

A keresztvágatrendszer megválasztásáról

D. R. ZAMBÓ JÁNOS okl. bányamérnök, a műszaki tudományok doktora, Kossuth-díjas egyetemi tanár
(Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc)

Д-р Замбо Янош, горный инженер, профессор университета, доктор технических наук:
О ВЫБОРЕ СИСТЕМЫ КВЕРШЛАГОВ

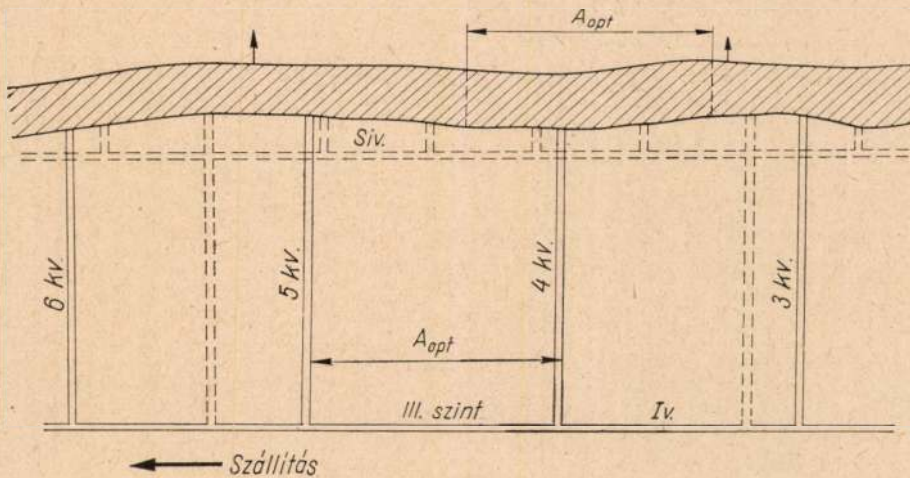
Prof. Dr. Berging. János Zambó :
Über die Wahl des Querschlagsystems

Dr. János Zambó, M. E., Univ. Prof. :
About the choice of the cross cut system

Dr. János Zambó, ingénieur des mines, prof. d'université :
Sur le choix du système des travers bannes

A szintműveléses rendszerben irányvágatok és keresztvágatok valamilyen rendszere tárja fel a szintező ásványvagyont. Ez a szintes vágatrendszer alkalmazkodik az ásványelőfordulás jellegéhez, térbeli helyzetéhez. A vágatrendszer kialakítása, megtervezése közben problémák merülhetnek fel. Ilyenek a következők: milyen távolságra legyenek egymástól az irányvágatokból induló keresztvágatok, a keresztvágatok hogyan helyezkedjenek el saját mezőjük határaihoz viszonyítva. Ezekkel a kérdésekkel már korábban foglalkoztunk.

Az előbbi két problémán túlmenően másirányú vizsgálat is szükségessé válhat. Az 1. ábra vázol fel egy olyan problémát, amellyel érdemes foglalkozni.



1. ábra

A fedőben vagy a feküben kihajtott irányvágatból (iv) keresztvágatokkal (kv) tárjuk fel az előfordulást. Minden keresztvágathoz tartozik egy keresztvágati mező a szintezőben. Lehetséges azonban olyan megoldás is, amelyet a szaggatva rajzolt feltárórendszer mutat. Eszerint a keresztvágatok távolsága megnövekszik, a közvetlen feküben vagy fedőben azonban segédírányvágatot (siv) kell kihajtani, amelyből a segédkeresztvágatok indulhatnak ki.

El kell dönteni, hogy adott esetben melyik feltárási rendszer előnyösebb, a keresztvágati rendszer vagy a segédkeresztvágati rendszer.

Abból az alapvető elvből indulunk ki, hogy mind a két rendszerben a mezők kiterjedése a legkedvezőbb.

A keresztvágati rendszer optimális csapásmenti kiterjedésével már foglalkoztunk [1. 266. o.], így elégséges csak a legfőbb vonásokat rögzíteni.

A csapásmenti kiterjedéssel összefüggő összköltség az alábbiak szerint fejezhető ki:

$$K = A^2 BM\gamma\zeta \left\{ \omega \Sigma cr_{iv} k_{iv} + \frac{\omega^2}{2} \Sigma cr_{cb} k_{cb} + \frac{(1-\omega)^2}{2} \Sigma cr_{cj} k_{cj} \right\} + ABM\gamma\zeta l_{kv} \Sigma cr_{kv} k_{kv} + D_{kv}$$

Az 1 t-ra eső fajlagos költség pedig:

$$k = A \left\{ \omega \Sigma cr_{iv} k_{iv} + \frac{\omega^2}{2} \Sigma cr_{cb} k_{cb} + \frac{(1-\omega)^2}{2} \Sigma cr_{cj} k_{cj} \right\} + l_{kv} \Sigma cr_{kv} k_{kv} + \frac{D_{kv}}{ABM\gamma\zeta}$$

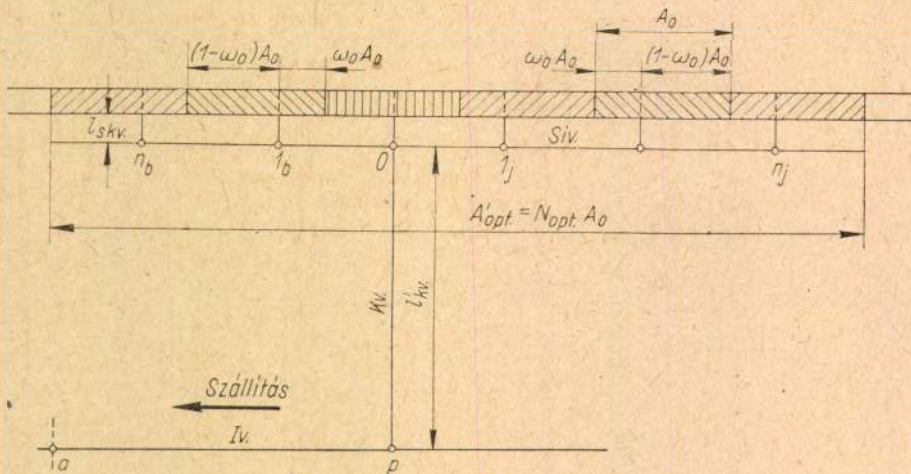
Ebből az optimális csapásmenti kiterjedés szélsőérték keresés révén már megoldható :

$$A_{opt} = \sqrt{\frac{D_{kv}}{BM\gamma\zeta} \frac{2}{2\omega\Sigma cr_{iv} k_{iv} + \omega^2\Sigma cr_b k_{cb} + (1-\omega)^2\Sigma cr_{cj} k_{cj}}}$$

Gyakorlatilag ez az összefüggés a keresztvágatok legkedvezőbb távolságát is kifejezi.

Természetesen az előfordulást gyakorlatilag szabályosnak tételeztük fel, amikor A a csapásmenti, B a dőlésmenti kiterjedést jelenti, M az átlagos valódi vastagság, γ a térfogatsúly, ζ a kitermelhetőségi együttható, l_{kv} a keresztvágat hossza. Az ω , c , r és k jelölések értelmezése tekintetében utalnunk kell korábbi vizsgálatunkra [1. 122. o.). Az ω és az $1-\omega$ a keresztvágatmező két szárnyának legkedvezőbb arányát fejezi ki. Az egyik szárny hossza úgy aránylik a másik szárny hosszához, mint ω aránylik az $1-\omega$ -hoz. Az ω mindig arra a szárnyra vonatkozik, amelyik irányban az irányvágaton (iv) a szállítás folyik. A Σcrk kifejezések mt-ra vonatkoztatva fejezik ki a bányaszállítás, a személyközlekedés, a légellátás, a fenntartás, az energiaveszteségek, esetleg a vízemelés fajlagos költségét az irányvágaton (iv), a csapásmenti fejtési vágatokban a baloldalon (cb) és a jobboldalon (cj), valamint a keresztvágatban (kv).

Ugyancsak szabályos előfordulást feltételezve, keressük most meg az egy keresztvágathoz tartozó legkedvezőbb csapásmenti kiterjedést, de most már a segédkeresztvágat-rendszerben a 2. ábrán látható séma alapján.



2. ábra

Minden egyes segédkeresztvágathoz tartozik egy optimális kiterjedésű mező. Legyen ennek csapásmenti kiterjedése A_0 , melyet a már felírt összefüggéssel határozhatunk meg. Természetesen ebben az esetben a D_{kv} a segédkeresztvágat beruházási költségét jelenti, az iv index pedig a segéd-irányvágatra (siv) vonatkozik.

A keresztvágat (kv) folytatásában levő segédkeresztvágat mezője a 0-ás mező. A szállítás irányában legyen n_b , a másik irányban n_j számú mező.

Lényegében a keresztvágathoz tartozó optimális csapásmenti kiterjedéshez akkor juthatunk el, ha megadjuk a segédkeresztvágatok mezőinek optimális számát. Felírhatók az alábbi összefüggések :

$$\begin{aligned} n_b + n_j + 1 &= N \\ n_b &= \omega' N \\ n_j &= (1 - \omega') N \end{aligned}$$

Írjuk fel azoknak a költségeknek az összegét, amelyek a csapásmenti kiterjedéssel összefüggésben vannak és a teljes lefejtés időtartamára vonatkoznak :

$$\begin{aligned} K &= A_0^2 BM\gamma\zeta \left\{ N \left(\frac{1}{2} + \omega' N \right) \Sigma cr_{iv} k_{iv} + \left[\left(\frac{1}{2} + \omega_0 \right) \omega' N + 1 + 2 + \dots + \omega' N - 1 \right] \Sigma cr_{sivb} k_{sivb} + \right. \\ &+ \left[\left(\frac{1}{2} + \omega_0 \right) (1 - \omega') N + 1 + 2 + \dots + (1 - \omega') N - 1 \right] \Sigma cr_{sivj} k_{sivj} + \\ &+ \frac{N-1}{2} \left[\omega_0^2 \Sigma_0 cr_{cb} k_{cb} + (1 - \omega_0)^2 \Sigma_0 cr_{cj} k_{cj} \right] + \frac{1}{4} \Sigma_0 cr_{co} k_{co} \left. \right\} + \end{aligned}$$

$$+ NA_0 BM\gamma\zeta l'_{kv} \Sigma cr_{kv} k_{kv} + NA_0 BM\gamma\zeta l_{skv} \Sigma cr_{skv} k_{skv} + D'_{kv} + NA_0 k_{bsiv} + Nl_{skv} k_{bskv}$$

Ha azzal a gyakorlatilag megengedhető elhanyagolással élünk, hogy

$$\frac{N-1}{2} \left[\omega_0^2 \Sigma_0 cr_{cb} k_{cb} + (1 - \omega_0)^2 \Sigma_0 cr_{cj} k_{cj} \right] + \frac{1}{4} \Sigma_0 cr_{co} k_{co} \doteq \frac{N}{2} \left[\omega_0^2 \Sigma_0 cr_{cb} k_{cb} + (1 - \omega_0)^2 \Sigma_0 cr_{cj} k_{cj} \right]$$

valamint figyelembe vesszük azt, hogy két számtani sorunk is van, összefüggésünket a következő formában írhatjuk:

$$K = A_0^2 BM\gamma\zeta \left\{ N \left(\frac{1}{2} + \omega' N \right) \Sigma cr_{iv} k_{iv} + \left[\left(\frac{1}{2} + \omega_0 \right) \omega' N + \frac{\omega' N - 1}{2} \omega' N \right] \Sigma cr_{sivb} k_{sivb} + \right. \\ \left. + \left[\left(\frac{1}{2} + \omega_0 \right) (1 - \omega') N + \frac{(1 - \omega') N - 1}{2} (1 - \omega') N \right] \Sigma cr_{sivj} k_{sivj} + \right. \\ \left. + \frac{N}{2} \left[\omega_0^2 \Sigma_0 cr_{cb} k_{cb} + (1 - \omega_0)^2 \Sigma cr_{cj} k_{cj} \right] \right\} + NA_0 BM\gamma\zeta l'_{kv} \Sigma cr_{kv} k_{kv} + \\ + NA_0 BM\gamma\zeta l_{skv} \Sigma cr_{skv} k_{skv} + D'_{kv} + NA_0 k_{bsiv} + N l_{skv} k_{bskv}$$

Az összefüggés első tagja kifejezi a mozgás és mozgatás költségét az irányvágat $p - a$ szakaszán. A $\Sigma cr_{iv} k_{iv}$ kifejezés tehát erre a szakaszra vonatkozóan adja meg a bányaszállítást, a személyközlekedést, a víztelenítést, a légellátást, a fenntartást és az energiaveszteségek fajlagos költségét Ft/mt-ban.

A második és a harmadik tag a segédírányvágatban lebonyolódó mozgás és mozgatás költségét tünteti fel. A második tag a balszárnyra, a harmadik a jobbszárnyra vonatkozik.

A negyedik tagban a segédkeresztvágat-mezőkön belül lezajló mozgás és mozgatás költségei jutnak kifejezésre. A b és j indexeket értelemszerűen kell kezelni: a b -index esetünkben a rövidebb, a j -index pedig a hosszabb mezőszárnyra vonatkozik.

A legutóbbi egyenlet negyedik tagja szigorúan véve csak akkor érvényes, ha a 0-ás mezőt is ω_0 és $1 - \omega_0$ arányban osztaná fel saját segédkeresztvágata. Egyszerűen belátható, hogy az elhanyagolás nem számottevő.

Az ötödik és a hatodik tagban a keresztvágati, illetőleg a segédkeresztvágati mozgás és mozgatás költségei találhatók. D'_{kv} a keresztvágat beruházási költsége. $NA_0 k_{bsiv}$ és $N l_{skv} k_{bskv}$ a segédírányvágat, illetve a segédírányvágatok beruházási költségét fejezi ki. Ennek megfelelően a k_{bsiv} és k_{bskv} az 1 fm kihajtásra eső beruházási költséget jelentik. A segédírányvágat hossza NA_0 .

A legkedvezőbb kiterjedés meghatározása érdekében át kell térnünk a fajlagos költség kifejezésére (Ft/t). Ennek megfelelően osszuk el legutóbbi összefüggésünket $NA_0 BM\gamma\zeta$ -vel:

$$k = A_0 \left\{ \left(\frac{1}{2} + \omega' N \right) \Sigma cr_{iv} k_{iv} + \left[\left(\frac{1}{2} + \omega_0 \right) \omega' + \frac{\omega'^2 N - \omega'}{2} \right] \Sigma cr_{sivb} k_{sivb} + \right. \\ \left. + \left[\left(\frac{1}{2} + \omega_0 \right) (1 - \omega') + \frac{(1 - \omega')^2 - 1 + \omega'}{2} \right] \Sigma cr_{sivj} k_{sivj} + \frac{1}{2} \left[\omega_0^2 \Sigma_0 cr_{cb} k_{cb} + (1 - \omega_0)^2 \Sigma_0 cr_{cj} k_{cj} \right] \right\} + \\ + l'_{kv} \Sigma cr_{kv} k_{kv} + l_{skv} \Sigma cr_{skv} k_{skv} + \frac{D'_{kv}}{NA_0 BM\gamma\zeta} + \frac{k_{bsiv}}{BM\gamma\zeta} + \frac{l_{skv} k_{bskv}}{A_0 BM\gamma\zeta}$$

A továbbiakban már egyszerűen igazolható, hogy a k fajlagos költségnek akkor van szélső értéke és egyben maximuma, ha

$$A_0 \left\{ \omega' \Sigma cr_{iv} k_{iv} + \frac{1}{2} \omega'^2 \Sigma cr_{sivb} k_{sivb} + \frac{1}{2} (1 - \omega')^2 \Sigma cr_{sivj} k_{sivj} \right\} - \frac{D'_{kv}}{N^2 A_0 BM\gamma\zeta} = 0$$

Ebből a legkedvezőbb csapásmenti kiterjedés már kifejezhető:

$$NA_0 = A'_{opt} = \sqrt{\frac{D'_{kv}}{BM\gamma\zeta} \frac{2}{2\omega' \Sigma cr_{iv} k_{iv} + \omega'^2 \Sigma cr_{sivb} k_{sivb} + (1 - \omega')^2 \Sigma cr_{sivj} k_{sivj}}}$$

A kifejezésből megállapítható, hogy a segédkeresztvágati rendszerben a csapásmenti optimális kiterjedés hosszúsága adott település (B, M, γ, ζ) esetén csak a keresztvágat beruházási költségétől (D'_{kv}), az irányvágatban és a segédírányvágatban lezajló mozgás és mozgatás fajlagos költségétől függ. Látható az is, hogy a segédkeresztvágati rendszer optimális csapásmenti kiterjedését kifejező összefüggés forma szerint hasonlít a keresztvágatrendszer ugyanilyen összefüggéséhez.

Általában érvényesek az alábbi viszonyok:

$$D'_{kv} > D_{kv} \\ \Sigma cr_{cb} k_{cb} > \Sigma cr_{sivb} k_{sivb} \\ \Sigma cr_{cj} k_{cj} > \Sigma cr_{sivj} k_{sivj}$$

Ezekből az arányokból következik, hogy a segédkeresztvágat-rendszer optimális csapásmenti kiterjedése mindig hosszabb, mint a keresztvágatrendszer optimális csapásmenti kiterjedése. Ez egyébként is előrelátható volt.

Most már ismeretes mindkét rendszer optimális kiterjedése. Az összehasonlítás tehát lehetséges. Mindkét rendszerben számítjuk az optimális kiterjedéshez tartozó fajlagos költséget, és amelyik esetében ez kisebb, az lesz a helyesebb rendszer.

Az áttekintés megkönnyítése érdekében kövessünk végig egy számpéldát. Nézzük előbb a keresztvágatrendszert. A következő adatok ismeretesek: $B = 140$ m, $M = 6,2$ m, $\gamma = 1,35$ t/m³, $\zeta = 0,93$, $l_{kv} = 440$ m, $D_{kv} = 3,08 \cdot 10^6$ Ft. Statisztikai adatok alapján kalkulálhatók: $\Sigma cr_{cb} k_{cb} = 0,027$ Ft/mt, $\Sigma cr_{cj} k_{cj} = 0,024$ Ft/mt, $\Sigma cr_{iv} k_{iv} = 0,009$ Ft/mt, $\Sigma cr_{kv} k_{kv} = 0,012$ Ft/mt.

Állapítsuk meg azt az optimális arányt, amely szerint a keresztvágat a mezőt két részre osztja. A következő ismeretes képlet szerint járunk el:

$$\omega = \frac{\Sigma cr_{cj} k_{cj} - \Sigma cr_{iv} k_{iv}}{\Sigma cr_{cb} k_{cb} + \Sigma cr_{cj} k_{cj}} = \frac{0,024 - 0,009}{0,027 + 0,024} = 0,294$$

Helyettesítsünk most be az optimális csapásmenti kiterjedés képletébe:

$$A_{opt} = \sqrt{\frac{3,08 \cdot 10^6}{140 \cdot 6,2 \cdot 1,35 \cdot 0,93} \frac{2}{2 \cdot 0,294 \cdot 0,009 + 0,294^2 \cdot 0,027 + 0,706^2 \cdot 0,024}} = 537 \text{ m}$$

Végül számítsuk ki az optimális csapáshozhoz tartozó fajlagos költséget:

$$k = 537 \left(0,294 \cdot 0,009 + \frac{1}{2} 0,294^2 \cdot 0,027 + \frac{1}{2} \cdot 0,706^2 \cdot 0,024 \right) + \\ + 440 \cdot 0,012 + \frac{3,08 \cdot 10^6}{537 \cdot 140 \cdot 6,2 \cdot 1,35 \cdot 0,93} = 15,8 \text{ Ft/t}$$

Végezzük most el a számításokat a segédkeresztvágat-rendszerben. Ehhez újabb adatok szükségesek:

$l'_{kv} = 410$ m, $D'_{kv} = 3,28 \cdot 10^6$ Ft, $l_{skv} = 30$ m, $\Sigma_0 cr_{cb} k_{cb} = 0,023$ Ft/mt, $\Sigma_0 cr_{cj} k_{cj} = 0,021$ Ft/mt, $\Sigma cr_{siv} k_{siv} = 0,012$ Ft/mt, $\Sigma cr_{sivb} k_{sivb} = 0,015$ Ft/mt, $\Sigma cr_{sivj} k_{sivj} = 0,012$ Ft/mt, $\Sigma cr_{skv} k_{skv} = 0,019$ Ft/mt, $k_{bsiv} = 6000$ Ft/m, $k_{bskv} = 6000$ Ft/m.

Számítsuk előbb azt az arányt, amely szerint a segédkeresztvágat a saját mezőjét osztja, azaz:

$$\omega_0 = \frac{\Sigma_0 cr_{cj} k_{cj} - \Sigma cr_{siv} k_{siv}}{\Sigma_0 cr_{cb} k_{cb} + \Sigma_0 cr_{cj} k_{cj}} = \frac{0,021 - 0,012}{0,023 + 0,021} = 0,205$$

A segédkeresztvágathoz tartozó mező optimális csapásmenti kiterjedése pedig:

$$A_0 = \sqrt{\frac{3,0 \cdot 10^3}{140 \cdot 6,2 \cdot 1,35 \cdot 0,93} \frac{2}{2 \cdot 0,205 \cdot 0,012 + 0,205^2 \cdot 0,023 + 0,795^2 \cdot 0,021}} = 131 \text{ m}$$

Most már számítani lehet a segédkeresztvágat-rendszer optimális csapásmenti kiterjedését is. Előbb azonban itt is mutassuk ki az ω' arányt:

$$\omega' = \frac{\Sigma cr_{sivj} k_{sivj} - \Sigma cr_{iv} k_{iv}}{\Sigma cr_{sivb} k_{sivb} + \Sigma cr_{sivj} k_{sivj}} = \frac{0,012 - 0,009}{0,015 + 0,012} = 0,111$$

Az optimális kiterjedés pedig:

$$NA_0 = N \cdot 131 = \sqrt{\frac{3,28 \cdot 10^6}{140 \cdot 6,2 \cdot 1,35 \cdot 0,93} \frac{2}{2 \cdot 0,111 \cdot 0,009 + 0,111^2 \cdot 0,015 + 0,889^2 \cdot 0,012}} = 718 \text{ m}$$

Tekintettel arra, hogy gyakorlatilag egész számokkal kell dolgozni, a végleges csapásmenti kiterjedés:

$$A'_{opt} = 6 \cdot 131 = 786 \text{ m}$$

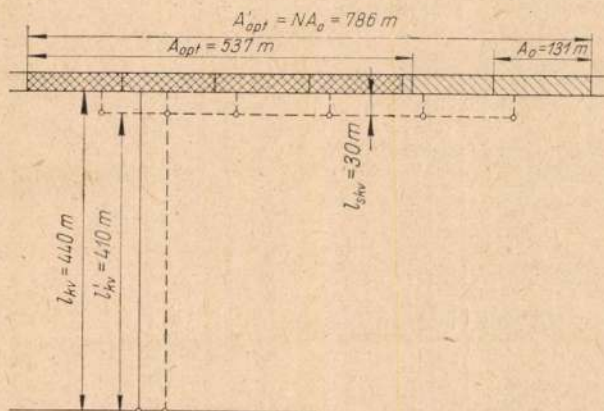
A rendszer gyakorlati kialakítását pedig a 3. ábra adja. Tartsuk ezt szem előtt és fejezzük ki a fajlagos költséget:

$$k = 131 \left\{ 1,5 \cdot 0,009 + 0,705 \cdot 0,015 + \frac{1}{4} \cdot 8,82 \cdot 0,012 + \frac{1}{2} (0,205^2 \cdot 0,023 + 0,795^2 \cdot 0,021) \right\} + \\ + 410 \cdot 0,012 + 30 \cdot 0,019 + \frac{3,28 \cdot 10^6}{786 \cdot 140 \cdot 6,2 \cdot 1,35 \cdot 0,93} + \\ + \frac{6000}{140 \cdot 6,2 \cdot 1,35 \cdot 0,93} + \frac{30 \cdot 6000}{131 \cdot 140 \cdot 6,2 \cdot 1,35 \cdot 0,93} = 23,6 \text{ Ft/t.}$$

A példában szereplő Σcrk jelzésű fajlagos költségek (Ft/mt), mint az korábbi tanulmányainkból ismeretes, függvényei a csapásmenti kiterjedésnek. Ezért fokozatos közelítésre van szükség. Kéthárom előzetes lépés után könnyen megtalálható azonban az összhang a csapásmenti kiterjedés és a Σcrk fajlagos költségek között. Az összhangot akkor találjuk meg, amikor az előzetesen felvett ω

és A -értékek nem térnek el lényegesen a hozzájuk tartozó, a velük számított optimális ω és A -értékektől. Példánkban az előző lépések hiányoznak, csak a már összehangolt Σcrk -értékek szerepelnek.

Az elvi összefüggésekből, de a gyakorlati példából is kitűnik, hogy a segédkeresztvágat-rendszer nagyobb beruházási fajlagos költségét csak akkor lehet ellensúlyozni, ha ebben a rendszerben a mozgás és a mozgítás fajlagos költségei *lényegesen kisebbek*, mint a keresztvágat-rendszerben.



3. ábra

Természetesen az előfordulás nem mindig tekinthető szabályosnak. Az összefüggéseket a csapás változása nem érinti. Szabálytalan előfordulás esetében átlagos B -értékekkel számolunk.

Mivel a

$$B = \frac{Q}{AM\gamma\zeta}$$

képletből számítható átlagos B érték függvénye Q/A értéknek, természetesen itt is figyelemmel kell lenni a fent megismert fokozatosság elvére. Ez azt jelenti, hogy az összhangnak ebben a vonatkozásban is meg kell lennie.

IRODALOM

1. Dr. Zambó János: Bányászati telepítések analitikája. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1960.
2. Klages, W.: Betrachtungen über die streichenden Baulängen in der steilen Lagerung. Bergbauwissenschaften, 1957. 11.

Meddőhányók hasznosítása a tatabányai szénmedencében

Tatabányán a több mint fél évszázados szénbányászati során felhalmozódott meddőhányók anyagának hasznosítását még 1956-ban kezdte meg a tröszt. A cél a hányóanyag 20—30%-os széntartalmának kinyerése volt. A megoldást négy éven keresztül egy rheó-csatornás mosóüzem szolgálta, mely ezen idő alatt 1 600 000 m³ meddőhányó anyagot dolgozott fel. Ezen anyagból a tröszt 1959. év végéig 660 000 t, 3200 kcal/kg fűtőértékű szenet nyert ki és adott át felhasználásra a népgazdaságnak. A termelt kétféle szemosztályból, a darabos termék gázgenerátorokban került elégetésre, a finom termék pedig hazai viszonylatban jó minőségű kazánszénként nyert értékesítést.

Azonban a rheó-csatornás eljárás közismert eléggé alacsony mosási hatások, valamint az 1959-ben életbe lépő új szénárrendszer — mely a minőségjavítást bizonyos fokig progresszív árbevétellel értékeli — parancsolóan megkövetelte, hogy a tröszt egy jobb kihozatali hatásfokú, magasabb fűtőértékű terméket előállító mosási rendszert dolgozzon ki. A külön ilyen céllal

létesített kísérleti féltüzemben sikerült kidolgozni a hányóanyag hidrociklonozási eljárást. A megoldásnál nehezítő anyagként jelentős mértékben a hányóanyagban tetemes mennyiségben meglévő homokot használták fel. A durvább szemmagyságú anyag leprítása és a finom szemtartalom részleges recirkulációja révén sikerült a trösztnél a nyers hányóanyag osztályozására egy teljesen megbízhatóan működő hidrociklonos mosót megtervezni és az addig meglévő mosóüzemet egy hónapos üzemszünet alatt az új eljárásnak megfelelően átalakítani. Az új mosómű 2 műszakos üzemen átlagosan napi 450—500 t, 4300 kcal/kg fűtőértékű szenet termel. Az új eljárás lehetővé teszi a hányóanyagban levő széntartalom 85%-ának kinyerését, ellentétben a rheó-csatornás mosóüzem 64%-os hatásfokával.

Az új üzem létesítése minimálisan 16 millió Ft évi árbevétel többletet jelent a Tatabányai Szénbányászati Trösztnek. A mosó három hónapos üzeme alatt már megtérült az új technológia alkalmazására való áttérés teljes költsége.

Reviczky F.