

Ércbányák telepítésének gazdaságosságáról

Dr. ZAMBÓ JÁNOS okl. bányamérnök, a műszaki tudományok doktora,
| Kossuth-díjas és Állami díjas egyetemi tanár, a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja
(Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc)

Az ércbányák telepítésének gazdaságossági megítélésében két alapvető vizsgálatot kell elvégezni. Az egyik a fémár várható alakulása, a másik a fajlagos termelési költség kalkulálása.

Szerző példaképpen a réz árának várható alakulását elemezve, a vizsgálati módszert mutatja be. A fajlagos termelési költséget pedig többváltozós függvénnyel adja meg, majd a függvény könnyebb áttekinthetőségével foglalkozik.

Végül bemutatja a kalkuláció megbízhatóságának számítási módszerét.

Az ércbányák várható gazdaságosságának megítélése bonyolultabb, mint a szénbányáké. Ennek két alapvető oka van: a lemélyített fúrások nem nyújtanak az ércelőfordulások esetében annyira megbízható képet, mint a szénelőfordulások esetében; a fémárak alakulása az idő függvényében kevésbé előrelátható, illetve itt a bizonytalanság nagyobb, mint a szénbányászatban.

A vizsgálati módszerek természetesen különbözőek lehetnek. A következőkben egy viszonylag egyszerű módszert kívánunk bemutatni. Ennek lényege röviden az alábbiak szerint foglalható össze: megvizsgáljuk a fémár, vagy fémárak várható alakulását az idő függvényében; megkíséreljük egy olyan előreláthatóan többváltozós függvény megadását, amely kimutatja, milyen fajlagos termelési költség (Ft/t) mellett lehet a telepítés gazdaságos.

A módszer konkrét kimutatása érdekében válasszunk ki egy viszonylag egyszerű telepítési lehetőséget. Legyen tehát például az előfordulás csak rézércelőfordulás.

A réz árának várható alakulásával már a közel-múltban a Lap hasábjain megjelent „Néhány gon-

dolat a bányüzemek termelési kapacitásának a gazdaságosságban betöltött szerepéről” c. cikkünkben foglalkoztunk. A „Londoni Tőzsde” adatait felhasználva, regressziós úton az alábbi összefüggésre jutottunk:

$$k_r = 34,103 \cdot T - 65\,987,$$

ahol k_r dimenziója dollár/t (európai dollár), T pedig az évszámot jelenti. Így pl. 1970-ben a várható rézár $k_r = 34,103 \cdot 1970 - 65\,987 = 1196$ dollár/t.

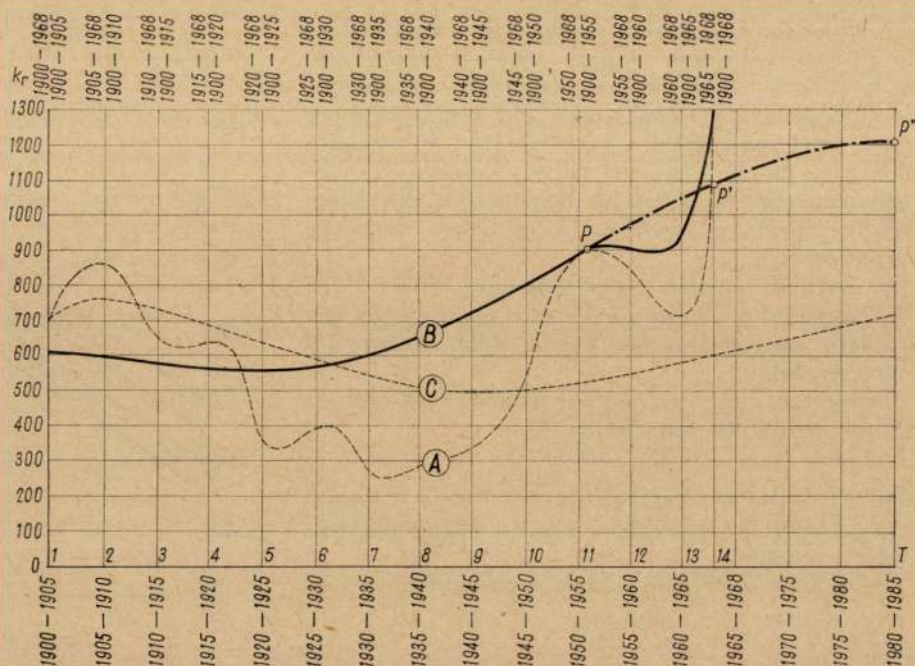
A regressziós egyenes egyenletének meghatározásába 1950—1968. évek adatait vontuk be.

Jogosnak kell mondani azt az észrevételt, hogy a szorosságot kifejező korrelációs együttható nem megnyugtató ($r = +0,63$), alig nevezhető közepesnek.

Természetesen az évek szerint sorbaállított tőzsdei fémárak a pénzromlást is magukban foglalják, így természetesen az európainak nevezett dollár romlását is. Ugyanakkor rendelkezésre áll a bankvilág által nyilvántartott infláció mérőszáma is, így a réz árából az infláció hatása kiszűrhető.

Mivel a réz árának várható alakulása ebben a kérdésben szinte perdöntőnek számít, célszerű és szükséges ezzel a kérdéssel továbbra is és ha lehet, behatóbban foglalkozni.

Az infláció hatását kiszűrve, ugyancsak a „Londoni Tőzsde” adatait felhasználva, a rézárak (k_r) ötéves átlagát képeztük, azaz ötéves időközönként a legegyszerűbb kiegyenlítést végeztük el. Ezeket az átlagokat, mint kiegyenlített értékeket a T , k_r rendszerben felraktuk (1. ábra), majd újabb grafikus kiegyenlítést hajtottunk végre azzal, hogy törésmentes átmenetet képeztünk. Így jutottunk az A görbéhez.



1. ábra

Az A görbére elsősorban az jellemző, hogy hullámzása döntően a gazdasági fellendüléssel, illetve romlással függ össze. Jól megfigyelhető, hogy a kb. 1910-ben megindult és az 1930-as évek első felében a mélypontot elérő általános gazdasági romlással teljes korrelációban van a réz árának alakulása. Ugyancsak korreláció figyelhető meg az 1945 utáni időszakban is, amikor az általános gazdasági fellendülés időszakát éljük. Feltűnőnek mondható, hogy a réz árának alakulásában a háborúnak kisebb szerepe van, mint azt az ember gondolhatta volna.

A réz várható áralakulásának megítélésében döntő szerep jut a B görbének. Az 1–14 ordinátákra átlagértékeket raktunk fel: a 14. ordinátán 1965–1968 évek rézárának átlaga, a 13. ordinátán 1960–1968 évek rézárának átlaga, a 12. ordinátán 1955–1968 évek rézárának átlaga stb szerepel, míg végül az 1. ordinátán 1900–1968 évek rézárának átlaga látható. Azt kellett tapasztalni, hogy kb. a 11. ordinátáig kellett visszamenni (P), hogy azután már a görbe konszolidálódjék. Ezt a konszolidált B görbét kell meghosszabbítanunk, hogy a réz árának várható alakulásáról megbízható képet kapjunk. Az a felfogásunk ugyanis, hogy a B görbe konszolidált szakasza nem változhat meg egyik évről a másikra. Lehet, hogy emelkedő tendenciáját stagnálás, majd depresszió követi, de ehhez több évre, nyugodtan mondhatjuk évtizedekre van szükség. Persze lehet az, hogy közben a B görbe a tendencia szakaszán belül hullámzást mutat.

Úgy gondoljuk, hogy a B görbe megbízhatóbb, mint a fent említett regressziós egyenes, de egyben az is a véleményünk, nehezen képzelhető el ennél megbízhatóbb prognózisalap rövidebb távon (10–15 év).

A grafikusan kiegyenlített C görbe fordított értelemben ugyanolyan jellegű görbe, mint a B görbe. Rövidebb távra nem lehet a prognózis alapja, de nagyobb távra feltétlen. Rövidebb távra csak a görbe tendenciája a lényeges. Az emelkedő tendencia kedvező prognózist ígér.

Különösen a B görbét szemlélve a 8–11, de a 8–14 intervallumok alapján nehezen képzelhető el, hogy a B görbe hirtelen átmenjen a stagnálás, de különösen a süllyedés fázisába. Természetesen, azon lehet vitatkozni, hogy a $P' - P''$ szakasz mennyire megbízható, de emberi számítás szerint nem valószínű az, hogy hirtelen letörés következék be, mert ez merőben ellenkezik a B görbe természetével.

A fentiek alapján megállapítható, hogy 1975 és 1985 között a réz árának átlaga a legnagyobb valószínűség szerint nem lesz kisebb 1200 dollár/t-nál (európai dollár).

Ismeretes, hogy az alapberuházási költséget az alábbi formában fejezhetjük ki:

$$K_A = Aq^\mu,$$

ahol q a termelési kapacitás (10^6 t/év), a μ kitevő pedig kisebb az egységnél, azaz a függvény degresszív jellegű.

Hasonlóan fejezhető ki az évi termelési költség is:

$$K_B = Bq^r,$$

ahol $r < 1$.

Most már a megtérülési idő az alábbi formában is megadható:

$$t = \frac{Aq^\mu}{0,01c_1c_2aq(k_r f - k_k) - Bq^r},$$

ahol c_1 az előkészítés, c_2 pedig a kohósítás kihozatali tényezője, a az érc réztartalma % -ban, k_k a kohósítás fajlagos költsége (Ft/t), f az átszámítási kulcs (Ft/doll.).

Az érc fajlagos termelési költsége:

$$k_B = \frac{Bq^r}{q} = Bq^{r-1}$$

Ennek megfelelően:

$$k_B = 0,01c_1c_2a(k_r f - k_k) - \frac{A}{tq^{1-\mu}}.$$

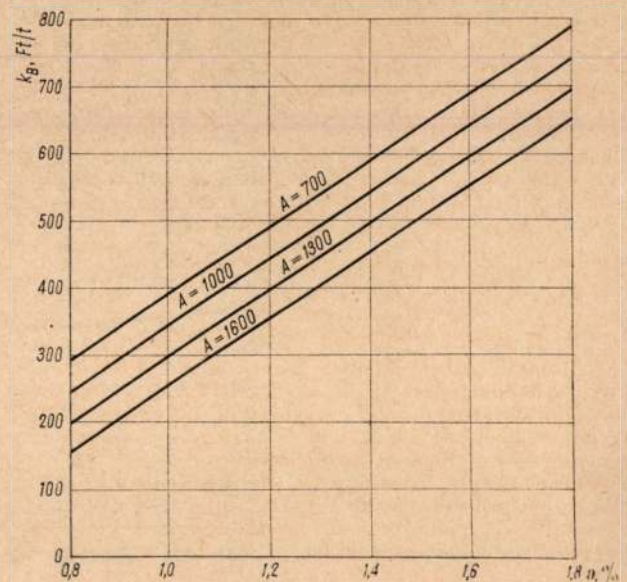
A k_B fajlagos termelési költséget tehát egy többváltozós függvény írja le. Ezzel tulajdonképpen a kitűzött célunkat el is értük. Ugyanakkor azonban az is igaz, hogy egy ilyen függvény nehezen áttekinthető. Ezt a nehézséget kiküszöbölhetjük, ha azokat a változókat konstanssá tesszük, amelyeknek változása előreláthatólag alárendelt lesz, illetve amelyek előre rögzíthetők.

Azok a változók, amelyeknek várható változása a többihez viszonyítva alárendelt, a következők: c_1 , c_2 . Azok, amelyeknek változása részben kisebb-mérvű és részben előre rögzíthető: k_r , f , k_k , μ . Azok, amelyek előre rögzíthetők: t , q .

A c_1 és c_2 az előfordulás jellegének ismeretében eléggé megbízhatóan kalkulálható. Esetünkben legyen $c_1 c_2 = 0,84$. Az előzők alapján $k_r = 1200$ doll/t és legyen $f = 60$. A k_k értéke általában tapasztalati adat, legyen $k_k = 13000$ Ft/t. A μ kitevő 0,8-ra tehető. Értéke igen sok adat regressziós feldolgozása alapján volt rögzíthető. A t értéke megállapítás kérdése. Például rögzíthető, hogy a beruházási költség 5 év alatt térüljön meg. A termelési kapacitás (q) az ide vonatkozó optimalizációs vizsgálatok elvégzése után rögzíthető: így legyen esetünkben $q = 4 \cdot 10^6$ t/év.

A megfelelő értékek behelyettesítése után:

$$k_B = 496a - 0,152A.$$



2. ábra

Így kétváltozós függvényre jutottunk, amelynek szemléltetése már nem okoz gondot (2. ábra).

Például legyen $a=1,4\%$ és $A=1300$. Így $k_B=497\approx 500$ Ft/t. Ez azt jelenti, hogy ilyen fajlagos termelési költség mellett 5 év alatt a beruházási költség megtérül.

A $k_B=\varphi(c_1, c_2, a, k_r, f, k_k, A, \mu)$ függvényben az egyes változók adott esetben kalkuláció, vagy más módon meghatározhatók. Ezek a meghatározások bizonytalansággal terheltek. A t és q bizony-

talanságát nem tekinthetjük, hiszen ezeket megválasztottuk.

Legyenek az egyes értékek és a hozzájuk rendelt meghatározási bizonytalanságok (középphibák) a következők: $c_1 c_2=0,84\pm 2\%$; $a=1,4\pm 8\%$; $k_r=1200\pm 7\%$; $f=60\pm 5\%$; $k_k=13\ 000\pm 3\%$; $A=1300\pm 10\%$; $\mu=0,8\pm 5\%$.

A fajlagos termelési költség bizonytalansága az alábbi ismert formula szerint fejezhető ki:

$$\sigma_{k_B} = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial k_B}{\partial c_1 c_2} \sigma_{c_1 c_2}\right)^2 + \left(\frac{\partial k_B}{\partial a} \sigma_a\right)^2 + \left(\frac{\partial k_B}{\partial k_r} \sigma_{k_r}\right)^2 + \left(\frac{\partial k_B}{\partial f} \sigma_f\right)^2 + \left(\frac{\partial k_B}{\partial k_k} \sigma_{k_k}\right)^2 + \left(\frac{\partial k_B}{\partial A} \sigma_A\right)^2 + \left(\frac{\partial k_B}{\partial \mu} \sigma_\mu\right)^2} \quad (1)$$

A differenciálások elvégzése és behelyettesítés után

$$\sigma_{k_B} = \pm \sqrt{0,01^2 \cdot a^2 \cdot c_1^2 c_2^2 [(k_r f - k_k)^2 (0,02^2 + 0,08^2) + f^2 k_r^2 (0,07^2 + 0,05^2) + k_k^2 \cdot 0,03^2] + \frac{A^2}{t^2} q^{2\mu-2} [0,08^2 + (\ln q)^2 \mu^2 \cdot 0,05^2]} \quad (2)$$

A megfelelő értékek behelyettesítése után a következő numerikus értéket kapjuk:

$$\sigma_{k_B} = \pm 94 \text{ Ft/t.}$$

A relatív hiba

$$\sigma_{k_{B,r}} = \pm \frac{9400}{500} = \pm 18,8\%$$

Hírek

Újabb racionalizálási eredmények a Német Szövetségi Köztársaság (NSZK) szénbányászatában

Az NSZK szénbányászata 1968. évi 8%-os teljesítménynövekedésével az iparágak élcsapatába került. A Steinkohlenbergbauverein jelentése szerint a tárgyi évben a földalatti teljesítmény 3526 kg értékesíthető szén volt fejenként és műszakonként, sőt decemberben 3700 kg felett volt. A fejtések átlagos termelése az előző évi 591 tonna/nap értékről 676 tonnára emelkedett. A Ruhrvidék lapos telepeiben már az 1000 tonna/nap határt is elérték, sőt a napi teljesítmény a teljesen gépesített fejtésekben, amelyeknél a jövesztés, elszállítás és a tömédékelés mellett a biztosító elemek előretolása is gépesítve van, 1200 tonna/nap fölé emelkedett.

Igen jó eredményeket várnak a hidromechanikus jövesztéstől, amelynél nagy nyomású vízszárral lazítják meg a szénfalat. Előkészületek folynak két hidromechanikus üzemrés kialakítására, amelyek 1000—1200 tonna/nap termelést fognak adni.

Tekintve, hogy a jövesztési munkák gépesítése ennyire előrehaladt, most már törekvések vannak a gépkihasználati fok növelésére.

A szilikózis megbetegedések ebben az évben tovább csökkentek és a bejelentésköteles balesetek száma is 9,3%-kal kevesebb volt az előző évhez képest.

(Eur. Inform. büro für Kohlenfragen, 7. k. (1969) 15. sz. p. 7.)

H. F.

Televíziós készülékek mélyfúrásokhoz

A Mobiloil kutató laboratórium (Dallas, USA) televíziós készüléket fejlesztett ki, amellyel a fúróluk falán az egy milliméternél kisebb repedéseket észlelni lehet. A kérdéses repedéseknek az olaj- és gáztároló rétegek megismerése szempontjából van jelentősége.

A készülék abban az esetben is kifogástalanul működik, ha a fúróluk olajjal, vagy iszappal fel van töltve. A működési elv hanghullámok érzékelése, amelyek a fúrólukfal egyenetlenségét mutatják. Így a repedések nagyságát, helyzetét és irányát le lehet tapogatni és azt egy televíziós képhez hasonlóan ábrázolni.

A készülék egy 3,6 m hosszú cső, amelynek felhúzásakor a letapogató lencse lassú forgásban van. Hétfő óra alatt kb. 750 m fúróluk-hosszat lehet így fényképezni. A készülék által felvett jelek rögzítése a külszínen történik.

A készülékbe beépített kompasz lehetővé teszi a repedések tájolását. Az eredmények felrajzolása természetesen a fúrólukhoz képest csökkentett léptékben történik.

(Bergbauwiss., 16. k. (1969) 3. sz.)

H. F.

Áramtermelés Olaszországban mélyfúrásokból nyert gőzzel

Az energiaforrásokban általában szegény Olaszországban, Rómától alig 250 km-re északra, Lardorello közelében geotermikus energiát használnak elektromos áram előállítására.

A kérdéses terület, kb. 200 km² és a tömött agyagtakaró alatt tárolódó endogen folyadék 500—1500 m-es fúrásokkal tárható fel. Az endogen folyadék összetétele fúrásoként különböző, de általában 95% túlhevített gőzt és kb. 4% CO₂-t tartalmaz. A nyomás a fúrólukoknál 4—11 at és a hőmérséklet 150—240 °C.

Az endogen gőzfejlődés eredetét magmatikusnak tartják. Ezt izotópos vizsgálatok is valószínűvé teszik.

1967-ben a Lardorello geotermikus területről több, mint 180 fúrólukból 30 millió tonna endogen folyadékot termeltek. Ezt 130 km csővezetéken, 13 geotermikus erőműhöz vezették, amelyekben 2,6 milliárd kWó áramot állítottak elő.

További fúrások mélyítésével — főleg a peremterületeken — az elkövetkező években az áramtermelést 3 milliárd kWó-ra akarják emelni.

Az olasz példa nyomán más országokban is megkezdtek a geotermikus energiaforrások kihasználását, így Új-Zeelandban, Japánban és az USA-ban.

(Mont. Rdsch., 17. k. (1969) 3. sz.)

H. F.