

Az ércbányászati beruházási költség megtérülési idejének egyik megrövidítési lehetőségéről

Dr. ZAMBÓ JÁNOS okl. bányamérnök, a műszaki tudományok doktora, Kossuth-díjas és Állami Díjas tanszékvezető egyetemi tanár, a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja

(Nehézipari Műszaki Egyetem, Bányaműveléstani Tanszék, Miskolc)

A beruházási költség gyors visszatérítése elsőrangú gazdasági érdek.

A szerző az ércbányák telepítésével kapcsolatban azt vizsgálja, milyen hatással van a visszatérülési időre az a körülmény, hogy az üzem kezdő éveiben az ércvagyon átlagos fémtartalmánál a lehetőség határain belül nagyobb fémtartalmú ércet termelünk.

Kimutatható, hogy a megtérülési idő nagymértékben csökkenthető anélkül, hogy a megtérülési idő után az ércvagyon átlagos fémtartalma számottevően csökkenne, ha az ércvagyon viszonylag nagy.

A beruházási költség megtérülési ideje a beruházás gazdaságosságának egyik legfontosabb mutatója. Érthető tehát minden olyan törekvés, amely ezt az időt rövidíteni igyekszik. Adott geológiai és települési viszonyok mellett a beruházási költség adott, illetve a legkörülményesebb tervezés esetében sem lehet egy meghatározott értéknél kisebb. A megtérülési idő másik meghatározója az árbevétel és a termelési költség különbsége. Itt is bizonyos korlátok vannak, amelyeket átlépni nem lehet.

A bányászat erősen beruházásigényes. Nem újdonság az a törekvés, hogy a megtérülési idő csökkentése érdekében különös, kimondottan csak a bányászatban alkalmazható lehetőségekhez is hozzányúljunk.

A szénbányászatban ma már csaknem kizárólagos az aknamezőnek az aknától a határ felé haladó lefejtése éppen a megtérülési idő csökkentése érdekében. Így ugyanis a kezdő években a lefejtések az aknához közel esnek, a termelés gyorsan megindul, az utak rövidege miatt a termelési költség kisebb; a megtérülési idő is kisebb lesz. Ugyanez érvényesíthető az ércbányászatban is, de mégis a kettő között van egy alapvető különbség. Amíg a szén minősége a kezdő években általában nem növelhető, addig az ércbányászatban erre többnyire lehetőség nyílik azáltal, hogy a kezdő években a dúsabb telérrészeket vagy tömzsöket fejtjük le. Az ércbányászat szilárdabb kőzetei között az ilyen eljárás a későbbiekben kőzetmechanikailag nem jelent különösebb hátrányt. A hátrány elsősorban abban jelentkezik, hogy a megtérülési idő utáni években a megmaradó ércvagyon átlagos fémtartalma csökken. Ha a megtérülési idő (t) az üzemidőhöz (T) viszonyítva kicsi, továbbá, ha a kezdeti években, azaz a megtérülési időben termelt érc átlagos fémtartalma (a_k) nem túlzottan nagyobb a megnyitáskor érvényes alapfémtartalomnál (a_0), akkor a megtérülési idő után megmaradó ércvagyon átlagos fémtartalma (a_m) nem lényegesen fog eltérni az alapfémtartalomtól. Változatlan évi termelés mellett felírható ugyanis az alábbi összefüggés:

$$\eta = \frac{a_m}{a_0} = \frac{1 - \lambda \frac{a_k}{a_0}}{1 - \lambda}$$

ahol $\lambda = \frac{t}{T}$. Legyen például $\lambda = 0,1$; $\frac{a_k}{a_0} = 1,2$, ennek megfelelően $\eta = 0,978$, azaz a megmaradó ércvagyon átlagos fémtartalma az alapfémtartalomnak 97,8%-a, a csökkenés 2,2%, ugyanakkor az a_k lényegesen nagyobb (20%) az a_0 -nál.

Ennyiből is látható, hogy elsősorban nagyobb ércvagyonnal rendelkező telepítések esetében érdemes lehet ezzel a kérdéssel némiképpen közelebbről is megismerkedni, legalábbis elvi síkon.

Legyen például egy viszonylag nagyobb réz-ércelőfordulásunk. Előljáróban rögzítsük le az elemzéshez szükséges paramétereket:

- A : az alapberuházási költség [10^6 Ft],
- B : az évi üzemköltség [10^6 Ft/év],
- C : az évi árbevétel [10^6 Ft/év],
- c_1 : az ércelőkészítés kihozatali tényezője,
- c_2 : a kohósítás kihozatali tényezője,
- a : az érc fémtartalma %-ban,
- q : az évi érctermelés [10^6 t/év],
- k_r : a réz árbevétele [Ft/t],
- k_k : a réz kohósítási költsége [Ft/t].

Fejezzük ki általános formában az egyszerű, kamatosítás nélküli megtérülési időt:

$$t = \frac{A}{C - B} = \frac{A}{0,01c_1c_2aq(k_r - k_k) - B}$$

Ha az alapfém-tartalommal (a_0) számolunk:

$$t_0 = \frac{A}{C_0 - B}$$

Ha pedig a kezdeti, megemelt fémtartalmat (a_k) tekintjük:

$$t_k = \frac{A}{C_k - B}$$

A kettő viszonya

$$\alpha = \frac{t_k}{t_0} = \frac{C_0 - B}{C_k - B}$$

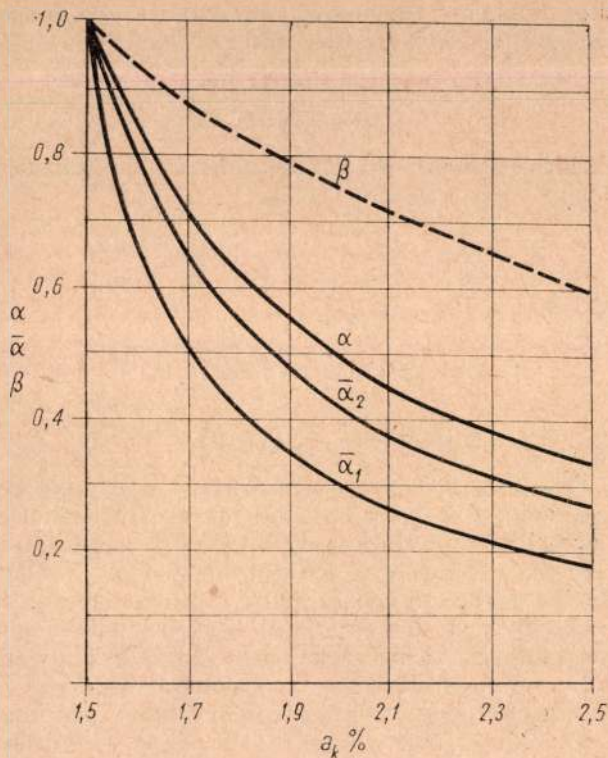
A többváltozós függvény vizsgálata természetesen összetett feladat. Mi elsősorban az a_k fémtartalom hatását akarjuk látni, ezért a többi paramétert egy adott település esetében kalkuláljuk. Legyen $c_1c_2 = 0,84$; $q = 3 \cdot 10^6$ t/év; $a_0 = 1,5\%$; $k_r = 72\,000$ Ft/t; $k_k = 15\,000$ Ft/t; $B = 3 \cdot 480 = 1440 \cdot 10^6$ Ft/év. Ezeknek megfelelően:

$$\alpha = \frac{715}{1436a_k - 1440} \approx \frac{1}{2} \frac{1}{a_k - 1}$$

Az α változását az 1. ábra α -görbéje mutatja a_k függvényében. Például, ha $a_k = 2,0\%$, akkor $\alpha = 0,5$, azaz az egyszerű megtérülési idő a felére csökken. Az ábrán a

$$\beta = \frac{a_0}{a_k}$$

hiperboláját is ábrázoltuk. Látható, hogy az α csökkenése nagyobb mérvű, mint a β csökkenése.



1. ábra

Az egyszerű megtérülési idő csak tájékoztatólag szolgál, a kamatos megtérülési idő a lényegesebb mutató. A kettő között ismert összefüggés [1, p: 90.]:

$$\bar{t} = - \frac{\log(1 - \delta t)}{\log p}$$

ahol p a kamattényező (1,05, 1,06, 1,07, ...), $\delta = p - 1$. Ezt felhasználva írható

$$\frac{\bar{t}}{t} = \frac{\log \frac{C_k - B - f\delta A}{C_k - B}}{\log \frac{C_0 - B - f\delta A}{C_0 - B}}$$

ahol f az ún. várakozási idő tényezője, kifejezhető az

$$f = \frac{A'}{A}$$

viszonyszámmal, amikor A' a beruházási költség kamatosított értéke a termelés megindításának időpontjára vonatkoztatva.

Most már az $\bar{\alpha}$ viszonzyszám függvénye a beruházási költségnek is. Maradjunk még az előbbi példánknál és legyen még $A = 5000 \cdot 10^6$ Ft, $f = 1,2$ és $p = 1,1$.

Az értékek helyettesítése után

$$\bar{\alpha}_1 = 1,26 \log \frac{1436a_k - 2040}{1436a_k - 1440} \approx 1,26 \log \frac{a_k - 1,42}{a_k - 1}$$

Az 1. ábrán $\bar{\alpha}_1$ változását az $\bar{\alpha}_1$ -görbe szemlélteti. Látható, hogy ugyanazon a_k esetében a megtérülési idő nagyobb mértékben csökkent, mint az egyszerű megtérülés esetében. Ha például $a_k = 2,0$, akkor $\bar{\alpha}_1 = 0,3$, azaz a megtérülési idő 30%-ra csökkent.

Legyen most $p = 1,07$, $A = 4000 \cdot 10^6$, a többi paraméter maradjon változatlan. Ilyen értékek mellett az $\bar{\alpha}_2$ -görbéhez jutunk.

Maradjunk meg az α_2 -görbénél, illetve a hozzá tartozó paramétereknél, és vizsgáljuk meg a megtérülés után megmaradó ércvagyon átlagos fémtartalmának alakulását a \bar{t} , illetve a hozzá tartozó a_k függvényében, ha $T = 50$ év. Az elvégzett számítások eredményeit a 2. ábra mutatja, amikor d a megmaradó ércvagyon átlagos fémtartalmának csökkenését adja meg.

Például az eredeti 9,4 év megtérülési év helyett 5 évet kívánunk meg, akkor ehhez kereken 1,75%-os kezdeti átlagos fémtartalom tartozik, ami a megtérülés után megmaradó ércvagyon átlagát kereken 2%-kal rontja, azaz az eredeti 1,5%-os átlagos fémtartalom 1,47%-ra csökken.

Egy tényleges előfordulás esetében a vizsgálatot célszerű két határeset közé szorítani: a legjobb és a legrosszabb esetek közé. Bizonyos paraméterek meglehetősen pontosan adhatók meg, ilyenek esetünkben: c_1, c_2, q, T, p, f . Változó lehet: A, B, k_r, k_k . A legjobb esetben A, B, k_k lehetséges minimuma, k_r lehetséges maximuma szerepel, a legrosszabb esetben pedig fordítva.

Legyen a jobb esetben $A = 4000 \cdot 10^6$ Ft, $B = 1320 \cdot 10^6$ Ft/év, $k_r - k_k = 65 000$ Ft/t; a rosszabb esetben pedig $A = 5000 \cdot 10^6$ Ft, $B = 1470 \cdot 10^6$ Ft/év, és $k_r - k_k = 57 000$ Ft/t.

A többi paraméter: $c_1, c_2 = 0,84$, $q = 3 \cdot 10^6$ t/év, $a_0 = 1,5$, $T = 50$ év, $p = 1,1$, $f = 1,2$.

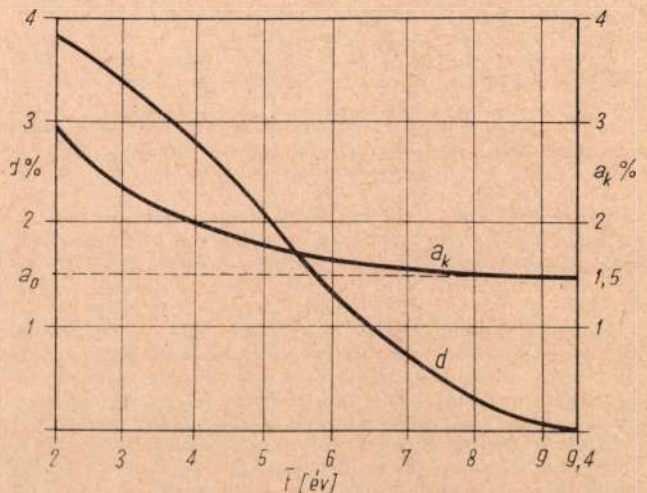
Ezeknek megfelelően

$$\alpha_j = 4,2 \log \frac{1638a_k - 1800}{1638a_k - 1320}$$

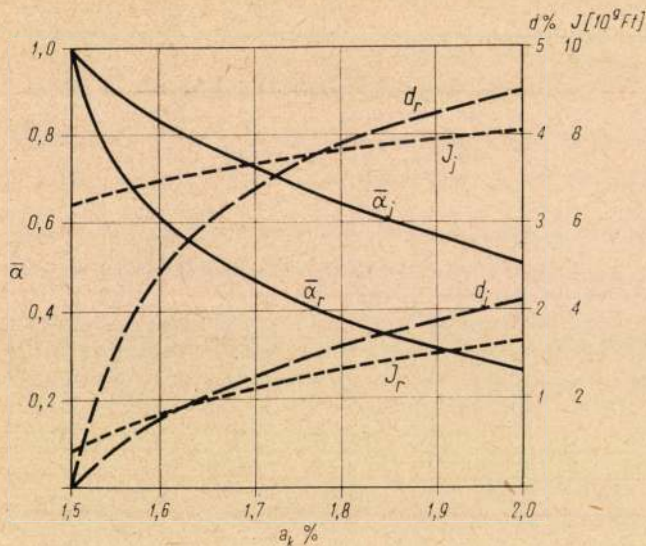
$$\alpha_r = 1,1 \log \frac{1436a_k - 2070}{1436a_k - 1470}$$

A két görbe a 3. ábrán látható, a két görbe által bezárt terület lesz jellemző az adott előfordulásra. Tájékoztatóul még megadjuk, hogy $\bar{\alpha}_j = 1$ esetén $\bar{t}_{0j} = 5,75$ év és $\bar{\alpha}_r = 1$ esetén $\bar{t}_{0r} = 21,94$ év, a hozzájuk tartó $a_0 = 1,5\%$.

Egyszerűen számítható a továbbiakban a megmaradó ércvagyon fémtartalmának százalékos



2. ábra



3. ábra

csökkenése is, most nem a t' , hanem a_k függvényében: d_j és d_r . A két görbe által bezárt terület ugyancsak jellemző az előfordulásra.

Esetünkben csak az $a_k=1,5\%$ és $a_k=2,0\%$ közötti szakaszt vizsgáltuk meg. Elvileg megvizsgálható az $\bar{\alpha}$ és d görbék lefolyása akkor is, ha $a_k > 2$. Az előfordulástól függően ugyanis az a_k értéke nem növelhető tetszőlegesen, csak egy meghatározott értékig. Így például, ha az érc tömzsökben fordul elő, a kezdő években azokat a tömzsöket műveljük, amelyeknek fémtartalma nagyobb az átlagosnál. Itt a lehetőségek azonban korlátozottak.

Még egy kérdést kell vizsgálat tárgyává tenni: hogyan alakul a bányaiüzem kamatosított tiszta jövedelme a bányakezdes időpontjára vonatkoztatva az a_k , illetve a belőle levezethető d száza-

lékos csökkenés függvényében? A tiszta jövedelem a megtérülési idő után jelentkezik évente

$$A = 0,01 c_1 c_2 g a_0 (1 - 0,01 d) (k_r - k_k) - B = C_0 (1 - 0,01 d) - B$$

értékben. Ennek a járadéknak a bányakezdes idejére vonatkoztatott értéke:

$$J_j = \frac{1}{\delta p^T} [C_0 (1 - 0,01 d) - B] (p^{T-t} - 1).$$

Az előbbi két határesetben:

$$J_j = 0,0852 (1137 - 24,57 d_j) (1,1^{50-t_j} - 1)$$

$$J_r = 0,0852 (685 - 21,54 d_r) (1,1^{50-t_r} - 1).$$

Az J_j és J_r értékek változását a_k függvényében ugyancsak a 3. ábrán figyelhetjük meg. Mindkettő a vizsgált szakaszban a_k növekedésével szintén nő.

Rövid vizsgálatunk jellegét illetően elvi, célját illetően pedig figyelmet felhívó kívánt lenni. A gyakorlati vizsgálat természetesen ennél lényegesen bonyolultabb. Elég csak arra gondolni, hogy az f -tényező meghatározása a beruházás ütemezésétől, idejétől függ, a termelés nem érheti el azonnal a számításba vett q -értéket stb. Egy gyakorlati vizsgálat mindezt figyelembe veheti, az elv változatlan marad, csak a diagramok szerkesztése lesz hosszadalmasabb.

Az elvi vizsgálat arra egyértelműen rámutatott, hogy a kérdéssel érdemes foglalkozni, mert az elv körültekintő alkalmazásával a beruházási költség megtérülési ideje — amin ma egy beruházás állhat vagy bukhat — lényegesen lerövidíthető.

IRODALOM

- [1] — Optimum location of mining facilities, Budapest, 1968.

(Folytatás a 653. oldalról)

tásaink eredményeinek őket is részeseivé tettük. Szerencsére még idejében kutattuk fel a kerepesi temetőben kiürítés alatt álló parcellában levő sírját és így azt előterjesztésünkre, a temető gondnoksága mentesítette a kiürítési rendelet végrehajtásától.

Kiválóságaink közül Péch Antal, Born Ignác, Balás Jenő és Rittinger Péter munkásságát kutattuk mélyrehatóbban.

Péch Antal a múlt század kincstári bányászatának fejlesztésével, szakírói munkásságával, a magyar bányászati szaknyelv megalapításával tűnt ki leginkább. Born a XVIII. század végén a bányászat és kohászat főszakértője, kohászati feltaláló. Balás a dunántúli bauxit felfedezője. Rittinger az ércelőkészítés technológiájának újjászervezésével tette Európa szerte ismertté nevét. Az említettek kivül még több kiválóság életrajzát készítettük el az egyesületi évkönyv számára.

Nagyjaink emlékének megőrzésére, — jegyzékbe foglalva sírjaikat, — a fővárosi temetőkben nyugvók sírjait mentesítettük a kitelepítés alól és javaslatot készítettünk a majdani Pantheonban történő elhelyezésükre. Zsigmondy — a Hősök terén levő kb. 1000 m mély — termálfv kútjának aknájára emléktáblát helyeztünk. Péch Antal volt lakóházára emléktábla került. Kezdeményezői voltunk Zsigmondy Margit-szigeti vízfakasztása helyén, valamint a harkányi termálfv fúrásánál, emléktábla létesítésének.

Egyesületünk anyagilag hozzájárult Vitális István volt bányászati professzor érdemét megőrkítő emléktábla Zirc városában való elhelyezéséhez, amelyet vidéki csoportunk létesített. Kiválóságaink példaadó munkássága népszerűsítésére és emléke megőrzésére utcaik elnevezésére javaslatokat terjesztettünk elő. A Földtani Társulattal közösen tett javaslatunkra a főváros tanácsa Zsigmondy Vilmosról a XII. kerületben utcát nevezett el. Zirc városa is helyt adott ily irányú kérésünknek Vitális István személyét illetően. Az európai híró Hantken Miksa, a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagjának, az egyetem első paleontológia tanárának, a Magyar Állami Földtani Intézet első igazgatójának, a Földtani Társulattal közösen tett utca elnevezési javaslatunk a fővárosi tanácsnál mostoha fogadtatásban részesült.

A múlt század két legnagyobb bányászatának, Zsigmondy Vilmosnak és Péch Antalnak mellszobrát, javaslatunkra bányászati intézményeink 9 esetben készítették el.

Zsigmondy Vilmos, Hantken Miksa, Péch Antal és Vitális István születésének 150. illetve 100. évfordulói tiszteletére egyesületünk emlékkünnepélyeket rendezett. Egyes vidéki centrumainkban is megemlékeztek az évfordulókról. Ilyen céllal rendezett egyesületünk az Öntő-

(Folytatás a 663. oldalon)