

a., az aluipar támogatta az ELGI fejlesztési igényeit a KFH-nál és az OMFB-nél (lásd Maxi-Probe, tranzienis, légigeofizikai projektek),

b., az ipari igényeket kielégítő bauxit (és szén) kutató-sok, a dinamikus fúrás telepítésben megvalósult csoportmunka etalont jelentettek az intézet más profiljai és projektjei számára

c., a bauxitkutatásból szerzett pénz és technika más területeken is alkalmazható volt (környezetvédelem, mérnökgeofizika)

d., a hazai bauxitkutatásban szerzett tudás és technikai készség expedíciókban is hasznosult (Görögország, Jugoszlávia, Irán)

Végezetül: legyen ez az írás tiszteletadás azoknak a munkatársainknak (segédmunkásoknak, észlelőknek, terepi csoportvezetőknek, kiértékelő és fejlesztő geofizikus mérnököknek), akik 1969 és 1991 között a terepi kutatásban dolgoztak, valamint azoknak a bauxitkutató geológusoknak, akikkel munkánk során termékeny és baráti együttműködést tudtunk kialakítani.

## **A BAUXIT – KÉSZLETSZÁMÍTÁSI ELJÁRÁSOK, A BAUXITVAGYON MÉRLEG ÉS A GAZDASÁGI ÉRTÉKELÉS TÖRTÉNETE**

**R. Szabó István, Fodor Béla**

### **A KÉSZLETSZÁMÍTÁS FOGALMA ÉS CÉLJA**

Az ásványi nyersanyagok készletszámítása tágabb értelemben egyrészt a nyersanyag mennyiségének és minőségi jellemzőinek, másrészt térbeli helyzetének és egyéb természeti, bányaműszaki valamint gazdasági jellemzőinek számszerűsítését/prognosztizálását jelenti. Az ásványi nyersanyagok a nemzeti vagyon részét képezik.

A szűkebb értelemben vett készletszámítás a mennyiség és a minőségi paraméterek meghatározását jelenti, mely csupán a teljes folyamat fontos, de nem kizárólagos részhalmaza.

Minden nyersanyagkutatás végső célja annak – a lehetőleg minél pontosabb – megállapítása, hogy a nyersanyag jelenleg vagy a jövőben gazdaságosan kitermelhető, messzemenően figyelembe véve a környezet- és természetvédelmi követelményeket.

A készletszámítás legfontosabb alapeleme a korrekt geometriai/földtani modell felállítása. Valamennyi készletszámítási módszernek ez az alapja, legyen szó határfelületek interpolálásáról/extrapolálásáról, három dimenziós (3D) krígelésről vagy a fuzzy módszer alkalmazásáról.

A földtani vagyon az ásványi nyersanyag-tömeg azon része, mely bizonyos (minőségi, vastagsági) számbavételi feltételeket (cut-off) kielégít. Az ásványi nyersanyagtestet véges számú fúrásban ismerjük, ezért geometriáját (és minőségeloszlását) modelleznünk kell.

A geometria modellt a test szabályos térrészekre (kocka vagy téglalap alakú cellákra) történő bontásával (3D krígelés) vagy határfelületek extra/interpolálásával (összes többi készletszámítási módszer) állítjuk elő. A készletszámításhoz szükséges köbtartalom nem más, mint a modell térfogati integrálja. Mivel a modell határfelületei matematikai függvényekkel nem írhatók le,

vagy numerikus közelítő integrálást alkalmazunk (vízszintes vagy függőleges szeletek módszere, vastagságvonalas módszer), vagy a testet ekvivalens köbtartalmú hasábokra ill. hengerekre bontjuk a többi készletszámítási módszernél. (Fodor, B. 1988.)

Az ásványi nyersanyagokkal kapcsolatos információk nem csupán a bányászati/gazdasági kockázat mértékét, hanem a feldolgozóipar fejlődését, sőt a nemzeti iparpolitikát is befolyásolják. Könnyen belátható tehát a készletszámítások pontosságának és megbízhatóságának fontossága.

A magyar bauxitkutatásban dolgozó szakemberek mindig is átértékelték ennek a témának a jelentőségét és nagy felelősségtudattal kezelték ezt a kérdést. Így volt ez a trianoni békeszerződés után, amikor hazánk jelentős (ásvány)kincses területeket veszített el. Nagyon gyorsan kellett új nyersanyag-előfordulásokat találni a megcsonkított határokon belül, hogy megőrizhessük az akkori feldolgozóipar életképességét, ill. esetleg új iparágak legyenek kifejleszthetők. Ez utóbbiak sorába illeszkedik a magyar alumíniumipar is, melynek megalapozása többek között Balás Jenő, Telegdi Roth Károly, György Albert és Vadász Elemér nevéhez fűződik. Az ő kutatásaik és számításaik tették lehetővé az első hazai bauxitbányák létesítését, majd a timföldgyártás és az alumíniumkohászat beindítását.

### **A II. VILÁGHÁBORÚT MEGELŐZŐ IDŐSZAK**

Pobozsny István (1928) "A Vértes hegység bauxittelepei" c. tanulmányában a (Gánt) hosszúharasztosi medencében 30 Mt bauxitot említ. A szöveges leírás, a mellékelt földtani térkép és szelvények alapján kitűnik, hogy a készletet számtani középátlagos módszerrel (esetében egy telep egy földtani tömb) határozta meg.

Fúrasi adatokra támaszkodva szintén ezzel a készletszámítási módszerrel a meleges medencében 6 Mt, a Gránás-hegyi medencében 50 Mt (földtani készlet) bauxitot határozott meg. Említést tesz a Gánt községtől Nyra fekvő miliolideás mészkő területéről, ahol a fúrások 80-100 m mélységben, mintegy 2,5 km<sup>2</sup> területen tekintélyes vastagságú bauxitot mutattak ki, készletadatot azonban nem közöl. Hivatkozik György Albert (1923) adatára, mely szerint a Bakonyban (nyilván Halimba és Taliándörögd) 130 Mt bauxit található (a becslés ill. számítás módja nem ismeretes). Régi hazánk bauxitvagyonát a bihari bauxitokat is beleszámítva 200 Mt-ra becsülte. A világ ismert bauxitvagyon ekkor mintegy 600-650 Mt volt (ebből Franciaországban 60 Mt).

Alumíniummá való feldolgozás minőségi határa (cut-off) ebben az időszakban:

$$\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 55\%, \text{SiO}_2 \leq 5\%.$$

## BAUXITKÉSZLETEK MEGHATÁROZÁSA 1946-1980 KÖZÖTT

A II. világháború a bauxitbányászatban és kutatásban is jelentős károkat okozott. A kutatással és a bányászattal kapcsolatos iratok, dokumentációk és térképek részben megsemmisültek, részben elvesztek. A bányák nagy részénél újra kellett kezdeni a munkát, össze kellett gyűjteni a megmaradt dokumentációt és rendezni kellett a készletnyilvántartást. A háború utáni "hőskorban" Vadász Elemér, Barnabás Kálmán, Alliquander Endre, Vendel Miklós és Ajtay Zoltán foglalta össze és rendszerezte a korábbi kutatási eredményeket és megbecsülték (számították) az ország bauxitvagyonát.

1946. áprilisában a Potsdami egyezmény, valamint a magyar és a szovjet kormány közötti megállapodás alapján megkötötték a Magyar-Szovjet Bauxit-Alumíniumipari Egyezményt és ennek keretében szovjet-magyar vegyesvállalatok jöttek létre. E vállalatokhoz szovjet szakemberek (Bejgulenko, I.A. Ljubimov, A.A. Scsekoldin) érkeztek, akik magukkal hozták a Szovjetunióban alkalmazott készletszámítási módszereket. A magyar bauxit- és alumíniumipar államosítására 1948-ban került sor.

A magyar-szovjet vegyes vállalatként működő MA-SZOBAL már valamennyi klasszikus készletszámítási módszert jó eredménnyel alkalmazta, ugyanakkor uniformizálta is a földtani értékelést és a készletszámítást. 1950-ben Balatonalmádi székhellyel megkezdte működését a Bauxitkutató Expedíció, majd 1954-ben annak jogutódja, a Bauxitkutató Vállalat.

A negyvenes évek végére alakult ki az a gyakorlat, hogy készletszámítási szempontból az  $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 40\%$ ; a (kova)modulus  $(\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2) \geq 2,6$ ;  $\Sigma S < 0,6\%$  és bauxitvastagság  $\geq 1,0$  m, feltételeket (cut-offokat) kielégítő nyersanyag minősült bauxitnak. A szelektív termelési vastagsági határra nem volt előírás. Ezek a számbavételi kondíciók aztán évtizedekig érvényben maradtak.

Ugyancsak szovjet módszerek alapján történt a bauxitvagyon minőségi osztályokba sorolása. Ez oly mér-

tékben merev rendszer volt, hogy már fúrasi szinten is elkülönítésre kerültek a különböző osztályokba tartozó szakaszok. Az alkalmazott minőségi osztályok a következők voltak:

- ❖ I. osztály  $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 46\%$  és a modulus  $\geq 10$
- ❖ II. osztály  $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 46\%$  és a modulus = 7,0-9,99
- ❖ III. osztály  $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 40\%$  és a modulus = 4,0-6,99
- ❖ IV. osztály  $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 40\%$  és a modulus = 2,6-3,99

A fentiekén kívül számításra kerültek az ún. V. osztályú agyagos bauxitok ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 35\%$  és a modulus = 1,5-2,59) és a kénes bauxitok ( $\Sigma S \geq 0,6\%$ ) is, ezek azonban nem kerültek be az ásványvagyon-mérlegbe.

A negyvenes-ötvenes években fontosnak tartották a Bayer és a pirogén technológiájú timföldgyártásra alkalmas bauxitok elkülönítését. Az előbbihez az I. és II. osztályú, az utóbbiba a III. és IV. osztályú bauxitokat sorolták.

Bárdossy György (1954) és (1955) tanulmányaiban mélyrehatóan ismertette a hazai bauxitkutatásban akkor alkalmazott készletszámítási módszereket:

A negyvenes-ötvenes években fontosnak tartották a Bayer és a pirogén technológiájú timföldgyártásra alkalmas bauxitok elkülönítését. Az előbbihez az I. és II. osztályú, az utóbbiba a III. és IV. osztályú bauxitokat sorolták.

Bárdossy György (1954) és (1955) tanulmányaiban mélyrehatóan ismertette a hazai bauxitkutatásban akkor alkalmazott készletszámítási módszereket:

- ❖ számtani középátlós módszer,
- ❖ földtani tömbmódszer,
- ❖ háromszögmódszer,
- ❖ négyszögmódszer,
- ❖ sokszögmódszer,
- ❖ függőleges párhuzamos szelvények módszere
- ❖ vastagságvonalas módszer.

Számításai szerint bauxittelepek esetén a szelvény-módszer adta a legpontosabb eredményt. 1955. évi írásában rámutatott a számbavételi feltételek változtathatóságára, mivel a vastagsági határt (cut-off) flexibilisen értelmezte (pl. 1,0; 2,5; 3,0 m).

Részletesen foglalkozik a szilárd ásványi nyersanyagoknál alkalmazott (hagyományos) készletszámítási módszerekkel az "Ásványkutatás és bányaföldtan" c. könyv (Szerk.: Benkő F., 1970.)

A bauxitkutatásban hosszú ideig leggyakrabban (az esetek 80-90%-ában) a földtani vagyon meghatározására a sokszögmódszert alkalmazták, függetlenül a bauxit teleptani típusától. A módszer lényege, hogy minden bauxitot harántolt fúrás köré olyan sokszög alakú blokkot szerkesztettek, melynek minden pontja közelebb van az adott fúráshoz, mint annak szomszédjaihoz. Ez az elv a meddő fúrások felé is érvényesült. A mechanikus módszer fő hibája, hogy nem vette figyelembe a különböző teleptípusok eltérő kiékelődési jellegzetességeit. A kutatási zárójelentések gyakran több bauxittelep ("koncentráció") több millió tonnás bauxitvagyonát tartalmazták. A nagy tömegű számítások gyors elvégzését a sokszögmódszer alkalmazása biztosította.

A módszer alkalmazása során a szerkesztések és a mérések túlnyomó részt 1:2000 méretarányú térképe-

ken történt. Nagyobb méretarányú térképek alkalmazása szerencsésebb lett volna.

Jóval ritkábban használták a függőleges párhuzamos szelvények módszerét, melynek feltétele volt a szabályos fúrési hálózat. Ebben az esetben földtani szelvényeken történik a készletbe számítható bauxit lehatárolása s a terület mérése.

Az 1970-es években szorította háttérbe a földtani (művelési) tömbmódszer a sokszög-módszert. Itt a készletszámítási egység általában egy-egy tektonikai blokkra épült. A művelési tömb egyben a gazdasági értékelés alapegysége. A földtani tömbmódszer a többszörös és mélytöbbszörös teleptípusok esetében nem bizonyult kellőképpen pontosnak. Előnye az volt, hogy egy-egy bányászati egységre közvetlenül szolgáltatotta a bauxitvagyonra vonatkozó információt. (Fodor, B. - R.Szabó I. 1980). A bauxitbányászatban a bányaföldtani adatok feldolgozása során elsősorban a tömbmódszer és a vastagságvonalas módszer terjedt el. A vastagságvonalas módszer jól tükrözte a bauxittestek geometriai viszonyait.

A földtani bauxitvagyon a bauxittest térfogatának és a bauxit térfogatsűrűségének szorzata. A térfogatsűrűség mértéke azonban sok vitát váltott ki a szakemberek között. A probléma lényege már a mintavételben rejlik, mivel a fúrás során éppen a jó minőségű (általában laza, morzsalékos) bauxitból nehezen lehet vizsgálatra alkalmas mintát venni. A térfogatsűrűség pontosítására a fúrési mintákon kívül bauxitbányákban vett ún. nagymin-tákat (5080 kg) is használtak. 1971-ig légszáraz látszólagos térfogatsűrűséggel, attól kezdve pedig bányanedves térfogatsűrűséggel számoltak.

A mindenkor földtani hatóság előírta, hogy a zárójelentésekben az alap készletszámításon kívül ellenőrző készletszámítást is kell végezni, az eltérés nem haladhatta meg a  $\pm 5\%$ -ot.

A bauxitvagyon mennyiségének kiszámításán túl természetesen megtörtént a minőségi paraméterek meghatározása is a bauxit vegyelemzési adatok alapján. Minden vagyonba számítható bauxitot harántolt fúrásra megtörtént az átlagminőség meghatározása minőségi osztályok szerint és összesített formában is. Az átlagminőség meghatározására a vastagsággal történő súlyozást alkalmazták. 1970-ig az  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$  és a modulus, 1971-től az előzőeken túlmenően a CaO és az MgO meghatározása történt. A fúrásonkénti átlagminőség megismerését követte a készletszámítási tömb (vastagsággal történő súlyozással), majd az egész telep (az egyes tömbök ásványvagyonával történő súlyozással) átlagminőségének meghatározása.

A bauxitbányászatban az 1970-es évektől az államilag előírtnál magasabb minőségi számbavételi feltételeket alkalmaztak (először a Fejérmegyei Bauxitbányánál, majd a Bakonyi Bauxitbányánál), lehetővé téve vertikális tömbök kialakítását és az érc gazdaságos szelektív termelését.

## KÉSZLETSZÁMÍTÁSI MÓDSZEREK 1980-TÓL NAPJAINKIG

A bányanyitási alapvető feltétele, hogy kellő megbízhatósággal rendelkező információ birtokában legyünk a nyersanyag mennyiségét és minőségét illetően. E cél akkor érhető el, ha megfelelően ismerjük a nyersanyag (jelen esetben bauxit) területi kiterjedését, vastagságát és látszólagos sűrűségét (térfogat-sűrűségét). A bauxitkutatás fő módszere a fúrás. Ezek alapján szerkesztett térképek és földtani szelvények segítségével állapítható meg a bauxit területi kiterjedése. A vastagság a fúrásokból kinyert magminták vegyelemzése (vagy neutron-aktívációs vizsgálata) eredményeként adódik az u.n. készletszámítási kondíciók alapján.

Ez utóbbiak időszakosan változnak az iparági-feldolgozási igényeknek megfelelően. **Jelenleg** ezek vannak érvényben:  $Al_2O_3 \geq 42\%$ ,  $Al_2O_3/SiO_2 \geq 4,0$ ; **összefüggő vastagság: min: 2,0 m, összes kéntartalom max: 0,6%**. A látszólagos sűrűséget ( $t/m^3$ ) vagy fúrési kismintákon vagy bányabeli nagy mintákon mérik.

A bauxit települési viszonyai, valamint az alkalmazott fúrési hálózat függvényében 1980 után is többféle készletszámítási módszer került alkalmazásra. Ezek: a klaszikus háromszög-négyszög, – sokszög-módszer, földtani tömb módszer, párhuzamos függőleges szelvény módszer, vízszintes szeletosztás, vastagságvonalas módszer, valamint az új geostatistikai és fuzzy módszerek.

A készletszámítási módszerek és a készletek megbízhatósága terén lényeges változást hozott a Magyar Alumíniumipari Tröszt-központban Bárdossy Gy., Fodor B. és lengyel V.-né által a 70-es, 80-as évek fordulóján kifejlesztett számítógépes ásványvagyon nyilvántartási rendszer (Bárdossy, Gy at al. 1985). Bevezetésre kerültek a geostatistikai módszerek, melyek a regionalizált változók elméletén alapulnak. A geostatistika abból a feltevésekből indul ki, hogy a szomszédos minták térbeli korrelációban vannak egymással. A regionalizált változók a variogram-függvény segítségével tanulmányozhatók. A variogram azt mutatja meg, hogy adott irányban és térben átlagosan milyen mértékben különböznek egymástól a vizsgált paraméterek. Minden földtani jellegzetesség tükröződik a variogram tulajdonságaiban. Ezért a variogram elősegíti a valóság hű földtani kép kialakítását, aminek következtében a készletszámítás pontossága is növekszik.

A variogram alapján történhet a krígelés, amely az egyes paraméterekhez súlyszámok segítségével matematikai szempontból helyesen veszi figyelembe a bemenő adatok és az interpolált értékek variancia kovariancia viszonyait. Ezáltal a hagyományos módszerekhez képest pontosabb eredményt kapunk. Krígeléssel a becslés bizonytalansága is meghatározható.

A legutóbbi években Bárdossy György nyomán került bevezetésre a bauxitok készletszámításánál a "fuzzy számok" elmélete. (Bárdossy, Gy. at al. 2001.) Ezek segítségével u.n. tagságfüggvények állíthatók fel a készletszámítási paraméterek (terület, vastagság, sűrűség) mindegyikére, továbbá a minőségi komponensekre is. Az általában trapéz alakú tagságfüggvény szemléletesen megmu-

tatja, hogy a lehetőségesség különböző szintjein mekkora intervallumon belül változhat a készletek mennyisége és minősége. Egyúttal a számítás hibája (azaz a készletek megbízhatósága) is azonnal meghatározható.

Az utóbbi évtizedekben tehát jelentős eredményeket értünk el a készletszámítások pontossága és megbízhatósága terén. Ez a bányászati kockázat csökkentését tette lehetővé a potenciális beruházók számára.

## A KÉSZLETSZÁMÍTÁSOK MEGBÍZHATÓSÁGA

A betűjelekkel történő ismeretességi kategorizálás gondolatát a londoni Institution of Mining and Metallurgy (IMM) vetette fel 1904-ben (Bárdossy, Gy.- Fodor, B. 1989). A módszer hamar elterjedt és 1910-ben a torontói Nemzetközi Geológiai Kongresszuson (a világ szénvagyon becslésénél) már A, B, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> kategóriájú vagyონrészeket különböztettek meg. E kategóriajelölések hamarosan nemzetközileg is elterjedtek.

Hazánkban az IMM által kidolgozott kategorizálási elveket elsőként Papp K. a történelmi Magyarország területének vasérc- és kőszénvagyónáról készített becslésénél alkalmazta.

A munka a XI. és XII. Nemzetközi Geológiai Kongresszusok felkérésére készült és angol nyelven Stockholmban (1910) és Torontóban (1913), majd magyar nyelven (A Magyar Birodalom vasérc- és kőszénkészlete. Franklin-Társulat, Budapest, 1916. p.964) jelent meg.

1927-ben a Szovjetunióban is bevezették az előzőekben említett kategóriákat, majd a kategorizálás módszerét ismételtelen továbbfejlesztették.

A II. világháború után a Szovjetunióban (is) alkalmazott kategorizálási elvek az akkori szocialista országokban, így hazánkban is bevezetésre kerültek. A kategorizálás az ásványvagyont A, B, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> kategóriájú ismert és (D): D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> kategóriájú reménybeli részre osztja. Az egyes kategóriákba történő besorolás elveit nyersanyagfajtánként (inc. bauxit) részletes előírásokkal szabályozták. A MASZOBAL elsőként alkalmazta Magyarországon a szovjet kategorizálási előírásokat az ország bauxitvagyónának felmérésére az 1947-1950-es években (Bárdossy, Gy. 1955). Az egyes kategóriák követelményrendszere szöveges leíráson, valamint a teleptani típusokhoz rendelt kutatási hálósűrűségeen alapult. A kategorizálás elsősorban az ásványvagyon mennyiségére vonatkozott, majd figyelembe vették a minőségi, tektonikai, hidrogeológiai, bányászati, stb. jellemzőket is.

A kategóriákhoz "vagyonbizonytalansági tényezőt" rendeltek (pl.: Tájékoztató Magyarország 1979. I. 1-i helyzet szerinti ásványi nyersanyagvagyónáról. KFH):

A kategória: + – 10%

B kategória: + – 20%

C1 kategória: + – 30%

C2 kategória: + – 50%

D kategória: + – 100%

A hibahatárhoz ("vagyonbizonytalansági tényezőhöz") nem rendeltek valószínűségi szintet, és nem vették figyelembe, hogy a D kategóriánál a + irányú hiba nagyobb lehet 100%-nál.

Benkő F. a kategorizálásnál a hibahatárhoz már valószínűségi szinteket is rendelt, és elemezte az egyes paraméterek statisztikai jellemzőit. (Benkő, F. 1964.) Az A kategóriához 95%; a B kategóriához 90%; a C<sub>1</sub> és C<sub>2</sub> kategóriákhoz 68,3% valószínűségi szintet javasolt.

1972-től a hazai előírások az ásványvagyon kategóriákba sorolását számszerűsített "megbízhatósági hibahatárokhöz" és ehhez kapcsolódó "megbízhatósági valószínűséghez" is kötötték. E mérőszámok pontos matematikai értelmét nem határozták meg, és azt sem közölték, hogy ezek csak az ásványvagyon mennyiségére, vagy minőségére is vonatkoznak.

A hazai bauxitkutatásban és bányászatban a készletszámítások során valószínűségi szint és hibahatár meghatározására – a geostatistikai vizsgálatok kivételével – nem került sor.

## A BAUXITKÉSZLETEK GAZDASÁGI ÉRTÉKELÉSE

A II. világháború után újjá kellett építeni az országot. Alapvető cél volt a mezőgazdasági és ipari termelés beindítása, a lakosság ellátása alapvető mezőgazdasági és közszükségleti termékekkel. Mindemellett fizetni kellett a háborús jóvátételt is. A termelésben a mennyiségi szempontok domináltak, szinte mindent gyorsan, a ráfordítások megtervezése nélkül kellett előállítani. Így folytatódott ez a gazdaságpolitika 1948-49. után is, mely rányomta bélyegét a bauxitbányászatra és a bauxitkutatásra is.

1950-ig nem is volt országos bauxitvagyon-nyilvántartás, addig minden bányavállalat önállóan kezelte a területén ismertté vált bauxitkészleteket.

1956-ig csak a földtani vagyont tartották nyilván. 1955-ben hozták létre az Országos Ásványvagyon Bizottságot, melynek feladata volt a készletszámítások ellenőrzése, a mérlegkészítés felügyelete és az ásványvagyonvédelem. Felmerült annak az igénye, hogy a kitermelés befejezése után a földtani vagyonnal el kell számolni. A földtani vagyon a kitermelt vagyonnal közvetlenül nem összevethető fogalmak. Ezért 1957-től a kutatási zárójelentések készítése során meg kellett határozni a (technikailag) kitermelhető vagyont is, mely mechanikusan történt ebben az időszakban. A termelési veszteséget külfejtésre 8-10%-ban, mélyművelésre 15, később 20%-ban írták elő, függetlenül a telep földtani-bányászati sajátosságaitól. A termelési hígulás fogalma a hazai bauxitbányászatban ekkor még nem is létezett. A bányákat rákényszerítették az előírt, minden gazdaságossági számítást nélkülöző veszteségtértek betartására, mely a gyakorlatban csak "papíron" volt lehetséges. Az 1956 előtti időszakhoz képest így is előrelépés történt.

A bauxitbányászat termelési vesztesége optimalizálására csak az 1980-as években került sor (Zólyom M.- Fodor B. 1983). A termelési veszteség akkor optimális, ha az elérhető gazdasági eredmény maximális.

Mint már taglaltuk, a szocializmus építésének korai időszakában, az új gazdasági mechanizmus bevezetésé-

ig kevés figyelmet fordítottak a bányászat gazdaságosságára. Uralkodott a mennyiségi szempont, mivel sok mindenből hiány volt. A bauxit esetében művealonak tekintettek minden olyan bauxitot, amelyeknek vastagsága meghaladta a 1,5 m-t. Az akkor alkalmazott termelési technológia ugyanis az ennél vastagabb érctest lefejtését elvileg lehetővé tette. Gazdasági számításokat a kutatás során nem végeztek.

A gazdaság torz értékviszonyainak kiszűrésére törekvő, a piaci viszonyok szimulálásán alapuló, már pénzkategóriákat alkalmazó hazai ásványvagyon értékelési módszert, az u.n. művealósági minősítést az 1960-as években nagyrészt Faller Gusztáv és Tóth Miklós dolgozták ki és vezették be (pl. Faller G.- Tóth M. 1981.)

Bauxit esetében az érték (u.n. költséghatár) a timföld világgiazi árából került levezetésre. (Fodor, B.1985) Ezen kívül megtervezték a kérdéses potenciális (vagy tényleges) bányaterület kutatásához, bányalétesítéséhez és üzemeltetéséhez szükséges költségeket (reálköltségek). A kettő aránya adta meg a művealósági mutatót:

$$Mm = \frac{W(Ft/t)}{R(Ft/t)}$$

$R = k_1 + k_2 + k_3$  (Ft/t)  $W$  költséghatár  
 $k_1$  kutatási,  $R$  reálköltség  
 $k_2$  - bányalétesítési,  
 $k_3$  - bányaiüzemi költség

Fontos tudni, hogy a teljes R-reálköltség csak a még kutatás előtti (alatti) potenciális bányaterületet terheli. A már megkutatott bányaterületet csak a  $k_2 + k_3$  költségek terhelik. Értelemszerűen a már működő bánya esetében csak a  $k_3$  - költségelem veendő figyelembe. Könnyen belátható, hogy akkor művelhető gazdaságosan egy bányaterület, ha  $Mm > 1,0$ . A számítások nyilvánvalóan magukban hordoznak némi bizonytalanságot, ezért a  $0,8 < Mm < 1,0$  mutatóval jellemzett vagyonrészeket tartaléknak tekintjük.

A költséghatáron és a reálköltségen keresztül kifejezésre jut a bányaterület nominál gazdasági eredménye is az alábbiak szerint:

$$E = Q_k (W-K) Ft \quad \text{ahol}$$

$Q_k$  - a kitermelhető vagyon (kt)

Nyilvánvalóan csak abban az esetben képződik eredmény, ha  $W > k$ .

A művealósági mutató alapján rangsorolhatók az előfordulások, bányaterületek. A reálköltség meghatározásában számításba veszik az összes fontos természeti paramétert: a bányaterület kiterjedését, mélységét, a készletek tektonizáltságát, inhomogenitását, a karsztvízhez viszonyított helyzetét, vastagságát stb. (v.ö.: korábban csupán a vastagság volt meghatározó)

A művealósági minősítés tárgya a kitermelhető vagyon. Ezt úgy számítjuk, hogy a földtani vagyonból le-

vonjuk a valamely okból véglegesen pillérben maradó készletet, továbbá a termelési veszteséget, s hozzáadjuk a termelés során a termelvénybe óhatatlanul belekerülő meddő anyag mennyiségét. A művealó ( $Mm > 1,0$ ) kitermelhető vagyont nevezzük iparinak.

Természetesen a fentiekben ismertetett művealósági minősítést időszakosan felül kell vizsgálni, hiszen a gazdasági környezet (mind az érték, mind a költségoldal) változó. Mindenesetre ez az eljárás objektív döntést tesz lehetővé arra nézve, hogy mely bányaterület kutatásával és/vagy bányászatával érdemes foglalkozni.

Közgazdaságilag a nominál gazdasági eredmény az évenkénti cash-flow-k nominális - tehát nem diszkontált - összege. Ezzel szemben a nettó jelenérték az évenkénti cash-flow-k vizsgált időpontra diszkontált összege, azaz a jövőben várható hozam mai értéke, az ásványi nyersanyag-előfordulás/bánya vagyonértéke.

A bauxitkutatási zárójelentések során nettó jelenérték, belső megtérülési ráta számítására nem került sor, mivel e számítások elvégzéséhez (minden egyes bauxittelepre) megvalósíthatósági tanulmány készítése szükséges.

## BAUXITVAGYON MÉRLEG

1950. óta éves rendszerességgel készültek (készülnek) a bauxitvagyon mérlegek. Ennek célja, hogy az állami tulajdont képező nyersanyagban bekövetkezett változásokat évente nyomon követhessük. A változás oka többféle lehet: kutatás, átminősítés, átszámítás, termelés, termelési veszteség, gazdasági környezetváltozás, bányaterületek összevonása, megbontása, ásványvagyon törlése (pl. megváltozott kondíciók miatt).

A mérleg az igénybevétel különböző szintjei szerint csoportosítja a telepeket: felderítő kutatási fázis, részletes-előzetes kutatási fázis, megkutatott terület, tervezett bánya, épülő bánya, működő bánya, leállított bánya, felhagyott bánya. Ezen kívül a földrajzilag elkülöníthető kilenc nagy előfordulás szerint is összesítésre kerülnek a készletek, s legvégül országos összesítés történik.

Az 1970-es évekig a készletmérlegek asztali számológépek használatával, sok szakember 1-2 hónapos munkájával készültek. Az 1-2 m hosszúságú kéziratos "papírlapedőket" a rajzoló páuszra másolták, majd fénymásolták. A hatalmas volumenű munka ellenére az akkori mérlegek (a maihoz képest) kevés információt tartalmaztak. Csak a készletek mennyisége szerepelt bennük telepenként, előfordulásonként, kategóriánként, illetve minőségi osztályok szerinti bontásban. A bauxit minőségi adatait bemutató mérlegek – a rendkívüli munkaigényesség miatt – csak 3-5 évente készültek.

A számítógépes korszak eljövele forradalmi változást hozott ezen a téren is. Lényegesen kevesebb élőmunka ráfordítással a mai mérlegek lényegesen több információt tartalmaznak a korábbiakhoz képest. Az u.n. állapottáblázatok minden fontos paramétert megjelenítenek az adott bányaterület készletszámítási tömbjeit illetően: a földtani és a kitermelhető vagyon mennyiségét

és minőségi paramétereit; a tömb települési mélységét, fedővastagságát, karsztvízhez viszonyított helyzetét, inhomogenitását, térfogatsűrűségét, ismeretességi kategóriáját, műrevalóságát és a vagyon nominál gazdasági eredményét.

A telepszintű állapotábrák a természeti paramétereket már nem tartalmazzák, de a készletek mennyisége, minősége (földtani, kitermelhető és ipari), ismeretességi kategóriája, gazdasági csoportok szerinti megoszlása, műrevalósága, nominál gazdasági eredménye közvetlenül kiolvasható. Ugyanezek az információk bányaterületi és előfordulások szerinti összesítésben is megtalálhatók a mérlegben. (Lengyel, V-né,- Fodor, B. 1979.)

A Magyar Alumíniumipari Trösztben kidolgozott algoritmus és számítógépes programrendszer (Lengyel, V-né - Fodor, B. 1979) művelési tömb szinten természeti paraméterek alapján automatikusan tervezte a termelési veszteséget, a hígulást, számította a kitermelhető va-

gyont és a költséghatárt. A ráfordítások (reálköltségek) meghatározása működő bányáknál egyedi kalkulációval, kutatás alatt álló és megkutatott de még nem termelt előfordulások esetén természeti paraméteres költségfüggvényekkel történt. (Fodor B. 1985.)

A változások telep és bányaterületi szinten is bemutatásra kerülnek. A fentiekén kívül különböző statisztikai táblákat is tartalmaz az új típusú mérleg, köszönhetően Fodor Béla - Lengyel Vilmosné - Rapp Ferenc által létrehozott számítógépes információs rendszernek. Ezek: a készletek (földtani, ipari) mélységtartományok, minőségi tartományok szerinti bontásban, ismeretességi kategóriák, vízszinthez viszonyított megoszlás stb.

A mai korszerű bauxitmérleg tehát elengedhetetlenül fontos és hasznos információkat szolgáltat mind az illetékes állami szervek, mind pedig a bányavállalkozók részére ásványvagyon-gazdálkodási politikájuk kialakításához.

## **AZ ALSÓPEREI BAUXIT FÖLDTANI KUTATÁSA ÉS SZEREPE A FÖLDTANI MEGISMERÉSBEN**

**Császár Géza**

### **AZ ALSÓPEREI BAUXIT KUTATÁS-ÉS MEGISMERÉS-TÖRTÉNETE**

Az Alsóperei Bauxit Formáció megnevezés ugyan csak az elmúlt évszázad második felének közepén született meg (Császár & Haas 1983), de felismerése – függetlenül a Bakony földtani térképezésétől – a múlt század első felére tehető. Fontosabb ismert előfordulásait és az előfordulás lehetőségét megszabó Tési Agyagmárga jelenlegi elterjedési kontúráját az 1. ábra tartalmazza. A felfedezés pontos dátuma nem ismert, sőt még a felfedező neve sem

teljesen bizonyos. Azonban minden jel arra utal, hogy felismerése – a gánti bauxit-hoz hasonlóan – ugyancsak a kitűnő geológusi adottságokkal rendelkező bányamérnök, Balás Jenő nevéhez fűződik, aki után azonban érdemi dokumentum innen sem maradt fenn. A felismerés ideje a 20-as évekre tehető, azok után, hogy Velty István veszprémi bányakutató 1922-ben felfedezte az eplényi bauxit-előfordulást (Noszky 1951). Erre utal Vadász (1935) alábbi közlése: "Balás Jenő bányamérnök úrnak egyik bakonyi kutatásánál, 1927-ben merült fel először az a gyanú, hogy a bauxit a kréta rétegek alján volna kutatható." Teledi Róth 1927. évi, a dunántúli-középhegységi bauxittelepekről írott munkájában még nem tesz említést a perepusztai bauxitról, mint ahogy Vadász az 1930-ban kiadott Szénképződés, hegyképződés és bauxitkeletkezés Magyarországon című munkájában sem lelhető fel. Teledi Róth 1934-ben azonban már szűksza-

vúan közli, hogy Balás Jenő volt a felismerője az Alsóperpuszta melletti, tunyok-hegyi, továbbá az Eplényhez közeli boszorkányhegyi bauxit előfordulásoknak, míg a kutatást Alsóperén Noszky (1951) szerint Velty Istvánnal közösen indították el. Alsóperén és az olaszfalui Boszorkány-hegyen 1927-ben már Kormos és Vadász végzett kutatást (Noszky 1951), majd Balás ugyanitt további feltárásokat létesített (Noszky 1951). Teledi Róth később, 1937-ben már azt írta, hogy Alsóperre és Eplény térségében a "a produktív bauxitszint fellépése már régebben ismeretes" "az apti sorozat alján". Ugyancsak Teledi Róthtól (1937) tudjuk, hogy Balás mindkét területen kutatóaknak telepített, melyeknek – ha voltak egyáltalán – dokumentumai nem maradtak fenn. Az általa készített, ma is helytálló földtani térképen (2. ábra) a megtalált valamennyi, összesen 10 kutatóaknát is feltüntette. Ezek a földtani intézeti megbízás alapján általa végzett földtani térképezés idején már beomlott állapotban voltak, vagy betemették azokat. A bauxit és közvetlen fedőjének rétegsorát az általa beszámozott kutatóaknak kiszórt anyagából, illetve az egyik kutatóakna részleges felújítása alapján állította össze. A bauxitlencse szelvényeszerű ábrázolása azonban Vadász (1946) munkája (3. ábra). Ebben legalul vörös, tömör bauxit, legfelül pedig sárga, pizoidos bauxit, míg a kettő között egymást váltó formában két-két szürke, pizoidos bauxit, illetve vörösgyag minősítésű réteg található.

Az Olaszfaluhoz tartozó Malom-völgy nyugati oldalán,