BÁNYÁSZATI LAPOK
AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET FOLYÓIRATA
100. évfolyam 6. szám 1967. június

A bányaüzemek korszerű költségelemzéséről

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)

A bányaüzem költségeinek korszerű elemzése a költségfüggvényen nyugszik. A költségfüggvény lehet egy- vagy kétváltozós: $K=\varphi(q)$ és $K=\psi(q, L)$, amikor K egy bizonyos időegységben (hó, év) jelentkező költség, q ugyanazon időegység termelési mennyisége, L pedig a bányaüzem kiterjedésére jellemző átlagos mozgatási távolság. Ha a regressziós függvény alakja: $K=bq^{\nu}$, illetve $K=bq^{\nu}L^{\omega}$, akkor az ún. állandó költség nem abszolút értelemben, hanem csak relatíve állandó.

A szerző arra a következtetésre jut, hogy a hagyományos vizsgálati módszer nehézkes és költséges, a regressziós függvény viszont mindenkor objektív, hű képet ad az üzem gazdálkodásáról, menetéről.

A bányaüzemek fajlagos termelési költsége (Ft/t) egymagában is értékes mutatószám, a fajlagos termelési költségek sora jó kifejezője az üzem menetének. A költségek alakulásának behatóbb vizsgálata azonban már azt is megkívánhatja, hogy a költségek összetevőinek részaránya felől is tájékozódjunk. Régi törekvés a bányászatban például az, hogy az ún. *állandó költségeket* elválasszák az ún. *változó költségektől.*

Elvileg állandónak tekintik azt a költséget, amely a termelés mennyiségétől függetlenül azonos marad. A bányaüzemek életét jól ismerő szakemberek is csak nehezen tudnának azonban olyan költségfajtákat vagy költséghelyeket megnevezni, amelyekre a fenti megfogalmazás egyértelműen és maradéktalanul ráillik. Ezért inkább esetleg csak relatív, viszonylagos állandó költségről lehetne beszélni. Természetesen ez az általános megfogalmazás egymagában még nem sokat mond.

Induljunk ki abból, hogy ismeretes egy

$$K=\varphi(q)$$

függvény, amikor K jelenti a termelési költséget (Ft/hó, vagy Ft/év), q pedig a kitermelt mennyiséget (t/hó vagy t/év).

Az *1. ábrán* a $K=\varphi(q)$ függvény képét láthatjuk. A görbén a pontot mozgató vektor, $\bar{v}$ irányát és támadási pontját folyton változtatja. A P_1 pontban a vektor támadási pontját q_1 és K_1 koordináták határozzák meg, irányát a

$$\operatorname{tg} \alpha_1=\frac{K_{12}}{q_1}$$

iránytangens jellemzi. Hasonlóképpen adható meg a vektor helyzete a P_2 pontban is.

Ha a $K=\varphi(q)$ függvény

$$K=bq$$

formában adható meg, akkor a költség a termelt mennyiséggel részarányosan változik, ún. állandó költség nincs. Ilyen esetet a gyakorlat nem ismer.

Ha a $K=\varphi(q)$ függvény a

$$K=bq+c$$

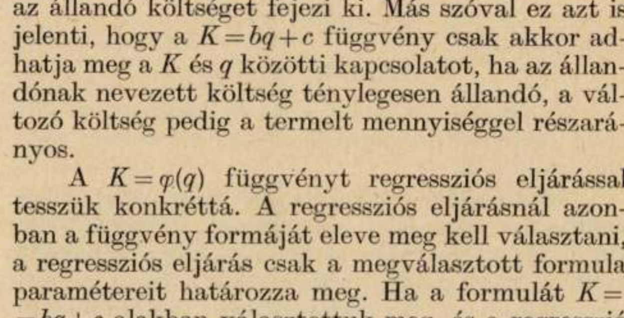
alakot veszi fel, akkor c minden kétséget kizáróan az állandó költséget fejezi ki. Más szóval ez azt is jelenti, hogy a $K=bq+c$ függvény csak akkor adhatja meg a K és q közötti kapcsolatot, ha az állandónak nevezett költség ténylegesen állandó, a változó költség pedig a termelt mennyiséggel részarányos.

A $K=\varphi(q)$ függvényt regressziós eljárással tesszük konkréttá. A regressziós eljárásnál azonban a függvény formáját eleve meg kell választani, a regressziós eljárás csak a megválasztott formula paramétereit határozza meg. Ha a formulát $K=bq+c$ alakban választottuk meg, és a regresszió ilyen formula mellett is elfogadható szorosságot biztosít, akkor a c-érték is elfogadható mértékben adja vissza az állandó költséget, ilyenkor ténylegesen beszélhetünk állandónak nevezhető költségről, meghatározásának pontossága pedig függvénye a regresszió szorosságának.

Megválaszthatjuk a regressziós függvényt (1. ábra)

$$K=bq^{\nu}$$

formában is. A pontot mozgató vektor iránya eb-



1. ábra

ben az esetben változik, a pont helyét a K és q koordináták határozzák meg. A vektor irányát kifejező iránytangens:

$$\mathrm{tg}\,\alpha=\frac{\mathrm{d}K}{\mathrm{d}q}=\nu bq^{\nu-1}.$$

A P_1 pontban $\mathrm{tg}\,\alpha_1=\nu bq_1^{\nu-1}$,

a P_2 pontban $\mathrm{tg}\,\alpha_2=\nu bq_2^{\nu-1}$.

Így már a P_1, illetve P_2 pontokhoz tartozó állandó jellegűnek nevezett költség (K_{11}, illetve K_{21}) is kifejezhető:

$$K_{11}=K_1-q_1\,\mathrm{tg}\,\alpha_1=bq_1^{\nu}-q_1\nu bq_1^{\nu-1}=(1-\nu)bq_1^{\nu}$$

illetve

$$K_{21}=K_2-q_2\,\mathrm{tg}\,\alpha_2=bq_2^{\nu}-q_2\nu bq_2^{\nu-1}=(1-\nu)bq_2^{\nu}.$$

Képezzük a $\frac{K_{11}}{K_1}=X_1$

illetve a $\frac{K_{21}}{K_2}=X_2$ viszonyt:

$$X_1=1-\nu$$
$$X_2=1-\nu$$

illetve százalékosan kifejezve:

$$X_1\%=100\,(1-\nu)$$
$$X_2\%=100\,(1-\nu)$$

azaz általában

$$X\%=100\,(1-\nu).$$

Ez azt jelenti, hogy a $K=bq^{\nu}$ regressziós formula esetében *az állandónak nevezett költség részaránya állandó.*

Az állandónak nevezett költség részarányának pontossága függvénye a regresszió szorosságának. Ha elvileg a regresszió szorossága teljes (a halmaz minden egyes pontja rajta fekszik a $K=\varphi(q)$ görbén), akkor az $1-\nu$ részarány abszolút pontossággal adja vissza az állandónak nevezett költség részarányát. Természetesen a valóságban a korrelációs index (r) mindig kisebb az egységnél. A korrelációs index birtokában a várható bizonytalanság is kifejezhető, azaz megadható két határ, amelyek közé esik a valóságos c-, illetve X-érték (c_t, ill. X_t):

$$c\,|r|<c_t<c(2-|r|),$$

illetve

$$1-\nu\,|r|<X_t<1-\nu(2-|r|).$$

Ha például $\nu=0{,}6$ és $r=\pm\,0{,}95$, akkor a valóságos X_t érték 0,43 és 0,37 értékek közé eshet.

A $K=bq^{\nu}$ függvényalak esetében a változónak nevezett rész

$$K_{12}=\nu bq_1^{\nu}$$
$$K_{22}=\nu bq_2^{\nu},$$

a változónak nevezett költség részaránya pedig állandó:

$$Y_1=Y_2=Y=\nu,$$

illetőleg

$$Y_1\%=Y_2\%=Y\%=100\nu.$$

A fentiekből következik, hogy $X+Y=1$.

Természetesen ezeknek az értékeknek megbízhatósága a korrelációs index (r) függvénye.

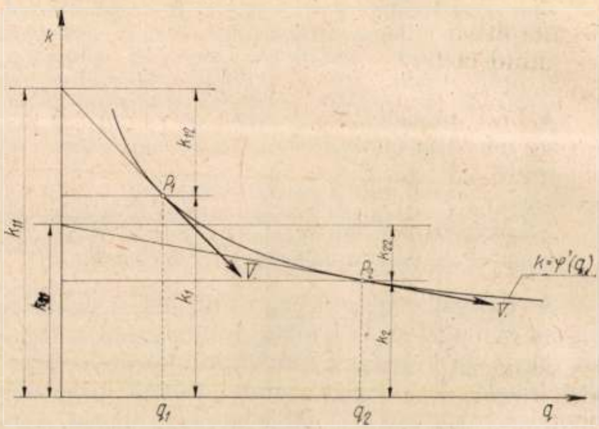
Térjünk rá a fajlagos költség vizsgálatára. Ha a $K=\varphi(q)$ függvény $K=bq$ formában lenne megadható, akkor a fajlagos költség állandó lenne: $k=b$. Ha $K=\varphi(q)$ a $K=bq+c$ alakot veszi fel, akkor a fajlagos költség $k=b+\frac{c}{q}$ függvény szerint alakul, azaz egy állandó részből (b) és egy hiperbola szerint csökkenő részből $\left(\frac{c}{q}\right)$ tevődik össze.

Végül legyen a függvény alakja $K=bq^{\nu}$, azaz a fajlagos érték:

$$k=bq^{\nu-1}$$

A *2. ábra* szerint a görbén a pontot mozgató vektor irányát folytonosan változtatja, a változó iránytangens:

$$\mathrm{tg}\,\alpha=\frac{\mathrm{d}k}{\mathrm{d}q}=(\nu-1)q^{\nu-2}$$



2. ábra

A P_1, illetve a P_2 pontokhoz tartozó k_{11} és k_{21} értékek kifejezhetők:

$$k_{11}=k_1+k_{12}=bq_1^{\nu-1}+(1-\nu)q_1bq_1^{\nu-2}=(2-\nu)bq_1^{\nu-1}$$

$$k_{21}=k_2+k_{22}=bq_2^{\nu-1}+(1-\nu)q_2bq_2^{\nu-2}=(2-\nu)bq_2^{\nu-1}$$

Képezzük a $\frac{k_{11}}{k_1}$ és $\frac{k_{21}}{k_2}$ viszonyt:

$$x_1=x_2=2-\nu.$$

Általában

$$x=2-\nu.$$

Ugyancsak kifejezhető a k_{12}, illetve k_{22} értéke is:

$$k_{12}=(1-\nu)q_1^{\nu-1}$$

$$k_{22}=(1-\nu)q_2^{\nu-1}$$

Az arányok pedig

$$y_1=y_2=1-\nu,$$

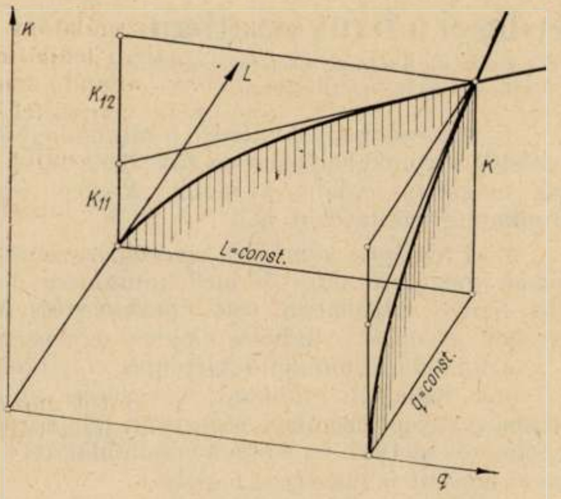
általában

$$y=1-\nu.$$

A fentiekből következik, hogy

$$x-y=1.$$

Elmondható, hogy a fajlagos költség is két részből tevődik össze: az egyik a képzetes állandó rész, a másik a változó rész. A változó rész a q monoton növekedésével monoton csökken. Most is



3. ábra

megállapítható, hogy mind a képzetes állandó résznek, mind pedig a változó résznek a fajlagos költséghez viszonyított aránya állandó.

A bányaüzemek kétváltozós regressziós költségfüggvénye is előállítható. A másik változó az aknamező súlyozott átlagos szállítási, mozgatási távolsága: L.

A kétváltozós függvényalak a következő:

$$K = bq^{v}L^{\omega}$$

A függvény változásának vizsgálata az előzők szerint történik, ha L állandó vagy közel állandónak tekinthető. Ha a vizsgálat viszonylag rövid távlatra vonatkozik, például csak egy-két évre előre, akkor az L állandónak tekinthető.

Gyakoribb azonban az az eset, amikor a termelés mennyisége tekinthető állandónak, az átlagos mozgatási távolság ellenben folytonosan növekszik vagy csökken. A vizsgálat módszere a lényeget illetően ebben az esetben sem változik. Egyszerűen belátható ugyanis, hogy a mozgatási költség állandó részének részaránya most is állandó ($1 - \omega$), a változó rész részaránya pedig ω. Ha tehát a termelési mennyiség változatlansága mellett az átlagos mozgatási távolság növekszik, az összefüggések birtokában könnyen megbecsülhető a költségben előálló növekedés *(3. ábra)*.

Az elmondottak áttekinthetősége kedvéért vezessük végig az alábbi számpéldát.

Az Oroszlányi Szénbányák területéről az 1959—65. években a III., XVI., XVII., XVIII., XIX., XX. az 1961—65. években pedig az XXI. aknaüzemek 47 adatát gyűjtöttük ki. A 47 adathármas az évi termelt mennyiséget, a hozzátartozó évi költséget és a súlyozott mozgatási átlagtávolságot tartalmazta.

Hasonló üzemekről lévén szó, a 7 üzem adatait egy közös regresszióba vontuk és eredményül kaptuk:

$$K = 1{,}125\, q^{0{,}619},$$

ahol K az üzemi költség (10^6 Ft/év), q a termelt mennyiség (10^3 t/év). A korrelációs index $r = \pm 0{,}96$.

A felsorolt üzemekre jellemző költségfüggvényből azonnal megállapítható, hogy az állandónak nevezett költség részaránya 38,1%. A két szélső határ: 41,6%, illetve 35,6%.

Az adatok birtokában levezethető volt az említett üzemek kétváltozós regressziós költségfüggvénye is:

$$K = 1{,}163\, q^{0{,}611}\, L^{0{,}053},$$

ahol L a súlyozott átlagos mozgatási távolságot jelenti (km).

Megállapítható, hogy a szóban forgó üzemekben a vizsgálati időben az átlagos mozgatási távolságnak szerepe nem jelentős, mert az L kitevője viszonylag közel áll a nullához, más szóval ez azt jelenti, hogy ebben az időben a mozgatási költség túlnyomó többsége (94,7%) állandónak nevezhető költség. Ha a termelés mennyisége változatlan szinten marad, akkor az átlagos mozgatási távolság növekedése esetén a költségnövekedés előre kalkulálható. Például 20%-os növekedés esetén a költség $1{,}2^{0{,}053} \cdot 100 = 101\%$-ra emelkedik csak fel.

A költségfüggvény, akár egyváltozós: $K = \varphi(q)$, akár kétváltozós: $K = \psi(q, L)$, az üzem lényeges kérdéseire feleletet tud adni. Nincs különösebb szükség tehát arra, hogy fáradságos és költséges munkával próbáljuk szétválasztani az ún. állandó költséget a változótól. Nem beszélve arról, hogy olyan eljárásnak, amely természetszerűleg sok szubjektív elemet tartalmaz, eleve nem lehet helye egy megbízható gazdasági elemzésben. Arra kell ellenben törekedni, hogy minden üzemnek legyen meg a hozzáértéssel elkészített regressziós költségfüggvénye. Ez a költségfüggvény a hozzáértő szemében az üzem gazdálkodásáról, menetéről ridegen objektív képet ad.

IRODALOM

Dr. Zambó J.: Bányaüzemek állandó és változó költségeiről. Bányászati Lapok, 1964. 5. sz. p. 297—301. Telepítéselmélet a bányászatban. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1966. p. 154.

KÜLFÖLDI KIKÜLDETÉSEK

1967. március hónapban a Nehézipari Minisztérium területéről az alábbi bányászati vonatkozású, hivatalos külföldi kiküldetések történtek:

A Német Demokratikus Köztársaság VEB Starkstrom-Anlagenbau Cottbus és VEB Starkstrom Anlagenbau Erfurt vállalatainál konzultált a nagyteljesítményű szállítószalagok energiaellátása, vezérlőberendezések és aknaszállítógépek automatizálása tárgyában *Bercsényi János* igazgató, *Szüts Lajos* gépész szakági főmérnök és *Both Zoltán* villamos szakági főmérnök (Bányászati Tervező Intézet). A konzultáció után a német fél kirándulás keretében bemutatta a Welsow-Süd vállalatnál működő központi vezérlésű szalagberendezést és a Schwarze Pumpe külfejtés különféle automatizálási berendezéseit. A magyar szakértők kérésére a Lipcsei Vásár területén több, tájékozódó jellegű megbeszélést is biztosítottak, amely a kölcsönös előnyökkel járó műszaki, tudományos és kereskedelmi együttműködés kibővítését célozta.

Az 1967. évi tavaszi lipcsei vásárt tekintette meg *Dobos György* vezérigazgató (Magyar Alumíniumipari Tröszt), *Szabó Tibor* osztályvezető (Alumíniumipari Kereskedelmi Vállalat), *Honvári Kálmán* műszaki főelőadó (NIM, Bányászati Műszaki Főosztály).

(Folytatás a 374. oldalon)