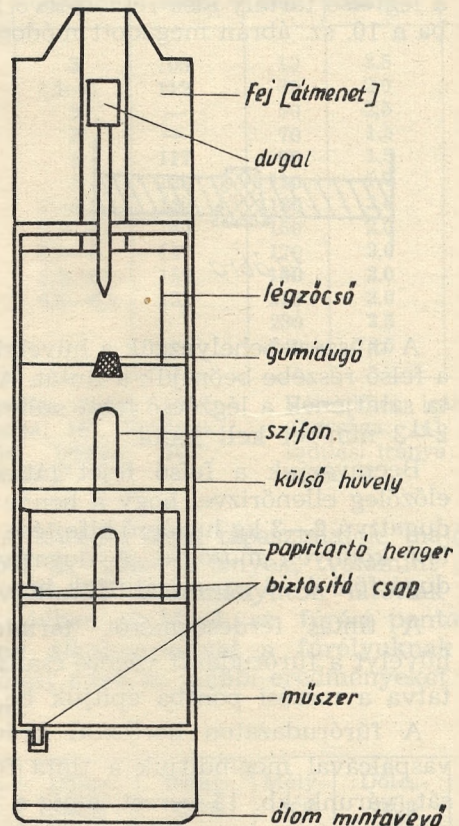
E rendszer sajátossága „C—C” lendítőkerék tengelyének az a képessége, hogy (a precessziós mozgás hatása alatt) a földrajzi meridián irányba áll be. Ugyenformán a giroszkóp hasonló a mágnesestűhöz. Az utolbbit azonban az északi végével a mágneses meridián irányába mutat és könnyen elhajlik ettől az iránytól a mágneses tömegek közelében. A giroszkóp viszont a mágnesestűtől eltérően a helyi befolyásokra érzéketlen és mindig a Föld földrajzi pólusa felé mutat.

#### b) A fúróluk dőlésének mérése.

A fúróluk dőlésének mérését a következő módszerekkel, illetve műszerekkel végezhetjük.

1. Vízszintes elve alapján. Ennél a módszernél üzemünknel tintás ferdeségmérőt alkalmaznak. A tintás ferdeségmérő

rövel a fúróluk dőlésének nagyságát a következőképpen lehet meghatározni:



9 ábra

A tintás ferdeségmérő (9. sz. ábra) egy négy részes rézhüvely, melynek egyes elemei menettel csatlakoznak egymáshoz. Az első rész tárolja a tintát a mérés előtt, a második hengerbe egy szifon segítségével emeljük át a tintát. A szifont a rudazaton keresztül bedobott kb. 20 mm Ø 0,5 mm hosszú vaspálca hozza működésbe, a második hüvelyből a tinta átfolyik a regisztrálópapírral ellátott harmadik hüvelybe, majd onnan az alsó, negyedik hüvelybe.

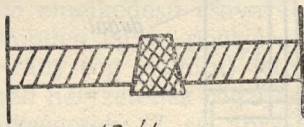
A dőlésmérés sikeres lebonyolítása érdekében az alábbiakat célszerű végrehajtani.

Mérés előtt az egész műszert, de a szifont és a légzőcsöveket különös gondossággal meg kell tisztítani.

A papírtartó hengerbe beletesszük a mm-papírt, vigyázva arra, hogy az az alsó és felső szegélyével a henger széléhez illeszkedjen, majd rugóval lefogadjuk. A papír hosszának meg kell egyeznie a papírtartó henger területé-

vel 1 cm-es átfedéssel. ( $l = d \cdot \pi + 1 \text{ cm}$ ), ahol  $d =$  a henger sugarával.

A kúposra vágott dugót behelyezzük a legfelső tartály alsó részén levő lyukba a 10. sz. ábrán megadott módon.



10 ábra

A műszert behelyezzük a hüvelybe és a felső részébe beöntjük a tintát. A tinta szintjének a légzőcső felső szélé alatt 2—3 mm-rel kell lenni.

Becsavarjuk a felső fejet (átmenet) előzőleg ellenőrizve, hogy a benne levő dugattyú 2—3 kg húzóerő kifejtése mellett könnyen mozog-e. A dugattyút a dugó fölé 4—6 cm-rel állítjuk be.

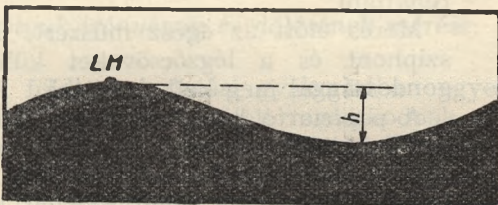
A tintás ferdeségmérőt tartalmazó hüvelyt a fúrórudazat végére csatlakoztatva a mérési pontba építjük be.

A fúrórudazaton keresztül bedobott vaspálcával megindítjuk a tinta folyását, várunk kb. 15 percet, amíg a tinta átfolyik az alsó részbe.

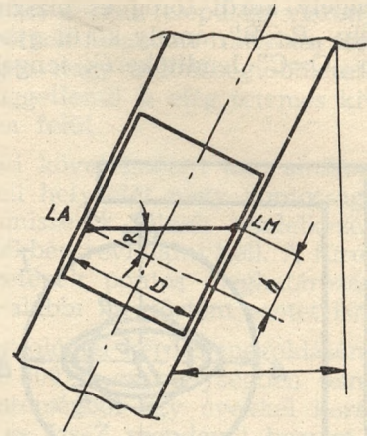
A várakozás után kiépítjük a műszert és kivesszük a papírt. A mérés sikere esetében a papíron a 11. sz. ábrához hasonló görbét kapunk, amelyről a ferdeség az alábbi módon határozható meg. (1.1/a sz. ábra). Az ábra szerint a fúrólyukban levő műszerben elhelyezkedett tinta által a mm-papíron hagyott nyomból a szöveget a következő képlet segítségével számíthatjuk ki:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{D}$$

A Kutató-Mélyfúró Üzem döntő többségében 89 mm  $\varnothing$ -jú tintás ferdeség-



11 ábra



11/a ábra

mérő műszereket alkalmaz. A ferdeségmérő mérési adatait az alábbi táblázat segítségével lehet átszámítani dőlésszög értékre:

h	1	2	3	4
$\alpha$	0° 51' 40"	1° 46' 40"	2° 35' 10"	3° 29' 30"
h	5	6	7	8
$\alpha$	4° 18' 50"	5° 18' 50"	6° 54' 20"	6° 54' 00"
h	9	10	11	12
$\alpha$	7° 41' 20"	8° 35' 20"	9° 23' 0"	10° 29' 0"
h	13	14	15	16
$\alpha$	11° 5' 20"	11° 55' 0"	12° 44' 10"	13° 36' 20"
h	17	18	19	20
$\alpha$	14° 21' 40"	15° 9' 50"	15° 57' 40"	17° 13' 30"
h	21	22	23	
$\alpha$	18° 6' 30"	18° 48' 20"	19° 48' 30"	

2. A fúrólyuk dőlésének mérését függélyezés elve alapján a Poljakov inklinométerrel lehet elvégezni. A műszert a szakirodalom ismerteti, így annak leírásával nem foglalkozunk. A Poljakov-féle inklinométer a dőlésérték mellett a lyuk ferdeségének irányát is rögzíti a benne levő mégnestű segítségével.
3. A fúrólyuk dőlésének és dőlésirányának meghatározását foto-inklinométer segítségével is végezzük. A mérés elve azon alapszik, hogy egy csiszolt felületű homogén tömeg elosztású acélgolyó egy síkfelületű üveggömb süvegben mindig azt a helyzetet foglalja el, amelynél súlypontjának egyensúlyi helyzete stabil.

A foto-inklinométert gyártó mű három különböző rádiusu gömbsüveget bocsát rendelkezésre, melynek adatai a következők:

Rádius	Mérési intervallum	Érzékenység
I. süveg 162 mm	0°—8°-ig	0,5°
II. „ 22,62	0°—16°-ig	1,0°
III. „ 14,18	0°—24°-ig	2,0°

A műszer mérési határa irány meghatározásában 0—360°.

4. Az üzem a fenti műszerekkel 50 m-ként folyamatosan végzi a fúrólukokban a ferdeségmérést. A fúróluk befejezésekor, vagy foto-inklinométerrel, vagy IZS—2 szondával sorozatban kontrollmérést végez a fúróluk térbeli helyzetének meghatározására, illetve rögzítésére.

Megjegyzendő az, hogy 50 m-kénti pontmérés abban az esetben, ha a fúróluk ferdulékenységé 1°/50 m-nél nagyobb, nem kielégítő, ilyen esetekben 25, illetve 12,5 m-ként kell a technológiai utasítás alapján a fúrólukak ferdeségét mérni.

#### A fúróluk elferdülésének megelőzése.

A korábbiakban ismertetett fúróluk ferdeségét negatívan befolyásoló tényezők egy részét ki tudjuk küszöbölni. Nem tudjuk kiküszöbölni a rétegek dőlése, a lazább és keményebb rétegek váltakozása és a fúrási módszerekből (sört fúrás) adódó elferdülési tendenciákat.

A Mecseki Ércbányászati Vállalat Kutató-Mélyfúró Üzemében hosszú évek gyakorlati munkájában összegyűjtött tapasztalatok alapján rögzítettük és előírtuk minden egyes mélységre azt a ferdulési értéket, melyet a fúróluknak az adott pontban nem szabad meghaladnia. A ferdulési érték végső függvényeként a vízszintes talp eltérését és a hozzá tartozó fokot határoztuk meg. (12. sz. ábra)

Tanulmányozva egyes szerkezeti egységeken belül a lyuk elferdülés tendenciáját, kísérleteket végeztünk úgynevezett előtereléses módszer bevezetésére. A korábbi időben (1959—1960. év) irodalmi adatok és gyakorlati tapasztalataink az előterelés dőlésszögének meghatározására nem voltak, így igen óvatosan mindössze 2—3°-os elődőlést adtunk meg egyes fúrólukjainknak a rétegdőlés irányába.

M—28-as pont

M—39-es pont

Mélység	Dőlésszög	Irányszög	Mélység	Dőlésszög	Irányszög
10	3	105	10	2,5	60
50	2,5—3	112	30	2,0	68
100	3	—	50	2,5	72
150	3	—	70	1,5	80
200	3	117	90	1,5	84
250	3	128	110	1,7	100
300	3—3,5	142	130	2,0	104
350	3,5—4	149	150	2,0	108
400	5,5—6	147	170	2,0	112
450	5,5—6	152	190	2,0	120
500	6,5—6,5	151	210	2,0	132
			230	2,5	136
			240	2,5	136

Rétegdőlés iránya: 105°,  
nagysága: 18°, fúróluk  
indítási iránya: 105°,  
elődőlés: 2°.

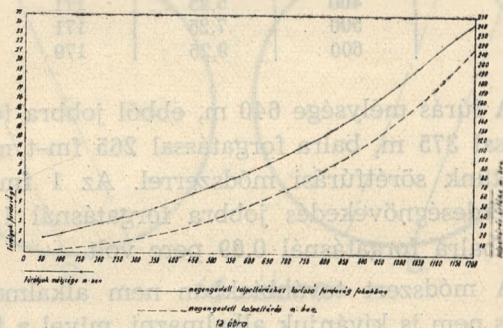
Rétegdőlés iránya: 55°,  
nagysága: 14°, fúróluk  
indítási iránya: 33°, elő-  
dőlés: 3°.

A korábbi saját tapasztalatok, majd irodalomból is ismert tények, valamint külföldi (Szovjetunió) tanulmányúton látottak alapján 1966. évben az M—1. sz. fúrési ponton ferde torony alkalmazásával a fúróluknak 7,5°-os elődőlést adva az alábbi eredményeket sikerült elérni.

Mélység	Dőlésszög	Irányszög	Mélység	Dőlésszög	Irányszög
5	7,5	—	400	4	153
25	7,2	103	440	3,7	170
80	7,0	110	500	3,5	187
140	6,5	135	520	3,8	192
200	6,0	140	555	4,0	180
260	7,6	156	600	3,6	186
300	8,0	158	620	3,8	178
350	7,4	156	—	—	—

Å méréseket IZS-2 szondával, illetve 16°-os gömbsüvegű fotoinklinométerrel végeztük. A rétegek dőlési iránya 100°-os, nagysága: 20°-os volt.

Utólagosan kiértékelve a fentiekben ismertetett mindhárom esetet, megállapítható, hogy az előterelés módszere ismert szerkezetű terü-



leten feltétlen biztos eredményt ad, kiküszöbölőli a lyuk ferdeségének csökkentésére fordított terelési időt. Az eredményekből az is világosan látható, hogy a előterelés irányszögének megválasztása is lényeges, mivel mindhárom esetben a fúrólyuk jobbra elcsavardova irányát változtatta. Ezt az elődőlés irányának a rétegdőléshez viszonyított irányával történő előzetes korrekcióval ellensúlyozni lehet. A Kutató-Mélyfúró Üzem jelenleg indítandó fúrási pontjainál ezt a korrekciót feltétlenül alkalmazni fogjuk.

A Szovjetunióban, mint azt irodalomból szerzett értesüléseink bizonyítják, kísérletek folytak a lyuk-elferdülések megakadályozására, váltakozó forgásirányú fúrólyuk mélyítés bevezetésével.

A nagy mélységű magfúrási módszerekkel mélyített fúrólyukak úgy keményfémbeütés, de különösen sörét fúrási módszerrel a forgásirányuknak megfelelően a térben úgy hajlanak el, hogy talppontjuk iránya a kezdőponttól jobbra a csapás (dőlésirányából nézve) irány és a (Di + 180°-os) irány között helyezkedik el. Ez az irány minden egyes geológiai szerkezeti egységre más-más, de jellemző az adott egységre. Balra forgatásnál a fúrólyuk igyekszik ebből a dőlésirányból kicsavarodni, miközben a fúrólyuk csökkenő dőlés növekedéssel mélyül. Korábban az volt a nézetünk, hogy a váltakozó forgásirányú mélyítést, főleg a fúrólyukak kezdeti szakaszán kell 50 m-ként betartani, mert az elferdülés és az irány eltérés ezen a szakaszon következik be olymértékben, hogy a későbbiekben a fúrólyuk tengelyének kiigazítását igényli. E módszer hatékonyságának bizonyítására a Kutató-Mélyfúró Üzemben kísérletet végeztek, melynek eredményeit az alábbiakban közöljük:

M—2.	Mélység	Dőlésszög	Irányszög
	100	2,0°	175°
	200	2,75	175
	300	3,75	179
	400	5,25	171
	500	7,25	171
	600	9,25	179

A fúrás mélysége 640 m, ebből jobbra forgatással 375 m, balra forgatással 265 fm-t mélyítettünk sörétfúrasi módszerrel. Az 1 fm-re eső ferdeségnövekedés jobbra forgatásnál 1,15 perc, balra forgatásnál 0,69 perc volt.

A módszert továbbiakban nem alkalmaztuk és nem is kívánjuk alkalmazni, mivel a fú-

róberendezéshez úgy a balos, mint a jobbos szerszámokból teljes garnitúra szükséges, melynek gazdasági kihatásai az elért eredménnyel nem állnak egyenértékben.

A legutóbbi időszakban a Földtani Szolgálat statisztikai módszerekkel meghatározta a ferdülésre hajlamos rétegcsoportok helyét. Ennek ismeretében lehetővé válik a fúrólyuk irányát visszaállító tereléseknek e ferdülékeny intervalumokra való csökkentése.

### Fúrólyuk irányítás-ferdítés

A fúrólyuk által az előfúrás során különböző tényezők hatására felvett irány megváltoztatása ferdítéssel történik. A ferdítést el lehet végezni különböző terelőekkel, ferdítőcsuklós (gömbcsuklós) szerkezetekkel, fúrólyuk talpi, vagy külszíni irányítás mellett.

Üzemünkben a mesterséges ferdítések döntő többsége a fúrólyukak függőlegességének visszaállítása érdekében, illetve a ferdeség csökkentése érdekében történnek.

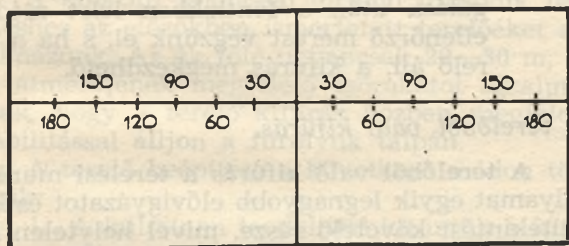
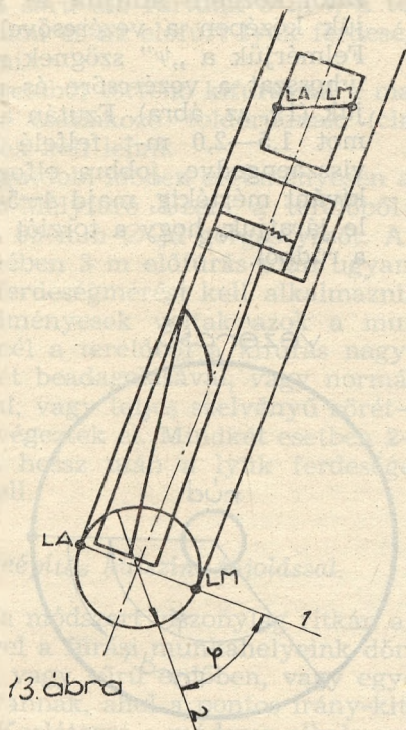
### Ferdítés terelőekkel

A fúrólyuk ferdítéséhez szükséges terelőket a névleges fúrasi átmérőhöz megfelelő magcsőből, vagy bélésűcsőből készítik el, a 13. sz. ábra szerint. A terelőék kifutó pályájának hossza 2,5—3,0 m, a pálya kifutási szöge 2—3° között változik. A terelőt 15—20 m hosszú, azonos átmérőjű csőszakat alján fúrórudazathoz karabíner tuskóval csatlakoztatva építjük be a fúrólyuk talpára.

A fúrólyuk egyenesítése terelőekkel akkor következik be, ha a terelőt olyan helyzetbe hozzuk a fúrólyukban, hogy a kifúrasi síkja ellentétes irányú lesz a fúrólyuk dőlésirányával.

A terelő beállítás talpi irányításához a korábban ismertetett tintás ferdeségmérő műszert alkalmaztuk. Az irányítás műveletei a következők:

1. A karabínerrel beépítjük a terelőt a fúrólyuk talpára.
2. A tintás műszert előkészítjük méréshez, a 14. sz. ábrán megadott módon készítjük el a méréshez szükséges mm-papírt, majd behelyezzük a papírtartó hengerbe, a műszert összecsavarva beültetve a tokba, ügyelni kell arra, hogy a biztosítócsap beüljön a fészekbe. Ezután be-



14. ábra

öntjük a tintát és a rudazattal beépítjük a műszert ólommintavételhez.

3. Ólom-minta vétel a következő módon történik:

A rudazattal beépített ólom lenyomatvevőt kb. 100–200 kg-os súllyal érintkezésbe hozzuk a terelőék fölé a terelőék kifúrási pályájára merőleges irányban behelyezett és egyik végén fűrészfogszerűen kiképzett késre.

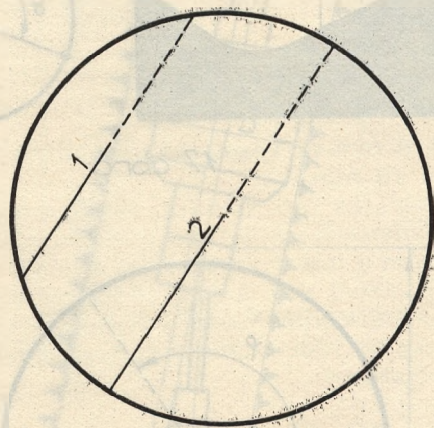
Ezután a rudazat súlyát leemeljük a késről, vigyázva arra, hogy a rudazat, illetve a tintás ferdeségmérő műszer el ne forduljon és szorítóra, vagy villára teszszük a szerszámot. A szerszámba bedobjuk a tintás ferdeségmérő indításához szükséges vaspálcát, majd 15 perces várakozás után kiépítjük a szerszámot.

4. A lyuk tengely síkjának, illetve a terelő

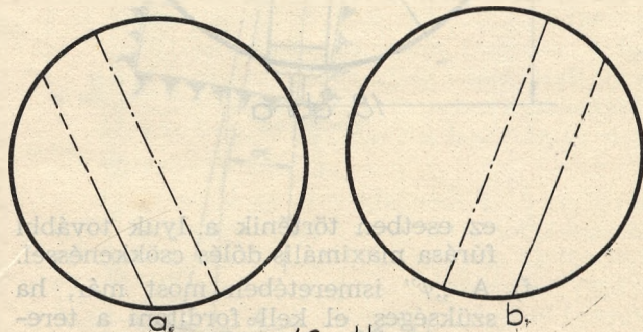
szimmetria-síkjának viszonyított helyzetét az alábbi módon kell megállapítani. A megállapításhoz szükséges, hogy a terelőről késlenyomatot kapjunk az ólom mintavevő lemezen, a tintás ferdeségmérőben levő mm-papíron pedig kiértékelhető görbét kapjunk. A késnyom (a 13. sz. ábrán 2. vonal) a terelőszimmetria síkjának merőleges vetülete a lyuklapra. A görbe maximális és minimális pontját összekötő egyenes a lyuk tengely-síkjának merőleges vetülete a lyuk-talpra. (13. sz. ábrán az 1. vonal)

A legmagasabb pont és a terelőirány közötti „λ” fordítási szög adja a két sík térbeli helyzetét. Ennek meghatározása a következőképpen történik.

- Felrajzoljuk az ólom mintavevő körét.
- az ólom minta, mivel csak igen ritka esetben megy át a középponton, nyomás önmagával párhuzamosan eltoljuk a közös pontba. (15. sz. ábra 2. vonal.)



15. ábra



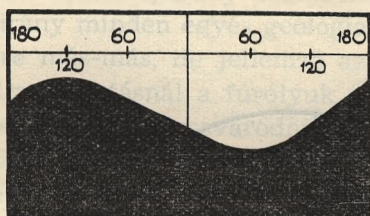
16. ábra

c) A körre felrajzoljuk a terelő irányát, szem előtt tartva azt a helyzetet a rajzolásnál, ahogyan a műszert a lyukban a kés éri. Tehát, ha szembenézünk az ólom lenyomatvevével és a küls jeltől balra kapjuk a terelő irányát (16. a. sz. ábra), akkor a körön ezt a jelzőt jobbra rajzoljuk. (16. b. sz. ábra).

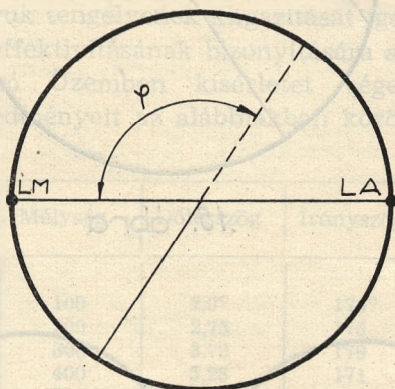
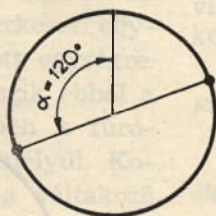
d) Felvisszük a maximum és minimum pontot az ólom körére. Megállapítjuk, hogy a papíron kialakult görbének a maximum pontja a középső 0-s egyenestől jobbra vagy balra hány fokkal helyezkedik el (17. sz. ábra). Ezt értelemszerűen felvázoljuk a körre.

e) Lemérjük a terelőirány és a maximum pont közötti szöget a „ $\psi$ ”-t (18. sz. ábra).

A terelő akkor áll jól, ha a „ $\psi$ ” = 0-val, vagyis a maximum-pont és a terelő iránya egybeesik, mert csak



17. ábra

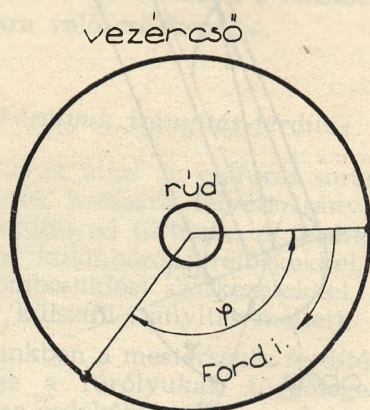


18. ábra

ez esetben történik a lyuk további fúrása maximális dőlés csökkenéssel.

f) A „ $\psi$ ” ismeretében most már, ha szükséges, el kell fordítani a terelőt. A terelő elfordítását a következőképpen kell végrehajtani. A ruda-

zatot középre állítjuk és megjelöljük középen a vezércsővel együtt. Felmérjük a „ $\psi$ ” szögnek megfelelő ívhosszat a vezércsőre és megjelöljük (19. sz. ábra). Ezután a szerszámot 1,5–2,0 m-t felfelé húzva, s visszaengedve, jobbra elforgatjuk a kívánt mértékig, majd 4–5-ször fellejratjuk, hogy a torziót kihúzzuk a rúdból.



19. ábra

5. A terelő ily módon történő irány-korrigálása után a fentiekben leírt módon ellenőrző mérést végzünk el, s ha a terelő áll, a kifúrás megkezdhető.

#### A terelőből való kifúrás.

A terelőből való kifúrás a terelési munkafolyamat egyik legnagyobb elővigyázatot és körültekintést követelő része, mivel helytelen kivitelezése esetén a jó irányba beállított terelőt elfordíthatjuk és a terelő helyes irányba történő újbóli visszaállítása tetemes munkatöbbletet okoz. A terelőből való kifúrást célszerű az alábbi módon és sorrendben elvégezni.

A terelőből a kifúrást 0,5 m hosszúságú, a terelő átmérőjénél egy mérettel kisebb magcsővel kell elvégezni. Legelőször a szerszám ráejtésével kiütjük a terelőben levő kést. Kifúrni tilos, mert közben elfordulna a terelő! A terelőből a kifúrást alacsony terheléssel kezdjük meg. Kb. 15–20 cm-es előfúrás után a terelési érték felemelhető a normál fúrásnál alkalmazott értékre.

A szerszámmal csak annyit szabad előfúrni, hogy a magcsőtuskó ne kerülhessen a terelő saruja alá.

A kiépítés után 2 db 0,5 m-es magcsövet kell összeállítani és azzal fúrni, de a magcsőtuskó itt sem kerülhet a terelő saruja alá. Az 1 m-es magcső kiépítése után 1,5 m-es magcsővel kell előfúrást folytatni, majd ezután 3 m-sel.

Ha a saru alá fúrunk 3 m-t, a terelőt ki lehet építeni és az előfúrt lyuk ferdeségét meg kell mérni.

A terelőből történő kifúrásnál a magcsőhöz közvetlen csatlakozó toldórúdnak (cingli) 42 mm  $\varnothing$ -nek kell lenni.

A legutóbbi időben eredményesen alkalmaz a Kutató-Mélyfúró Üzem a terelőből történő kifúrásra 95 mm  $\varnothing$ -jú görgős vésőt. A görgős-véső esetében 3 m előfúrás után ugyancsak ellenőrző ferdeségmérést kell alkalmazni.

Eredményesek voltak azok a munkák is, amelyeknél a terelőből a kifúrás nagymennyiségű sörét beadagolásával, vagy normál sötrét-koronával, vagy teljes szelvényű sörét-fúró koronával végezték el. Mindkét esetben 2—3 m-es előfúrási hossz után a lyuk ferdeségét ellenőrizni kell.

#### *Terelő beépítés külszíni tájolással.*

Ezt a módszert viszonylag ritkán alkalmazzuk, mivel a fúrási munkahelyeink döntő többségében, vagy sűrű erdőben, vagy egyéb olyan helyen vannak, ahol a pontos irány-kitűzés nehézkes. Korlátozza a módszer alkalmazását az a tény, hogy az év tekintélyes részében a levegő magas páratartalma miatt a látási viszonyok rosszak.

A külszíni tájolással történő fúrólyuk ferdtítéshez az előzőkben ismertetett terelőket alkalmazunk. Az ék fölé ugyancsak 20—30 m, az ék átmérőjének megfelelő csőszakaszt alkalmazunk, hogy a terelő kifúrás közben megfelelő stabilitással álljon a fúrólyuk talpán.

A terelő beépítése a következő módon történik:

1. A külszínen teodolittal kitűzzük a fúrólyuk ferdeségének irányát, melyet előzetesen, vagy Poljakov, vagy Izs-2, esetleg fotoinclinométeres műszerrel határozzuk meg.
2. A teodolittal felállunk a fúrólyuk szájától olyan távol, amennyire azt a munka elvégzése megengedi és a teodolitot az elferdülés irányába betájoljuk.
3. A terelőt beemeljük a fúrótoronyba és addig forgatjuk, amíg szimmetria síkjának külső jele és a műszer szálkeresztje egybeesik.
4. A teodolit szálkeresztjének közepét a terelő felett levő cső tetejére is ráirányozzuk és a torony-munkással a csőre jelet tetetünk.
5. A csőszakaszt leengedjük a fúrólyukba, ez rendszerint közben jobbra vagy balra elfordul.
6. A teodolitot ráirányítjuk a lyuk szájánál levő csővégre és a csövet addig forgatjuk, amíg a rajta levő jel és a teodolit szálkeresztje nem fedik egymást.

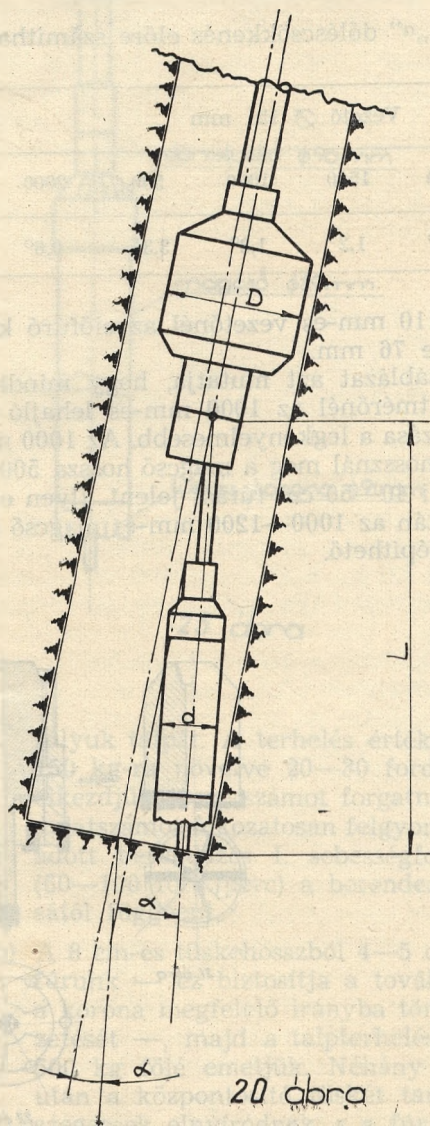
7. Minden következő cső, illetve rudazat-rakatot a fent leírt módon építjük be.
8. A fúrólyuk talpára leállítva a terelőt, leodjuk a rudazatról és kiépítés után a terelőből való kifúrást előzőkben ismertetett módon végezzük el.

Megjegyzendő az, hogy nagyobb mélység esetében (600—700 m) e módszer pontossága is erősen korlátozott, mivel a csővekre, illetve rúdra elhelyezett jelek vastagsága megbízhatatlan, s a munkát kivitelező torony-munkás szakértelme sem minden esetben megfelelő.

#### *Ferdítőcsuklós dőlés csökkentés.*

*A ferdtítőcsuklós dőlés-csökkentés elméleti alapjai.*

E módszer alkalmazásával a Kutató-Mélyfúró Üzem dolgozói éveken keresztül el foglalkozni, míg végül alkalmazását siker kísérte. Alkalmazásának széleskörű bevezetésével





egyidőben a szovjet szakmai folyóiratokban teljesen azonos kivitelezésű és eredményeiben is azonos gömbcsuklós ferditőkkel ismerkedtünk meg.

A ferditőcsuklós terelő alkalmazása a következő megfontolások miatt vezet eredményre.

Egy „ $\alpha$ ” szöggel elferdült fúrólyukba beépítve, egy a fúrólyuk átmérőjével közel azonos vezetővel ellátott, gömbcsuklóval felszerelt magfúró szerszámot, akkor a magcső nem fog befeküdni a ferde fúrólyukba, hanem csak a korona alsó széle és a vezető éri a fúrólyuk alsó szegélyét (20. sz. ábra), miközben a magcső tengelye és az elferdült fúrólyuk tengelye „ $\alpha$ ” szöveget zár be egymással. Ha fúrást elkezdjük, akkor az új fúrólyuk eredeti irányát megtartva ahol az  $\alpha_0$  = eredeti dőlésszöggel

$\alpha$  = dőléscsökkenés szögével

$\alpha_1$  = az új fúrólyuk dőlésszöge.

dőléssel halad tovább.

Az „ $\alpha$ ” dőléscsökkenés előre számítható.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2} \cdot \frac{1}{L}$$

ahol  $D$  = a vezető átmérője,

$d$  = az előfúró korona átmérője,

$L$  = a lehajló hossz.

A fenti összefüggésből látható, hogy a dőléscsökkenés befolyásolható az előfúró korona átmérőjének csökkentésével, valamint az előfúró szerszám lehajló hosszának csökkentésével. Tekintettel arra, hogy az alkalmazott fúrési módszer miatt (sörét-fúrás) az átmérő csökkentése a magkihozatal nagymérvű csökkenését vonja maga után, a fúrési átmérőt 91 mm-es érték alá vinni nem ésszerű. Ennek következtében „ $L$ ”-t kellett szabályozni úgy, hogy a várható dőléscsökkenés, minden szempontot figyelembe véve a maximális legyen.

Az alábbi táblázat mutatja három alkalmazott átmérő és 91 mm-es átmérőjű előfúró korona mellett az egyes lehajló hosszakhoz tartozó várható dőléscsökkenéseket. (A lehajló hossz = a csukló forgáspontjától a koronáig terjedő hossz.)

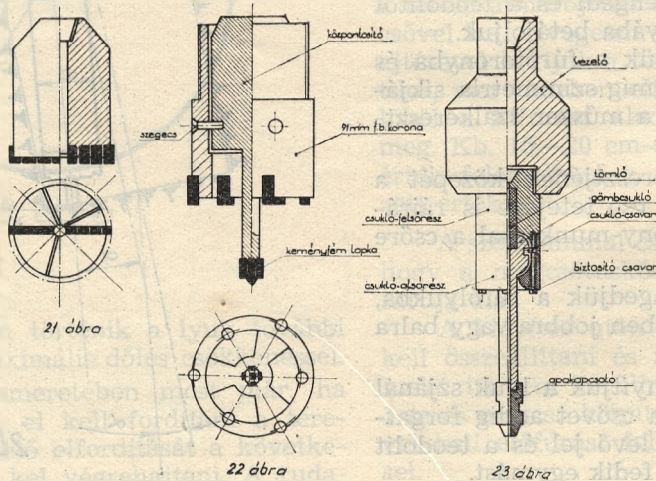
	Vezető Ø 151 mm				Vezető Ø 131 mm				Vezető Ø 110 mm			
$L$ mm	2000	1500	1000	500	2000	1500	1000	500	2000	1500	1000	500
$\alpha$	0,9°	1,2°	1,8°	3,3°	0,6°	0,8°	1,2°	2,3°	0,3°	0,7°	1°	2°

A 110 mm-es vezetőnél az előfúró korona átmérője 76 mm.

A táblázat azt mutatja, hogy mindhárom vezető-átmérőnél az 1000 mm-es lehajló hossz alkalmazása a legkényelmesebb. Az 1000 mm-es lehajló hosszánál meg a magcső hossza 500–600 mm, ami 40–50 cm fúrást jelent. Ilyen előfúrt hossz után az 1000–1200 mm-es magcső könnyen beépíthető.

Csuklós ferditésnél alkalmazott szerszámok ismertetése.

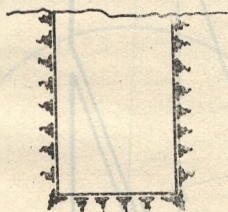
1. A csuklós ferdités sikeres kivitelezéséhez sik fúrólyuk talp szükséges, ennek biztosítását a talpmaró 21. sz. ábra alkalmazásával érjük el. A talpmarót A 50. 11-es anyagból a talpát és oldalát erősen felvidiázva kell előkészíteni.



2. A gömbcsukló alatti szerszám függőleges beállása (dőlés csökkenése) a szerszám forgatásakor megváltozik. Ennek megelőzése érdekében központosító tuskés koronát kell alkalmazni (22. sz. ábra). A központosító tuskét három vörösréz szegeccsel erősítjük a koronára. A szegecsek átmérője 4 mm. A központosító tüske végét keményfém lapkával  $45^\circ$ -os élszögre kell köszörülni.
3. A gömcsukló, melynek átmérője megegyezik a fúróluk átmérőjével, s maximális lehajlása  $3^\circ$  lehet, külső palástján csúszógyűrűvel van ellátva. A csuklóról a forgatónyomatékokat 6 db lebiztosított csavar viszi át a magcsőre. Az öblítést egy kb. 20—25 at. nyomást bíró gumitömlő közdarab biztosítja a csuklótest és a gömbcsukló között. A gömbcsukló olyan lehajlást biztosít, hogy a magcső egy  $6^\circ$ -os csúcsszögű kúp-palást mentén mozoghat. (23. sz. ábra)

#### A csuklós dőléscsökkentés technológiája.

A ferdítés végrehajtása előtt feltétlenül szükséges a fúróluk talpát úgy kiképezni, hogy az sík felület legyen. (24. sz. ábra). Ehhez a műve-

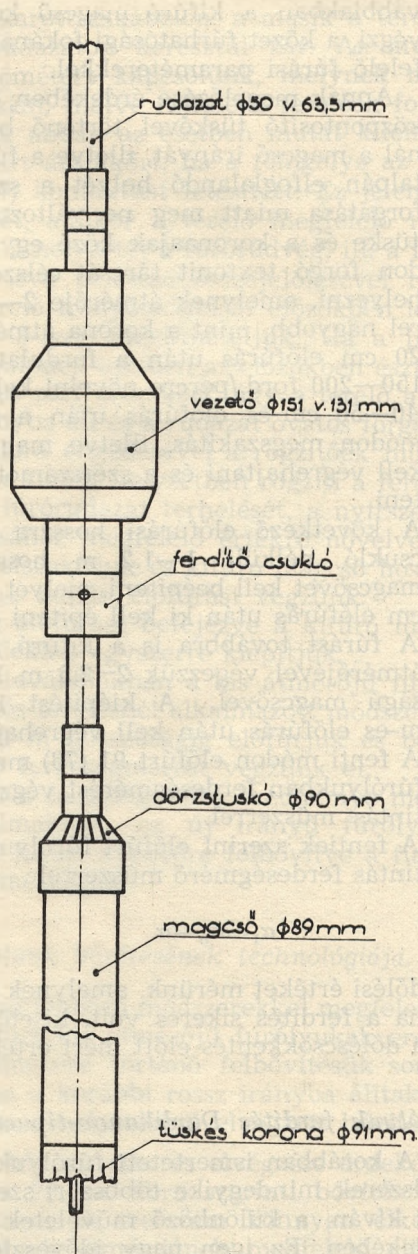


24. ábra

lethez a fúrólukba be kell építeni a talpmarót és a fúróluk talpán a magszakításnál visszamaradt magcsontot, vagy kiépítés közben a magcsóból kihullott magdarabokat el kell dörzsölni intenzív öblítés mellett. Ajánlatos a talpmaró fölé hosszabbított iszapcsövet elhelyezni, hogy a fúróluk talpát befedő üledéket is felöblítsük az iszapcsőbe és a csuklós szerszám beépítése már kitisztított fúróluk talpra történjen.

A talp ledörzsölése, ill. a fúróluk kitisztítása után beépítjük a csuklós ferdítőt (25. sz. ábra) és meg kell kezdeni a fúrást a következő módon.

- a) A fúrás megkezdése és az alkalmazott paraméterek betartása igen nagy figyelmet kíván, mivel a koronában levő tuskét rögzítő nyírsegecsek 350—400 kg-os terhelés alkalmazásánál már elnyíródnak. Ezért ismerve a fúróluk mélységét, a szerszámot óvatosan beépítve, a központosító tuskével megérintjük a fú-



25 ábra

róluk talpát. A terhelés értékét 100—150 kg-ra növelve 20—30 ford./percei elkezdjük a szerszámot forgatni. A fordulatszámot fokozatosan felgyorsítjuk az adott berendezés I. sebességfokozatáig (60—100 ford./perc) a berendezés típusától függően.

- b) A 8 cm-es tuskéhszövből 4—5 cm-t előfúrunk — ez biztosítja a továbbiakban a korona megfelelő irányba történő vezetését —, majd a talpterhelés értékét 500 kg fölé emeljük. Néhány fordulat után a központosító tuskét tartó nyírsegecsek elnyíródnak, s a fúrást a to-

vábbiakban a kifúró magcső koronája végzi, a kőzet fúrhatósági fokának megfelelő fúrési paraméterekkel.

Annak megelőzése érdekében, hogy a központosító tuskéval történő befúrásnál a magcső irányát, illetve a fúróluk talpán elfoglalandó helyét a szerszám forgatása miatt meg ne változtassa, a túske és a koronaajak közé egy szabaddon forgó textonit tárcsát célszerű elhelyezni, amelynek átmérője 2—3 mm-rel nagyobb, mint a korona átmérője.

- c) 20 cm előfúrás után a fordulatszámot 150—200 ford./percre növelni kell.
- d) 40—50 cm-es előfúrás után a szokott módon megszakítás, illetve mag fogást kell végrehajtani és a szerszámot kiépíteni.
- e) A következő előfúrási hosszra ferdítő csukló nélküli 1—1.2 m hosszúságú magcsövet kell beépíteni, melyet 60—70 cm előfúrás után ki kell építeni.
- f) A fúrást továbbra is a kifúró magcső átmérőjével végezzük 2—2.5 m hosszúságú magcsővel. A kiépítést 1.5—2.0 m-es előfúrás után kell végrehajtani.
- g) A fenti módon előfúrt 91 (76) mm Ø-ű fúrólukban ferdeségmérést végzünk el, tintás műszerrel.
- h) A fentiek szerint előfúrt fúrólukban a tintás ferdeségmérő műszerrel

$$\alpha_1 = \alpha_0 - \alpha$$

dőlési értéket mérünk, amelynek értéke, ha a ferdítés sikeres volt, kisebb, mint a dőléscsökkentés előtt mért érték.

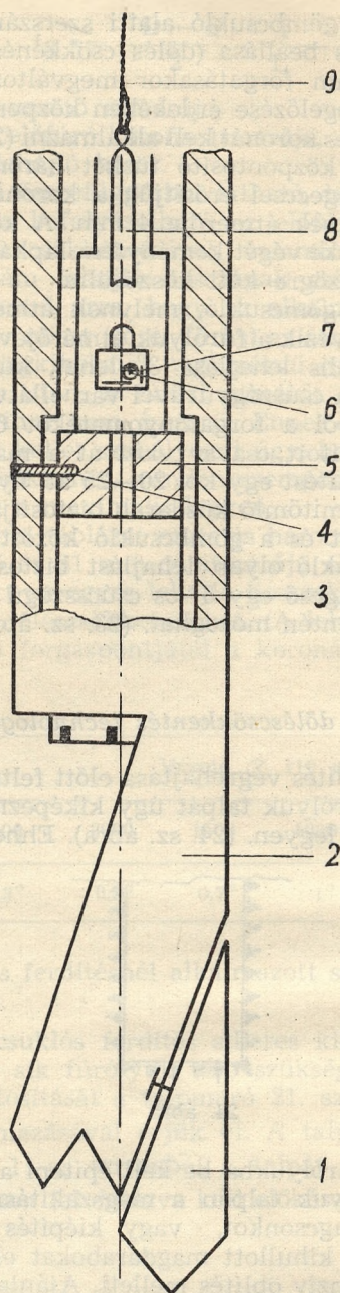
*Fúróluk ferdítés Davlikanov-típusú terelőekkel.* A korábban ismertetett fúróluk ferdítési módszerek mindegyike többszöri szerszámkiépítés kíván, a különböző műveletek elvégzése érdekében. Ez igen nagy idővesztéssel jár.

A Davlikanov-féle terelőék használata ezeket a műveleteket kiküszöböli és egy beépítéssel megoldható a fúróluk megfelelő irányba történő ferdítése.

A Davlikanov-féle ferdítőék felépítése a következő (26. sz. ábra):

A terelőék (2) lyuktalp felőli végére egy sliccelt rögzítők van (1) felerősítve csúszási lehetőséggel. Feladata, hogy a lyuktalpra téve a terelőéket, azt az adott helyzetben stabilan rögzítse. A rögzítők külső palástja hossz- és keresztirányban bordázott, elfordulásveszély mentesen tudja a terelőéket a lyukban rögzíteni. A terelőéket (2) a lyukátmérőnek megfelelő beléscsőből kell készíteni, a terelőpálya kifutási szöge 2—3°.

A terelőék belső kifutó pályáját célszerű



26 ábra

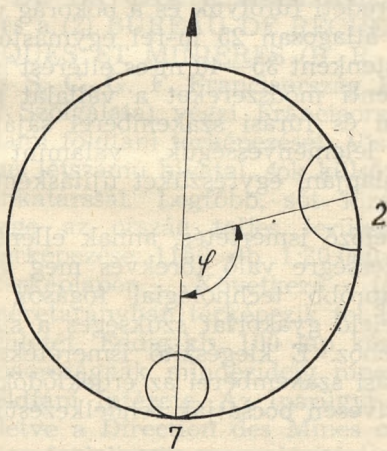
triamanttal felpáncélozni az elfúrás veszélyének megelőzése céljából. A terelőék felső részébe kerül beépítésre a kifúró magcső (3) a végén fémbetétes, vagy sörétkoronával. A kifúró magcsövet a terelőékhez nyírszegecsek (4) segítségével rögzítik. A nyírszegecseket a magcsőtuskó (5), vagy ha görgős fúróval végezzük el a kitúrást, akkor a görgős fúró felett levő vezetőbe ültetjük be. A tuskó felett elhelyezett irányító fej egy zárt, elektromosságot nem vezető hengerből áll, melynek belseje polírozott. A hengerből egy érintkező pont vezet ki a terelőékre (7). A hengerben egy korróziómentes fe-

lületű csiszolt fémgolyót kell elhelyezni (6). A hengerhez csatlakozik egy félgömb formájú bütyök, mely fémesen össze van kötve a henger talpán levő vezetőlemezzel.

A Davlikov-féle terelőékhez tartozik a karottázs-kábelen beépített érintkező (8).

#### *A ferdtés technológiája Davlikanov-féle ferdtítőekkel.*

A Davlikanov-féle terelőék alkalmazásának előfeltétele a fúrólyuk ferdeségének és dőlési irányának ismerete, valamint az, hogy a ferdeségnek dőlésben min.  $3^\circ$ -nak kell lennie. Ellenkező esetben a terelőék irányba állításának pontossága kisebb. Ismerve a fúrólyuk ferdeségének irányát, a külszínen oly módon állítjuk össze a terelőéket és a hozzá csatlakozó kifúró magcsövet az irányítófejjel, hogy a terelőék kifutási pályája az irányítófej érintkezőjéhez (7) viszonyítva a kívánt irányba álljon be. Ezt oly módon érjük el, hogy az érintkező (7) vízszintes síkra vetített pontja és a fúrólyuk ferdeségének irányának összekötésével kapott egyenes és a terelőék szimmetria síkja közötti szögeltérés „ $\psi$ ” a kívánt értéket vegye fel. (27. sz. ábra).



27 ábra

A magcsövet és terelőéket ebben a helyzetben rögzítjük nyírszegeccsel.

Az ily módon összeállított, irányításra kész terelőéket a fúrórudazat segítségével lyuktalpra építjük be. A lyuktalpra beépített szerszámot 4—5-ször megemelve kb. 1 m-rel talp fölé állítjuk. A fúrólyukban levő szerszámot szorítóba fogjuk. A rudazaton keresztül karottázs-kábel segítségével beépítjük a kb. 0,5—0,8 m hosszúságú rézpálcát, melynek palástja szigetelt és csak alsó vége, mely homorúra van kiképezve, ad fémes érintkezést. Ezt az érintkezőt ráültetjük az irányítófej felső részén levő domború bütyökre, majd feszültség alá helyezzük olyan formán a terelőéket, hogy az áramkör egyik pó-

lusa a karottázskábelen, a másik a terelón, ill. a fúrórudazaton keresztül zár. Az áramkörre potenciómétert kapcsolunk, melynek mutatója a szerszám, illetve rajtalevő terelőék forgatásánál csak abban az esetben mutat kilengést, illetve zárt áramkört, ha a fémgolyó az érintkezővel (7) kontaktust létesített. Ez jelenti azt a helyzetet, amikor a terelő megfelelő irányban áll. Ezt a helyzetet a fúrórúdvég, ill. a fúrólyuk száján levő béléscső összejelölésével rögzítjük és a terelő iránybaállítását előzőekben leírt módon 2—3-szor megismételjük. Ha a potencióméter minden esetben az előzőekben észlelt ponton jelez zárt áramkört, úgy a terelő a szükséges irányba áll és a rudazat óvatos forgatás nélküli talpra engedésével a rögzítőék működésbe lép és a kívánt helyzetben rögzíti a ferdtítőéket.

A fúrórudazat terhelését, a nyírszegecs elszakításához megfelelő értékre növelve, a szegecset elszakítjuk és kifúró magcső hosszával a fúrólyuk talpán előfúrást végzünk.

Az előfúrást befejezve a kifúró magcsövet a terelőékek egyszerre kiépítjük.

A továbbiakban a kis átmérőjű fúrólyukat a csuklós terelésnél alkalmazott módszer szerint 2,5—3,0 m hosszúságig előfúrjuk és benne ellenőrző ferdeségmérést végzünk el.

Ha a ferdeségmérés eredménye megfelel a kívánalmaknak, az új irányú fúrólyukat az eredeti fúrési átmérőre felbővítve a fúrólyukai továbbmélyítjük.

#### *A fúrólyuk bővítésének technológiája.*

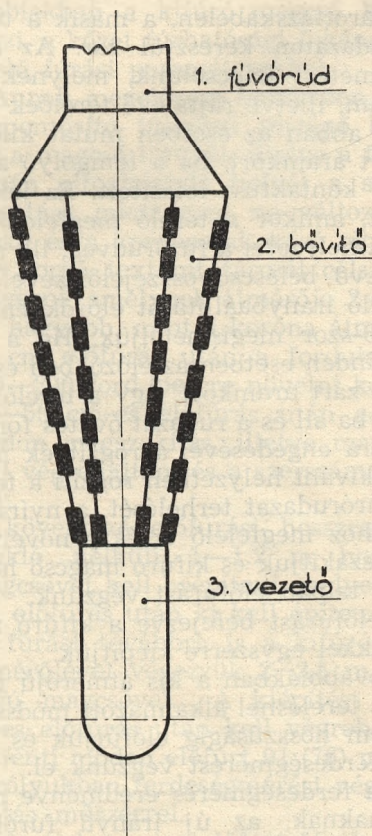
A különböző módszerekkel megfelelő irányba előfúrt kis átmérőjű fúrólyukak eredeti fúrési átmérőre történő felbővítésük során igen gyakran a korábbi rossz irányba álltak be. Ennek oka a helytelenül elvégzett bővítés volt.

A bővítés sikeres elvégzése érdekében célszerű a 28. sz. ábra szerinti bővítőszerszámot alkalmazni. A szerszám könnyen elkészíthető. A fúrólyuk átmérőjének megfelelő elhasznált béléscső törből, melynek alsó végéhez kb. 40—50 cm hosszúságú vezető kapcsolódik, a felső vége pedig a fúrórudazathoz csatlakozik.

Az ilyen módon kialakított bővítővel a lyuktalpra beépítve az előfúrt lyuk felső peremén a bővítő felül.

Kézi forgatás után a rudazat a vezető hosszának megfelelő mértékben (kb. 40—50 cm) lesüllyed, ami azt jelenti, hogy a vezető beleltalált az előfúrt lyukba. Ezt a műveletet 2—3-szor megismételve, azonos eredmény, tehát 40—50 cm-es beülés — elérése esetében — a bővítés megkezdhető.

A bővítéssel az előfúrt talp felett 50—60 cm-rel meg kell állni és a hátralevő részt a megfelelő méretű magfúró szerszámmal kell bővíteni.



28 ábra

A fúrólyukferdítés, ill. irányba állítás  
effektivitása.

Effektivitás tekintetében dőléscsökkentő  
ferdítés esetében az ismertett módszerek kb.  
azonos szinten állnak. Átlagosan egy-egy sike-  
rült terelés  $1^\circ$  körüli értékkel módosítja a fúró-  
lyuk irányát.

A tintás ferdeségmérővel és csuklós tere-  
lővel elvégzett terelési munkálatok statisztikája

szerint az összerelések 67%-a mondható ered-  
ményesnek. A többi esetben a terelést meg kel-  
lett ismételni.

A Davlikanov-féle terelőék esetében nem  
megfelelő körültekintés miatt kontakt hibákból  
adódnak sikertelen terelések.

Időigényesség és ennek következtében költ-  
ség-igényesség szempontjából a Davlikanov-féle  
ferdítőék használata a legcélszerűbb. 500 m  
mélységű fúrást véve alapul, a Davlikanov-féle  
ferdítőékkel 4—5 óra, a csuklós ferdítővel 12—  
16 óra, a tintás ferdeségmérős módszerrel 24—  
30 óra a fúrólyuk ferdítési műveletének idő-  
szükséglete.

#### Bokorfúrások ferdítése.

A bokorfúrásokat a földtani szolgálat  
iránymegjelölés nélkül kéri lemélyíteni. A szük-  
séges mélységben cementdugó elhelyezése után  
a fenti módszerek valamelyikével a fúrólyukat  
a dőlésnövekedés tendenciájának irányába el-  
indítva, rövid magcsővel nagy sörétadagok al-  
kalmazásával, nagy terhelés mellett mélyítik.  
Ezen túlmenően az indításnál egy-egy előfúrási  
hosszt egy nagyobb, illetve kisebb átmérővel  
fúrnak le.

E módszerrel 150—200 m-es bokorág hosz-  
szal az eredeti fúrólyuk és a bokorág vízszintes  
vetülete átlagosan 25 m-rel egymástól eltávo-  
lodik. Estenként 35—40 m-es eltérést is elértek.

A fenti módszereket a vállalat geológiai,  
geofizikai és fúrási szakemberei saját tapaszt-  
alataik, leleményességük, valamint irodalmi  
adatok alapján, egyrészüket újításként dolgoz-  
ták ki.

Az előző ismertetés, annak ellenére, hogy  
a részletességre való törekvés meg volt, nem  
teljes, apróbb technológiai fogások ismerete  
és megfelelő gyakorlat szükséges a sikeres al-  
kalmazáshoz. E kiegészítő ismereteket a vál-  
lalat fúrási szakemberei az érdeklődőknek bár-  
mikor szívesen bocsátják rendelkezésükre.

# Látogatás a párizsi B. R. G. M. hivatalában

Írta: Rásonyi László

1966 májusában Párizsban látogatást tettem a BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIERES (Földtani és Bányászati Kutatások) hivatalában, J. Ricour osztályvezető meghívására. A kapott tájékoztatások és különböző osztályokon tett látogatások eredményeképpen bepillantást nyerhettem a legnagyobb francia földtani kutatószerv munkájába, feladataiba, szervezeti felépítésébe.

A következőkben rövid tájékoztatást kívánok adni a mai francia földtani szervezetről és ezen belül részletesebben a B. R. G. M. tevékenységéről.

A francia földtani tevékenység, kutatások legfelsőbb irányító szerve, a közvetlenül az Iparügyi Minisztériumnak alárendelt DIRECTION DES MINES (Bányászati Igazgatóság), amelyben földtani főosztály működik. Itt van a francia Ásványvagyon Bizottság is, mely a benyújtott ásványi nyersanyagkészletszámításokat bírálja felül és hagyja jóvá. A Direction des Mines két hivatalnak a főhatósága. Ezek a (1) SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE FRANCE és a (2) BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIERES (B. R. G. M.).

(1) Az S. C. G. F. Franciaország Földtani Térképező Szolgálat) végzi Franciaország hivatalos állami földtani térképezését. Viszonylag kis geológus létszámú hivatal, sok külső szerződéses munkatárssal. Legfőbb, sőt kizárólagos tevékenysége az ország teljes területének a földtani térképezése 1:50.000 méretarányú térképlapon. Következő fázisként 1:50.000 méretarányban térképezik fel Franciaország területét. Eddig kb. 100 lap készült el.

Franciaországnak mindezeideig nincsen ún. Állami Földtani Intézete. Az Iparügyi Minisztérium, illetve a Direction des Mines csak néhány év óta foglalkozik megvalósításának gondolatával.

(2) A B. R. G. M. ipari és kereskedelmi jellegű (Service public) állami vállalat, állami dotációval és ugyanakkor magántőkével is. Működését a Direction des Mines ellenőrzi. Szénhidrogének kivételével minden ásványi nyersanyag kutatásával foglalkozik. 1959. okt. 23-án kelt törvénnyel hívták életre négy különböző hivatal összevonásából. Az elődjét, a BRGGM-et az 1953. évi 53—675. sz. törvény hozta létre.

A B. R. G. M. szervezeti felépítése az alábbi:

Vezérigazgató  
Főtitkárság  
Tudományos igazgató  
Dokumentációs Osztály  
Általános Földtani Osztály

Geofizikai Osztály  
Geokémiai Osztály  
Kémiai Osztály  
Műszaki Igazgató és Bány. kutatások  
Bányaföldtani Osztály  
Bányászati Osztály  
Ált. Műszaki Szolgálat

A hivatal létszáma kb. 420 geológus, geológus-mérnök, geofizikus, bányamérnök és egyéb diplomás műszaki (ezekből 250 Franciaországban, a többi külföldi — tengerentúli területeken). Ezenkívül 800 műszaki és adminisztratív tisztviselő.

Az egész országban a B. R. G. M.-mel együtt körülbelül 4000 geológus, geológus-mérnök, geofizikus dolgozik (ebben a számban a laboratóriumokban dolgozó diplomások, vegyészek, fizikusok, matematikusok stb. is benne foglaltatnak).

A B. R. G. M. működési szabályzata szerint az alap és alkalmazott kutatástól kezdve földtani térképezést, bányaföldtant, — igen sokféle munkát végez egészen az ásványi nyersanyag-előfordulások gazdaságossági számításáig.

A földtani térképezés igen kiterjedt munkáját jelenti a hivatalnak. Mivel igen sok geológus a régebbi tengerentúli (francia gyarmati) földtani szolgálatoktól került be, — nagy gyakorlattal rendelkeznek a legkülönbözőbb terület-típusok térképezése terén. A B. R. G. M. sok szakértője dolgozik együtt az S. C. G. F. geológusaival Franciaország 1:50.000 és 1:80.000 méretarányú földtani térképezésénél. Többféle méretarányú térképet készítenek.

Az Afrikai Hoggar hegység 1:500.000 földtani térképét, valamint franciaországi földtani térképeket mutattak be kérésemre.

Érdekes, hogy az 1:80.000-es jelenleg használatos földtani térképeknél soknak még ún. „szőrös” topográfiai térkép szolgált alapul.

Részletes, 1:20.000—1:2000 méretarányú (hidrogeológiai, mérnökgeológiai stb.) térképek topográfiai alapját is ők készítik. Közreműködnek nemzetközi szintetikus térképek készítésében is. Pl.: Európa 1:1,500.000-es nemzetközi földtani térképe, Európa 1:2,500.000-es nemzetközi tektonikai térképe.

A térképező fúrásokat, azok anyagfeldolgozását is ők végzik (kristályos és üledékes kőzetten, metallogénia, mikrokémia, szedimentológia, paleontológia, mikropaleontológia, palyológia, geokronológia, mineralógia; földi és légi geofizikai kutatás; fúrások).

Alkalmazott speleológiai osztálya leltározza Franciaország számtalan barlangját vagy

üreges terét, folyékony vagy légnemű anyagok tárolása céljából.

Külön szénföldtani osztály foglalkozik a szenes kérdésekkel.

Bányászati kutatási osztálya 1:320.000 méretarányú térképen tüntette fel Franciaország összes megkutatott ásványi nyersanyagát. Az osztály kutató missziói magánvállalatokkal együttműködve dolgoznak Franciaországban és a tengerentúli területeken.

Bányászati Földtani Osztálya nagy adattára birtokában szakvéleményeket ad, vagy szakértőket küld a különféle ásványi nyersanyagok feltárására. Pl. a Prélauff-i ólom-cink telepeket először geokémiai, majd geofizikai kutatásokkal tárták fel, majd a bányát tervezték meg.

A B. R. G. M. alkalmazott földtani kutatási hivatala: BUREAU D'ÉTUDES DE GÉOLOGIE APPLIQUÉE (BERGA), hidrogelológiai, építésföldtani kutatásokat végez. Hidrogeológiai adattára az adatok gyűjtésében együttműködik az egyetemekkel és magánvállalatokkal. Körzeti központjai: Északi körzet: Pas-de-Calais; Keleti körzet: Lorraine et Alsace; Délkeleti körzet: Provence et Corsica; Gironde; Jura; Párizsi medence. Afrikában: Senegal, Mauritánia, Niger, Csád, Kamerun és Elefántcsontpart.

Hidrogeológiai kutatásait a Geofizikai Osztállyal együttműködve készíti. A BERGA az alábbi munkákat végzi: víztározók helymeghatározása, talajmechanikai vizsgálata; mélyépítési feladatok; talajcsúszások meggátolására vizsgálatok; alagutak építése (Mont Blanc, La Manche Csatorna alatt stb.), útépités, (dél párizsi autópálya), csővezetékek (dél európai kőolajföldgázvezeték, Lacq-i földgázvezeték stb.) mérnökgeológiai munkálatai. Kikötőépítés, ipari létesítmények, atomerőmű tervezése.

Ezeknél a munkálatoknál szorosan együttműködik az ország talaj és kőzetmechanikai laboratóriumával, az Utak Hivatalával, Városi és Tájérendezési Hatósággal, az Atomenergia Bizottsággal, a Francia Államvasutakkal, az Állami Villamosági Központtal stb.

Az alkalmazott kutatások mellett, alapkutatásokat is végez a B. R. G. M., bár ez kimondottan nem feladata. A tudományos alapkutatásokat a B. R. G. M. Tudományos Bizottsága hangolja egybe más szervek (Egyetemek, C. N. R. S. Tudományos Kutatások Nemzeti Központja) munkájával. Ilyen munkák pl.: geokronológiai mérések, sztratiform telepek vizsgálata, geotermometria, kőzettani és metallogéniai elektronikus mikro-anyag meghatározás (napi 16 órában), geofizikai alapkutatás, ásványmintaanyag gyűjtése nemzetközi cserecélokra, geobiológia (Párizs és Dekar-ban), geostatisztika és kutatási stratégia (pl. nyersanyagtelepek jellegének a meghatározásához a lehetőségek kalkulációja).

A Francia Bányatörvény 131. sz. paragrafusa előírja, hogy minden 10 m-nél mélyebb

feltárást, fúrást be kell jelenteni, a harántolt rétegsor leírását és mintáit be kell szolgáltatni. — Az Iparügyi Minisztériummal való megegyezés értelmében — B. R. G. M. számára. A B. R. G. M. regionális központjaiban gyűjti ezt a hatalmas anyagot. Ezek: Párizs, Douai, Metz, Rouen, Lons-leSaunier, Clermont-Ferrand, Toulouse, Bordeaux, Marseilles, Lyons, Dijon, Nantes és Alés, Az információkat a B. R. G. M. „Dokumentációs Tájékoztató Szolgálat” (melyben a hivatal minden szakembere saját specialitásának megfelelően kollaborál) gyűjti, rendezi és egyeztet. A gyakran keresett információkon kívül (bejelentett fúrások, kőolajvállalatok havi jelentései, magminták, furadékok stb.) értékes elemzéseket végez a „Dokumentációs Tájékoztató Szolgálat”. Különösen fontos munkaterületek dokumentációs anyagát gyűjti össze. 1960-ban például az adatok alapján állította össze Franciaország vasérctelepeinek a térképét. A B. R. G. M. nyilvánosságra hozza az adatok alapján készített analíziseket. Ugyanakkor, mint hatóság ellenőrzi a Bányatörvényben előírtaknak a betartását. Bizonyos adatokat csak 10 év után bocsát szabadon.

A B. R. G. M. Információs Osztálya hatalmas földtudományi adatanyagot (ásvány-, kőzettan, rétegtan, tektonika, geomorfológia, alkalmazott földtan, őslénytan) tárol. Fő munkája a bibliográfia, kivonatok, fordítások szétküldése. Könyvtára, térképtára és fényképtára van a hivatalnak. Jelentések és tanulmányok kiadását végzi. Az Információs Osztály havonként 3500 új folyóiratot, könyvet soroz be állományába. A szerzők szerinti cédularendszer lyukkártyákon szerepel. Tárgykör szerinti cédulakatalógus is van. Német, angol, spanyol, olasz, orosz fordításokat készítenek az Osztály fordítói. Eddig 3800 fordítás készült.

A B. R. G. M. paleontológiai dokumentációs referenciát is készített. Ezt négy szempont szerint állították össze:

- (1) Őslénytani kiadványok, fajig bezárólag, úgy, hogy a bibliográfiai kártya indexet és részletes osztályozó kártya indexet állandóan a napi helyzetnek megfelelően lehet tartani.
- (2) Kártyák a fajok leírásával és képével.
- (3) Paleontológusok világ listája kártyarendszerben, a napi helyzetnek megfelelően.
- (4) Francia és külföldi őslénytani gyűjtemények kártya indexe.

Az Információs Osztály készíti a „Nemzetközi Rétegtani Enciklopédiát”. (A B. R. G. M. tagja a Nemzetközi Földtani Kongresszus Rétegtani Bizottságának). Eddig 15 000 oldal 200 térképpel, ill. illusztrációval készült el.

A B. R. G. M. sok külföldi földtani és bányászati oktató intézménnyel és intézettel működik együtt. 1962-ben például 30 külföldi szakembert fogadott 1—12 hónapos tanulmányi

időre, 16 országból (Argentína, Bolívia, Kongó, Görögország, Mali, Lengyelország, Törökország stb.).

A B. R. G. M. állami támogatást kap, de magánvállalatokkal is köt szerződést. Anyagi finanszírozása, pl. 1963-ban 100 millió NF volt a következő megoszlásban:

Iparügyi Minisztériumtól	28 mill. NF
* F. A. C.	20,5
* F. I. D. E. S.	3,5
* F. I. D. O. M.	1,5
Harmadik féllel együtt	41
Egyéb	5,5

Ezzel szemben a kiadások a következőképpen alakultak:

Földtani tanulmányok és bányászati kutatás	76 mill. NF
--	-------------

Fekete Afrika és Madagaszkár	49	„
Franciaország	14	„
Tengerentúli megyék és területek	6	„
Algéria	4	„
Egyéb	3	„
Tudományos és műszaki találmányok	18	„
Beruházások	6	„

A B. R. G. M. székháza Párizsban az Eiffel torony közelében van. A további terjeszkedés itt már lehetetlen. Az új épületeket, ahová fokozatosan az egész intézményt áttelepítik, Párizstól mintegy 100 km-re, Orléans-ban építik. Egyelőre az ásvány-kőzettani laboratórium költségtől ide.

## Szemle

(Üledékes kőzetek fácies — geokémiai tanulmányozásának vizsgálati módszerei)

A már 8 évvel ezelőtt megjelent — de magyar szaklapban még nem ismertett — könyv bemutatását a témában való rendkívüli elmaradottság és a vizsgálati módszerekkel szemben általában megnyilvánuló értetlenség indikálta. Ennek megfelelően jelen ismertetésünket bizonyos fokig rendhagyó módon — a kérdés hazai vonatkozásaira nagyobb súlyt helyezve — készítjük.

Házánkban ilyen jellegű vizsgálati módszerek és eredmények interpretálása az utóbbi 5—6 évben néhány esetben történt meg. A témával kapcsolatos pangás és nem egy esetben hátróztatott ellenkezés időszerűvé teszi a kémiai elven alapuló gyors és általában egzakt metodika népszerűsítését.

A könyv első része az egyszerű oldási maradék, illetve kioldható ionok mennyiségi, minőségi jellemzőit közli — részben irodalmi adatok alapján — a különböző környezetben lerakódó kőzetek fácies összetételének függvényében. Felhasználja a tengervízben már korábban kimutatott Lindgren W) anion sor összefüggést:  $Cl^- \rightarrow SN_4^{2-} \rightarrow HCO_3^-$  és ugyancsak jelzi az édesvizekre jellemző ellenkező irányú egyenlőtlenység meglétét.

Ezek hányadosából képzett „Ks” index

$\frac{Cl^-}{HCO_3^- + CO_3^{2-}}$  a vizsgálatok szerint folyókban, illetve folyami üledékekben maximálisan csak 0,2-et ér el.

Továbbiakban utal a szerző arra, hogy gyakorlati méréseknél általában megfelel a klorid és hidrokarbonát ionok arányának számszerű megítélése is.

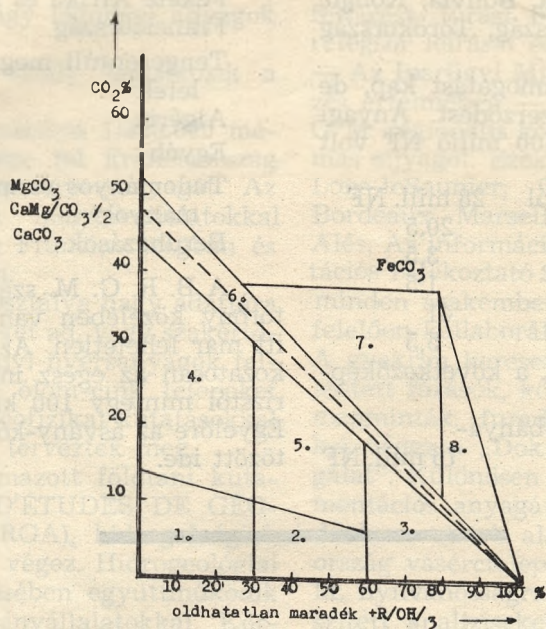
Az úgynevezett száraz maradék és a kőzetanyag karbonát tartalmának meghatározása alapján igen egyszerű és a gyakorlatban jól felhasználható geokémiai rendszert dolgoz ki a legfontosabb üledékes kőzetfáciesek osztályozására.

Az abszcisszán az oldhatatlan maradék és a szeszkvioxidok összege, az ordinátán pedig a megfelelően meghatározott karbonát tartalom  $CO_2$  formájában szerepel.

(Megjegyzendő azonban a karbonát meghatározására a hagyományos módszerek általában nem megfelelők, ugyanis a diagrammon jelzett négy legfontosabb karbonát oldhatósága híg sósvanban nem egyforma. Ennek megfelelően biztosítani kell, hogy a hideg savban nem, vagy nehezen oldható sziderit, magnezit  $CO_2$ -je is felszabaduljon).

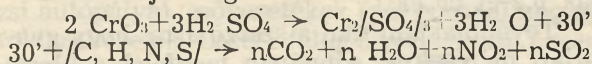
A könyv második része általában a kőzetek oxidációs jellegeinek meghatározásával foglalkozik, ahol több módszert mutat be és a módszerekkel végzett gyakorlati eredményeket is közli. Előnyben részesíti a titrálós módszere-





1. Sótartalmu fáciesek
2. Sótartalmu terrigén fáciesek
3. Terrigén kőzetek
4. Sótartalmu karbonátos fáciesek
5. Sótartalmu terrigén, karbonátos fáciesek
6. Részben sótartalmu karbonátos és terrigén karbonátos kőzetek
7. Terrigén karbonátos, sziderites fáciesek
8. Terrigén, sziderites fáciesek.

ket. A kromátos oxidálás elvi sémáját az alábbiakban adja meg:



A kapott oxidok mennyiségét egyenként mérhetjük, illetve gyakorlatban jobban megfelel a kromát teljes fogyásának mérése.

A kőzetek oxidációs jellemzésére szerző szívesen használja a redukált kéntartalom meghatározását is. Elméleti megfontolásai alapján a képződési redoxpotenciál és a kőzetek redukált kéntartalma fordított arányban van egymással. A módszer csak a szulfidos vagy szulfid tartalmú fáciesekre alkalmazható.

Továbbiakban a könyv egy-egy kőzet teljes oxidációjához szükséges oxigénszükségletet a  $\frac{\text{mgO}_2}{100}$  index-szel jellemzi. Ez természetszerűleg a redukáltság mértékével arányosan nő.

Mint azt a bevezetésben már jeleztük, hasonló jellegű kísérletek a magyar irodalomban csak elszórtan jelentkeznek és általában nem megfelelő fogadtatásban részesülnek. Az ellen-szenv okát kizárólag az emberi természetből adódóan a minden újtól való féltésben kell keresni. A megfelelő fiziko-kémiai alapokkal még általában nem teljesen bizonyított és első meglátásra primitívnek ható vizsgálati módszerek alkalmazási lehetősége azonban gyakorlatilag

korlátlan. Gondolunk itt elsősorban a tömeges és olcsó vizsgálati módszerek bevezetésére. A téma nem megfelelő kezelésében szerepe van annak is, hogy az ilyen vizsgálatokkal esetenként foglalkozó kutatók nem mindig a legheylessebb és legeredményesebb metodikával kezdték munkájukat, aminek következtében a kezdeti eredmények általában elmaradtak. Konkrét ismereteink vannak arról, hogy egyik hazai laboratóriumunkban a könyvben is ajánlott kioldható ion meghatározására több száz mérést végeztek, de a nem megfelelő szakmai felkészültség (és elsősorban szakmai támogatás hiánya) miatt a kioldható ionok közül a képződési körülményeket egyértelműen nem jelző kationokra fektették a nagyobb súlyt.

Általánosságban megállapítható, hogy az egyszerű kémiai módszerek alkalmazását elsősorban a kiértékelések szakszerűtlensége és a kutatást irányító vezetők szakmai tájékozatlansága gátolja. Megemlítjük még, hogy hasonló jellegű vizsgálatokkal kapcsolatos averzió-nak hazánkban már mintegy 30 éves „hagyomány” van. (Lásd: MÁFI 1942. évi vitaüléseinek anyagát.)

Dr. Somos László

*Rare Metals Handbook (Ritkafém kézikönyv)*  
2 nd Edition Reinhold Publishing Corporation  
London 1961.

A könyv a jelenleg rendelkezésre álló adatok alapján 55 elemről ad részletes ismertetést, és sok szerkezetileg nagyon fontos fémről közöl mérnökök által hasznosítható információkat. A második kiadás nagy mennyiségű korábban hozzá nem férhető anyagot tartalmaz (pl. a plutoniumról, ritkaföldekről) és igyekszik kielégíteni a ritkafémek felhasználásával kapcsolatos technikai, technológiai igényeket, amelyek a második világháború óta óriási mértékben megnövekedtek. Az atomenergia ipar, az elektronika fejlődése, a hő- és korrozio-álló anyagok kifejlesztése stb. mind-mind a ritkafémek alkalmazását és többnyire különleges előállítási folyamatokat (pl. elektrolitikus, hidrogén-redukciós, inert atmoszférás kiolvasztást, elektronsugaras olvasztást stb.) követelnek. Mindezek leírását megtaláljuk a megfelelő ritkafémeket ismertető fejezetben.

A fejezetek felépítése megkönnyíti a különböző szempontok szerinti gyors tájékozódást. A történeti áttekintés az elem nevének eredetével, felfedezésével, előállításával, kémiai sajátosságai megismerésével, a kereskedelmi használatban való elterjedésével stb. foglalkozik. Majd az

elem előfordulásával, földkéreg-beli szerepével, legfontosabb ásványaival ismerkedünk meg. Ez a rész különösen érdekes a geológus számára, mert bemutatja, melyek azok az ásványok és ércek, amelyekből a ritkafémeket kinyerik, s mi az a minimális mennyiség, amelynél a kitermelés a jelenlegi technológiával még gazdaságos. Ugyanitt a legfontosabb lelőhelyek felsorolását is megtaláljuk. A termelési adatokkal és a gazdasági statisztikával foglalkozó részben táblázatos összeállításokat láthatunk a termelés alakulásáról s a különböző kész- és félkésztermékekre végigkísérhetjük az árak változását az ötvenes évek folyamán. A könyv bemutatja a legváltozatosabb kinyerési folyamatokat, amelyek révén az ércből a fémek előállítására közvetlenül felhasználható nyersanyaghoz jutunk, részletesen leírja a tiszta fém és az ötvözetek előállítási módjait. A ritkafémek és vegyületeik fizikai és kémiai sajátosságainak, toxicitásának ismertetése hasonlóan kimerítő. E kézikönyv a ritkafémek és ötvözetek mechanikai tulajdonságainak rendkívül részletes bemutatásában egyedülálló. Az egyes fejezetek a gyártási folyamat és felhasználási módok ismertetésével záródnak és bő irodalomjegyzékkel egészülnek ki. Egyes ritkafémekre az analitikai meghatározási módszer leírását is megtaláljuk.

*Ódor László*

---

## Hírek

*Magyarhoni Földtani Társulat* szeptemberben Balatonalmádiban nagysikerű vándorgyűlést tartott.

A jó szervezést bizonyítja, hogy a változatos, érdekes program fennakadás nélkül zajlott le. A Bauxitkutató Vállalat vendégszeretete nagyban hozzájárult a hangulat feloldásához. A kirándulások jó áttekintést adtak a bauxitelőfordulások földtani helyzetéről, sőt a vízvédellel kapcsolatos kérdésekről is. A Középhegység mezozoikumát szépen mutatták be a Földtani Intézet mesterséges feltárásai. 1-1 több jura emeletet feltáró, néhány méter hosszú árok megtekintésekor felvetődhetett az a gondolat, hogy a közel azonos kifejlődésű, csak kis vastagságú (0,5—2 m) emeletek szétválasztására több specialistára lenne szükség a kutató vállalatoknál. Ezek ugyanis makroszkoposan alig kü-

lönbözthetők meg egymástól és ezért a fúrási anyag begyűjtésénél is könnyen kimaradnak.

*Ottlik Péter*

\*

*A Magyar Geofizikusok Egyesülete* 1966 szeptember 16—26-ig rendezte meg XI. Ankétját, amelyen a hazai geofizikusokon kívül számos külföldi szakember is megjelent. Az előadók magas színvonalú előadásokban ismertették a geofizika egyes elvi jelentőségű kérdéseit, gyakorlati célú területi kutatásokat s néhány fontos módszer- és műszerfejlesztési problémát. Az ankéton elhangzott 40 előadás nagyban elősegítette a geofizikusok nemzetközi együttműködését s nagyszabású tudományos véleményváltást nyújtott lehetőséget.

*Dr. Szénás György*

\*

Nagy nemzetközi és hazai érdeklődés mellett 1966 szeptember 29—30-a között Egerben rendezte meg az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Olajbányászati Szakosztálya a „FŰRÖLYUKAK BÉLÉSCSÖVEZÉSE” című ankétot.

Az ankéton elhangzott előadások célja az volt, hogy a nagymélységű fúrólukák bélés-csővezésénél és cementezésénél fellépő műszaki problémákat megvitassák.

A szokástól eltérően az előadások teljes szövegét a résztvevők az ankét kezdete előtt megkapták és az előadók anyagukat csak kivonatossan ismertették. A hangsúlyt így a hozzászólásokra, a tapasztalatok és vélemények cseréjére helyezték.

Az előadások anyagát a Bányászati Lapok folyamatosan közli.

*Horn János*

\*

A KGST Geofizikai Módszer- és Műszerfejlesztési Konferenciáját 1966 október 3—8-ig tartották Siófokon, hazai és külföldi geofizikusok részvételével. A konferencia a módszer- és műszerfejlesztésnek — az egyes KGST államok közötti — koordinációjával foglalkozott.

*Dr. Szénás György*

\*

A Központi Földtani Hivatal 5 napos bentlakásos műszaki ellenőri tanfolyamot rendezett. A kezdeményezés jónak bizonyult. A sokfelől összegyűlt szakemberek igen sok szempontból szölkak a felvetődött kérdésekhez, reméljük, sikerülni fog az eddigi építési sémáktól elszakadva egy földtani kutatásokra illő sémát elfogadtatni a felsőbb szervekkel. A tanfolyamon elhangzott előadások kissé általánosabbak voltak a vártnál. A jó kezdet egy még jobb folytatás reményét kelti.

*Ottlik Péter*

\*

A szovjet olajkutatók Aszerbajdzsánban a Káspi-tenger DNy-i partján elért sikerei az Iránban dolgozó kutatókat is erre a határvidékre csábították. Az Iráni Nemzeti Olajtársaság már dolgozott ezen a vidéken, de technikai nehézségek miatt abbahagyták a kutatást. A fúrás munkálatokat gravitációs és szeizmikus mérések előzték meg. Az eddig Mazanderában és Gorgonban mélyített három fúrás csak bízató nyomokat, termelhető szénhidrogént nem szolgáltatott. (Oil and Gas Journal 1966. aug.)

*Ottlik Péter*

\*

Az Oil and Gas Journal értesülése szerint Románia olaj és földgáz kutatásának nagymértékű fejlesztését tervezi. Új öt éves tervében Románia 2,8 billió dollár tőkét akar az ország földtani kutatására fordítani, beruházni. Ez az 1966—70-ig terjedő tervidőszak alatt az összes többi iparágakra történő beruházás 11,0%-a. Az

összes földtani kutatásra fordított összeg 66%-át a szénhidrogének kutatására költik.

*Ottlik Péter*

\*

A fúróberendezések korszerűsítése napjainkban állandó témaként szerepel. A WALKER-NEER MANUFACTURING COMPANY (USA) Concor—200 típusjellel egy új, folytonos fúrómagot szolgáltató gépet állított elő.

A fúróberendezés 3000 láb (1 láb = 0,305 m), alumínium cső esetén 4500 láb névleges mélységű, 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub>”-os külső átmérőjű kettős fúrócsővel. A fúróberendezés 2”x6”-os fúrómagot a 2” átmérőjű fúrómagot egy automatikus fúrómagtördelő berendezés 6”-os hosszúságra tördeli) szolgáltató a felszíntől a lyuktalpig.

A fúrómagok a hattyúnyakon és tömlőn keresztül egy polcra jutnak pontosan abban a sorrendben, ahogyan az átfúrás megtörtént, ezzel felbecsülhetetlen segítséget nyújtva a geológus és mélyfúrás szakemberek számára.

A cirkuláció a külső és belső cső között történik, míg a felfelé áramlás a belső cső belsőjében történik.

*Horn János*

\*

A nemzetközi szeizmikus földkéregkutatási programban Magyarországnak földrajzi fekvésénél fogva fontos szerepe van. 1965-ben az ELGI a következő méréseket (154 km) végezte el: 1. A VI. nemzetközi vonal magyarországi vonalát bekötötte a csehszlovák vonalba, 2. Balatonakali és Dávod között önálló vonalat mért, 3. A magyar-szovjet méréssel előkészítette az 1966. évi közös refrakciós mérést. Ezzel a méréssel a III. nemzetközi vonalat az ELGI összeköti a Kaposvár—Hajdúszoboszló vonalunkkal, amely a IV. nemzetközi vonal. A mérés célja csupán módszertani, együttműködési kísérlet volt, de a Moho mélységét is sikerült meghatározni.

*Dr. Szénás György*

\*

Az országos áttekintő földmágneses felvétel (1951—1961) értékes adatokat szolgáltatott hazánk földtani képéhez. A mérések anyagát, az áttekintő 200.000-es lapokat az ELGI 1971-ig jelenteti meg. A mérések eredményéből az ELGI-ben megszerkesztették a magyarországi mágneses hatók áttekintő térképét. Az 500.000-es lap 1967 elején jelenik meg.

*Dr. Szénás György*

\*

A Bakony-hegység É-i, ÉK-i előterében perspektivikus barnaköszénkutatás folyamán a Bakonycsernye 9. sz. fúrás felsőlutéci-barnaköszéntelep csoportot újabb pásztában peremi kifejlődésben harántolta. Ezzel jelentősen megnövelte a balinkai köszénbányászat perspektíváját.

*Bohn Péter*

A *Dorogi medencétől* Ny-ra a Héreg 5. sz. felderítő fúrás két telepben iparilag jelentős kőszénzet harántolt. A héreg-tarjáni medencerész produktivitásának bizonyítékát szolgáltatta a fúrás.

*Bohn Péter*

\*

*Mindszentkál*la területén építőipari célokra alkalmas hólyagosbazalt perspektivikus kutatása folyik eredményesen. A feltárt készlet művelésre érdemes.

\*

*Bohn Péter*

A *Keletmagyarország-i, Ártánd-i* kavicskutatás igen reményteli eredményekkel folyik, és várhatóan megteremti az országész építőanyagipari nyersanyagbázisát.

*Bohn Péter*

\*

A *Nagyalföld területén*, Szolnok és Csongrád megyék térségében a komplex alföldkutatás perspektivikus fúrásai és az ezekből kiképzett vízmegfigyelő kutak lehetővé teszik a mélyégi vízkészletek dinamikus tulajdonságainak rendszeres tudományos megfigyelését és átfogó kiértékelését.

*Bohn Péter*

\*

A *Mány* környékén folytatott kőszénkutatás során az egyik fúrás jó minőségű bauxitot harántolt.

*Ottlik Péter*

A Magyarhoni Földtani Társulat 1966. október 17-én tartott választmányi ülése dr. Varjú Gyula referátuma alapján elhatározta a Gazdaságföldtani Szakosztály megszervezését.

E szakosztály célja a földtani kutatás gazdasági kérdéseinek tudományos és gyakorlati (alkalmazott) vizsgálata, kutatása és ezen a téren elért eredmények publikálása (előadás, ankét, cikk stb.).

A Gazdaságföldtani Szakosztály az alábbi kérdésekkel foglalkozik:

1. Az ásványi nyersanyagok nép- és világ-gazdasági jelentőségei.
2. A világ és egyes országok, térségek ásványi nyersanyag ellátottsága; a fejlesztés földtani és gazdasági adottságai, lehetőségei, valamint tervei.
3. Az ásványi nyersanyagok, az előfordulások és a földtani kutatás gazdasági értékelésének elvi és módszertani kérdései.
4. A geostatistika elvi és módszertani kérdései.
5. A földtani kutatás módszertani kérdései, beleértve az ásványi nyersanyagkészletek számbavételének és a készletek mozgásának módszertanát is.
6. Az ásványi nyersanyagok műrevalóságának meghatározására vonatkozó kérdések.

7. Az ásványi nyersanyag készletgazdálkodás elvi és módszertani kérdései.
8. A földtani kutatás gépi adatfeldolgozásának és a számítás gépesítésének kérdései.
9. Ásványi nyersanyagkészleteink fokozottabb felhasználását célzó előadások, ankétok megrendezése.

Természetesen ez a tematika a földtani kutatás gazdasági vonatkozásainak sokrétűsége miatt az élet mindenkori szükségletének megfelelően bővülne.

A gazdasági érdek hatásos képviselője megkívánja, hogy tájékozottak legyünk szomszédaink, a népi demokratikus tábor és a világ ásványi nyersanyag helyzetéről, a már ismert előfordulásairól, telepeiről és földtani adottságairól. Az elkövetkezendő időben az ásványi nyersanyagok rohamosan fokozódó világkereskedelmével számolnak. Ebbe Magyarországnak szervesen bele kell illeszkednie. Magyarország ásványi nyersanyagszükségletének jelenleg kb. 60%-át tudja hazai előfordulásokról kielégíteni. A nagy ütemben növekvő szükséglet miatt átmennetileg ez az arány még tovább romlik. Földtani adottságunk több ásványi nyersanyag hazai termelését kizárja. Az előzőkből következik, hogy külföldi ásványi nyersanyagbázisok biztosítása alapvető feladataink közé tartozik. A kereskedelmi megoldásokon túlmenően ki kell dolgozni a földtani lehetőségeket is. Ebbe bele tartozik az ásványi nyersanyagelőfordulások és telepek összehasonlító gazdasági vizsgálata is, a leggazdaságosabb és így a legelőnyösebb megoldások kimutatásával.

Magyarországon ilyen témájú kutatás csak alkalomszerűen és szórványosan folyt.

Magyar geológusok az elmúlt évek folyamán sikeres kutatásokat végeztek a fejlődésben levő országokban. Ez is hozzájárult ahhoz, hogy geológusaink és geofizikusaink munkája iránti igények megnöttek. Részben ennek, részben pedig az előző fejezetekben kifejtettek miatt a Központi Földtani Hivatal javaslatot dolgozott ki a rendszeres és átfogó külföldi földtani munkára. Általános vélemény, hogy a következő években a külföldön végzendő földtani kutatásoknak jó lehetősége adódik, melynek kihasználásához fontos népgazdasági érdek fűződik.

A külföldön dolgozott vagy dolgozó geológusok szakmai előkészülete eddig önképzéssel történt — sokszor teljesen elszigetelten. Az eredményes, a lehetőségeket jól kihasználó munka megkívánja a szakmai előkészítés intézményes rendezését. Biztosítani kell tehát olyan fórumot, ahol a geológus szaktársadalom széles körben tud tájékozódó és konzultáló lehetőségeket kapni. Kétségtelen, hogy ez a Magyarhoni Földtani Társulat keretében történhet legjobban.

A gazdaságossági elv fokozottabb érvényesítésére vonatkozó törekvés az új gazdasági me-

chanizmusban szükségessé teszi, hogy a földtani kutatások terén is teremtsük meg a gazdasági vizsgálatok és kutatás tudományos, valamint gyakorlati feltételeit.

E munka mind a bányászat, mind pedig a földtani kutatás állami szerveinél már megindult. Mondhatjuk, hogy az alapokat leraktuk. A földtani kutatási tervek és a kutatások eredményeiről beszámoló jelentéseknek is tartalmazniuk kell a gazdasági értékelést. A földtani kutatások megvalósulásának sorrendjét a bányászat rentabilitása alapján határozzuk meg.

Elérkezett tehát az idő, mikor a földtani kutatásokkal kapcsolatos gazdasági kérdések témáit társulati keretek között lehet és kell meg tárgyalni egyrészt, hogy minél több szempont, észrevétel az anyagba bedolgozható legyen. másrészt, hogy a geológusok előtt meglehetősen idegen gazdasági vonatkozások, ismeretek világosan álljanak.

A Gazdaságföldtani Szakosztály megszervezését a Központi Földtani Hivatal is szükségesnek tartja, s tőle hathatós segítséget remél.

# A kéziratok elkészítésének módja

A Földtani Kutatás Szerkesztősége kéri a szerzőket, hogy kézírataikat, valamint az azokhoz tartozó mellékleteket az alábbiak szerint szíveskedjenek elkészíteni:

A cikkek terjedelme 20 szabvány gépelt oldal (ebbe a mellékletek terjedelme is beleértendő!). A szabvány gépelt oldal: 25 sor, soronként 55 leütéssel. A szedési munka megkönnyítése érdekében gyöngybetűs írógéppel írott szöveget nem tudunk elfogadni. A kézirati oldalak bal felső sarkába (margó részben) a szerző nevét fel kell tüntetni. Az ábrák, képek és táblázatok kívánt helyét a szövegben aláhúzással kell jelölni és a margóra kiírni, pl. ... "a terület földtani viszonyait az 1. ábrán láthatjuk" ...

Külön oldalon kell megadni:

1. Az irodalomjegyzéket, ahol a munkákat a szerzők nevének abc sorrendjében kell összeállítani.
2. Az ábra aláírásokat, illetve a táblázat feliratait.
3. A táblázatokat, ezek számozására római számokat használunk, pl. III. táblázat.
4. Idegen nyelvű összefoglalást, mely egy szabvány gépelt oldalnál nem lehet

jobb. Ezt úgy kell összeállítani, hogy valamennyi ábrára, illetve táblázatra vonatkozó hivatkozást tartalmazza. Az idegen nyelvű összefoglalás angol, német, orosz nyelven készülhet, amennyiben szerkesztőségünkhöz csak magyar nyelvű összefoglalás érkezik be, fel kell tüntetni a kívánt nyelvet, fordításáról a szerkesztőség gondoskodik a szerző költségére.

*Ábrák kivitele:* Ábrákat pauszra, fekete tussal kell elkészíteni. A vonalvastagságot és a feliratok mértékét úgy kell megválasztani, hogy azok klisézési kicsinyítés után is jól olvashatók legyenek. Az ábrák mérete egy formátumnál (A/4 ív, 21 x 29,7 cm) lehetőség szerint nagyobb ne legyen, kivételes esetben három formátumnyi rajz készíthető. A feliratok dőlt szabványírással készíthetők.

Å közlésre beküldött fekete-fehér fényképek csak akkor klisézhetők, ha kontrasztosak, lehetőség szerint normál, illetve kemény papírra készíthetők. Beküldhető álló alakú 6 x 9, fekvő alakú 9 x 14 cm-es fényképméret.

Szerkesztőség

# A készítmény elkészítésének módja

A készítmény elkészítésének módja a következő: A készítmény elkészítéséhez szükséges anyagok a következők: ...

A készítmény elkészítéséhez szükséges anyagok a következők: ...

szükséglet

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

<i>др. Барнабаш Кальман</i> : Результаты и дальнейшие задачи разведки на бокситы	1
<i>Кери Янош</i> : Результаты поисковых работ в Матраве-ребей	7
<i>др. Пёце Ласло</i> — Редко-земельные металлы и их применение в современной промышленности	11
<i>др. Силвади Итре</i> : Исследования для определения реологических свойств глин	17
<i>Иоша Эрне — Можолит Тибор</i> : Применение инженерной геофизики при защите от наводнения	24
<i>Кун Бела</i> : Методы и точность определения важнейших показателей рудных месторождений в г. Матра	30
<i>Хорн Янош — Кун Бела</i> : Проблемы изучения экономической эффективности поисков на цветные металлы залегающие на больших глубинах	39
<i>Сабо Элемер</i> : Подсчет запасов боксита с применением электронно-вычислительных машин	50
<i>Вархеди Пал</i> : Примепение методов направления скважин	57
<i>Рашонн Ласло</i> : Посещение б Бюро геологических и горно-рудных исследований в Париже (БРГМ)	75
Обзор	77
Новости	79



