

Bányüzemek termelési kapacitásáról

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

A létesítendő bányüzem optimális termelési kapacitása meghatározható a fajlagos költség minimuma és a tiszta haszon maximuma alapján. Mindkét esetben történhet az értékelés kamatosítás nélkül és kamatosítással.

Kamatosítás nélküli értékelésnél a fajlagos költség minimuma és a tiszta haszon maximuma alapján számított optimális termelési kapacitás megegyezik, kamatos értékelésnél már a kétféle úton számított termelési kapacitás eltér és általában nagyobb, mint a kamatosítás nélküli eljárással nyert termelési kapacitás.

A kamatláb megválasztása döntő tényezőnek számít. A túlzott magas kamatláb megengedhetetlen torzulást hozhat létre.

Ha a kutatások alapján nyilvánvalóvá vált, hogy egy lelőhelyen Q mennyiségű kitermelhető ásványvagyron található, akkor két alapvető kérdésre kell mindenképp feleletet adni. Az egyik az, hogy az előfordulás leművelését egy vagy több bányüzemmel célszerű-e elvégezni, a másik pedig az, hogy a létesítendő bányüzemnek mekkora legyen a termelési kapacitása? Most csak azzal az esettel foglalkozunk, amikor a Q ásványvagyron egy bányüzemmel termelhető ki, tehát a Q -hoz keressük a q optimális termelési kapacitást. Természetesen lehetséges, hogy a q értékét az igény vagy az értékesítési lehetőség eleve megszabja, ilyenkor a q optimális értékének kimutatása csak összehasonlítási alappal szolgálhat.

Az optimális termelési kapacitás meghatározása alapulhat a fajlagos költség minimumán vagy a tiszta haszon maximumán. Mindkét esetben számolhatunk kamatosítás nélkül, illetve kamatosítással, amikor kamatosítás alatt kamatos kamatot értünk. Bármelyik módszert követjük, eljárásunk alapja a költségfüggvény.

A kamatosítás nélküli fajlagos költség függvényét a

$$K_B = aq^\mu$$

és

$$K_V = bq^\nu$$

költségfüggvényekből lehet levezetni, amikor K_B a beruházási költség, K_V pedig az időegységre, például egy évre eső üzemi költség. A fajlagos termelési költség tehát:

$$k = k_B + k_V = \frac{aq^\mu}{Q} + \frac{b}{q^{1-\nu}}$$

A $K_B = f_B(q)$ és a $K_V = f_V(q)$ költségfüggvényeket regressziós eljárással nyerhetjük, amikor a regresszióba tényleges adatokat vonunk be. A tapasztalat azt mutatja, hogy a megválasztott regressziós formula jó simulást biztosít. Az elvégzett vizsgálatok szerint a μ kitevő értéke 0,5–0,9 érték között, a ν kitevő pedig 0,7–0,9 érték között jelentkezik. A tapasztalat szerint a μ és ν kitevők nemcsak egy országon belül, de nemzetközileg is közel ugyanazok közel azonos jellegű előfordulások esetében. Néhány jellemző adat a kitevők értéke: a Szovjetunió szénkülféjtéseiben $\mu = 0,76$,

ugyanitt a vasérckülféjtésekben $\mu = 0,86$, az NDK külféjtéseiben már $\mu = 0,52$, azaz lényegesen kisebb. Egy országon belül egyes medencékre érvényes kitévők is számíthatók voltak [1. p. 75.] Így a Kuznyeck medence külféjtéseiben $\mu = 0,79$, a Dnyeper medence külféjtéseiben $\mu = 0,75$, más szénmedencékben összevontan $\mu = 0,69$. A mélyművelési bányüzemeknél a μ kitevő leginkább 0,8 körül mozog. A ν kitevő a külféjtésekben 0,7, mélyművelési bányüzemekben 0,8 körüli értékkel jelentkezik leggyakrabban.

A korszerű tervezés ma már aligha nélkülözheti ezeknek a kitevőknek az ismeretét. Minden országban elégséges adat áll rendelkezésre ahhoz, hogy az egyes előfordulás típusok μ és ν kitevőjét elfogadható módon meg lehessen határozni regressziós eljárással. Amíg a μ és ν kitevők az idő függvényében nem változnak, addig az a és b együtthatók már nem időállóak, összefüggnek az általános inflációval, ezért folytonos kiigazításra szorulhatnak. A együtthatók megállapítása bármelyik időpontban viszonylag egyszerűen végezhető el, ha az időálló kitevők ismeretesek. Egy meghatározott q_0 értékhez kalkulálni kell a $K_{B,0}$ illetve $K_{V,0}$ értékeket, és így

$$a = \frac{K_{B,0}}{q_0^\mu} \quad \text{és} \quad b = \frac{K_{V,0}}{q_0^\nu}$$

A kamatosítás nélküli eljárásnál a fajlagos költség minimumához kötött optimális termelési kapacitás a szélsőérték-számítás alapján:

$$q = \left[\frac{(1-\nu)bQ}{\mu a} \right]^{\frac{1}{\mu-\nu+1}}$$

Ha a fajlagos árbevétel e -vel jelöljük, akkor a kamatosítás nélküli tiszta haszon, eredmény könnyen kifejezhető:

$$E = Q \left(e - \frac{aq^\mu}{Q} - \frac{b}{q^{1-\nu}} \right)$$

Könnyen meggyőződhetünk arról, hogy a kamatosítás nélküli maximális haszonhoz kötött optimális termelési kapacitás megegyezik a fajlagos költség minimumához kötött optimális termelési kapacitással.

A kamatosítás a különböző időben jelentkező értékek egyidejűségét jelenti. Ha Δ a kamatláb, akkor a kamattényező:

$$p = 1 + \frac{\Delta}{100} = 1 + \delta$$

A K_B beruházási költség a beruházás ideje alatt általában nem azonos évi rátákban merül fel. Az egyes ráták felhasználásuk után kamatoznak. Az egyidejűsítés viszonyítási pontjával bármelyik időpontot megválaszthatjuk. Legcélszerűbb ezt az üzemkezdés időpontjában felvenni. A kamatosítás ennek megfelelően a K_B beruházási költséget meg-

növeli egy K'_B értékre, amikor $K'_B = fK_B$. Az f tényező függ a kamatlábtól, a beruházás időtartamától és az évi ráták megoszlásától. Ha például a beruházás 4 évig tart azonos rátákban, akkor 6%-os kamatláb mellett

$$f = \frac{1,06^4 - 1}{4 \cdot 0,06} = 1,094.$$

Ha a ráták nem azonosak, akkor az f számítását évről évre haladva kell elvégezni.

A kamatos fajlagos költség:

$$k_k = k_{B,k} + kv$$

azaz az üzemi fajlagos költség most is:

$$kv = \frac{b}{q^{1-\nu}}$$

A beruházási költség kamatos visszatérítési fajlagos költsége:

$$k_{B,k} = \frac{K'_{B,k}}{Q}$$

A $K'_{B,k}$ az alábbi összefüggésből adódik:

$$\frac{K'_{B,k}}{N} \frac{p^N - 1}{\delta p^N} = K'_B = faq^\mu$$

ahol $N = \frac{Q}{q}$

azaz az üzemidő években, ha q az évi termelési kapacitás,

írhatjuk, hogy

$$\frac{K'_{B,k}}{N} = K'_{B,k,0} = \delta faq^\mu \frac{p^N}{p^N - 1}$$

ahol $K'_{B,k,0}$ a kamatosított beruházási költség egy évre eső része.

Könnyen igazolható, hogy $p = 1$ esetében $K'_{B,k} =$

$= K_B$. Ha pedig $p > 1$, akkor $K'_{B,k} > K'_B$.

Ezek szerint:

$$k_{B,k} = \frac{K'_{B,k,0}}{q} = \delta faq^{\mu-1} \frac{p^N}{p^N - 1}$$

A kamatos fajlagos költség tehát:

$$k_k = \frac{\delta fa}{q^{1-\mu}} \frac{p^N}{p^N - 1} + \frac{b}{q^{1-\nu}}$$

A kamatos fajlagos költségnek akkor lehet minimuma, ha

$$\frac{dk_k}{dq} = 0 =$$

$$= \frac{\delta fa p^N}{(p^N - 1)^2} [N \ln p - (1 - \mu)(p^N - 1)] - (1 - \nu)bq^{\nu-1}$$

Az egyenletet numerikus—grafikus eljárással célszerű megoldani. Gyakorlatilag azonban még célszerűbb magát a függvényt ábrázolni és az optimális termelési kapacitást kijelölni. Előnye az ábrázolásnak az is, hogy a függvény változása is jól megfigyelhető.

A kamatos teljes tiszta haszon, eredmény az alábbi formában írható:

$$E_k = q \left(e - \frac{b}{q^{1-\nu}} \right) \frac{p^N - 1}{\delta p^N} - faq^\mu$$

Az eredmény akkor lehet maximum, ha

$$\frac{dE_k}{dq} = 0 = \left(e - \frac{\nu b}{q^{1-\nu}} \right) (p^N - 1) - \left(e - \frac{b}{q^{1-\nu}} \right) N \ln p - \frac{\delta fa \mu p^N}{q^{1-\mu}}$$

Látható, hogy a kétféleképpen számítható optimális termelési kapacitás nem egyezik meg, illetve csak akkor, ha

$$e = k_k = \frac{\delta af}{q^{1-\mu}} \frac{p^N}{p^N - 1} + \frac{b}{q^{1-\nu}}$$

Ha ugyanis az $e = k_k$ értéket a

$$\frac{dE_k}{dq} = 0$$

egyenletbe helyettesítjük, akkor a

$$\frac{dk_k}{dq} = 0$$

egyenletre jutunk. Más szóval ez azt jelenti, hogy a kamatos fajlagos költség minimuma szerinti optimális termelési kapacitás csak akkor egyezik meg az eredmény maximuma szerinti optimális termelési kapacitással, ha az optimális kapacitáshoz tartozó kamatos fajlagos költség éppen meg egyezik az árbevétellel.

Az összefüggések szemléletessé tétele érdekében kövessünk végig egy számszerű példát. Adataink legyenek a következők:

$p = 1,06$; $\delta = 0,06$; $Q = 60 \cdot 10^6$ t; f értéke az egyszerűség kedvéért legyen egységnyi; a költségfüggvények pedig legyenek:

$$K_B = aq^\mu = 1500q^{0,85} \quad 10^6 \text{ Ft}$$

$$Kv = bq^\nu = 300q^{0,80} \quad 10^6 \text{ Ft/év}$$

ha q dimenziója 10^6 t/év.

Ezeknek megfelelően a fajlagos költségek:

$$k = 25 q^{0,85} + 300 q^{-0,20} \text{ Ft/t}$$

$$k_k = 90q^{-0,15} \frac{1,06^{\frac{60}{q}} - 1}{1,06^{\frac{60}{q}} - 1} + 300q^{-0,20} \text{ Ft/t}$$

Az eredmények pedig:

$$E = 60e - 1500q^{0,85} - 18 \cdot 000q^{-0,20} \quad 10^6 \text{ Ft}$$

$$E_k = 16,6q \left(e - 300q^{-0,20} \frac{1,06^{\frac{60}{q}} - 1}{1,06^{\frac{60}{q}}} - 90q^{-0,15} \right) \quad 10^6 \text{ Ft}$$

A kamatosítás nélküli fajlagos költség minimuma és az eredmény maximuma szerinti optimális termelési kapacitás:

$$q = \left(\frac{0,2 \cdot 300 \cdot 60}{0,85 \cdot 1500} \right)^{\frac{1}{1,05}} = 2,687 \cdot 10^6 \text{ t/év}$$

A kamatos fajlagos költség szerinti optimális termelési kapacitás az

$$1,5 \frac{1,06^{\frac{60}{q}}}{\left(1,06^{\frac{60}{q}} - 1\right)^2} \left[\frac{60}{q} 0,05827 - 0,15 \left(1,06^{\frac{60}{q}} - 1\right) \right] - \frac{1}{q^{0,05}} = 0$$

egyenletből adódik és $q = 3,28 \cdot 10^6$ t/év.

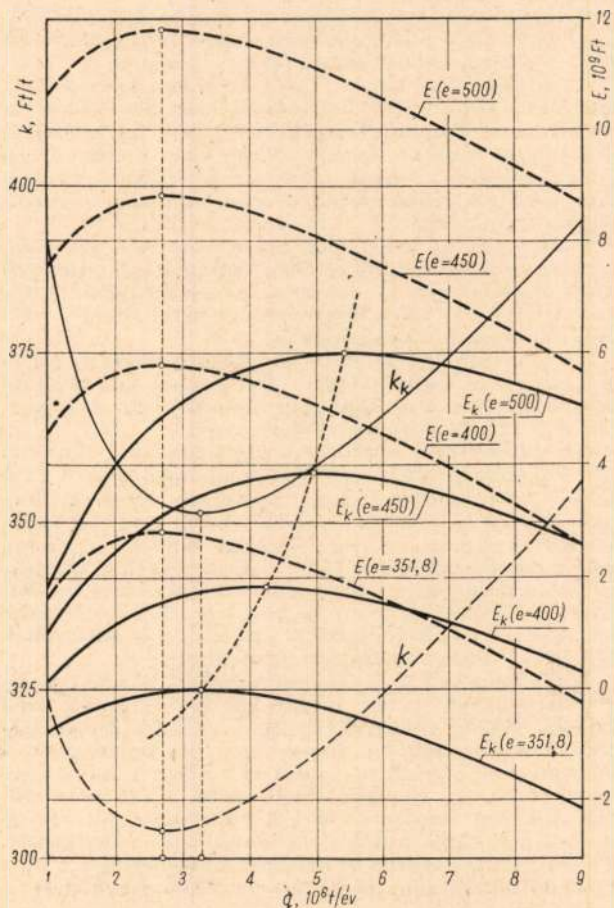
A kamatos eredmény maximuma szerinti optimális termelési kapacitás már függvénye az e árbevételnek. Ha

$$e = k_k = \frac{90}{3,28^{0,15}} \frac{1,06^{\frac{60}{3,28}}}{1,06^{\frac{60}{3,28}} - 1} + \frac{300}{3,28^{0,20}} = 351,8 \text{ Ft/t,}$$

akkor az eredmény maximuma zérus, nincs sem nyereség, sem veszteség, a kétféle úton nyert optimális termelési kapacitás azonos: $3,28 \cdot 10^6$ t/év.

Az elmondottakat az 1. ábra grafikusan mutatja be. Megfigyelhető, ha $e > k_k$, akkor a kamatos eredmény maximuma szerinti optimális termelési kapacitás az e növekedésével szintén növekszik. Az is látható, hogy a kamatos fajlagos költség szerinti optimális termelési kapacitás is nagyobb, mint a kamatosítás nélküli fajlagos költség minimumához rendelt optimális termelési kapacitás. Látható az is, hogy a kamatos eredmény kisebb, mint a kamatosítás nélküli. Mivel

$$\varphi = \frac{p^N - 1}{\delta p^N} = \frac{1}{\delta} \left(1 - \frac{1}{p^N} \right)$$



1. ábra

érték p növekedésével ($p > 1$) csökken, azért a kamatos eredmény a kamatláb növekedésével csökken. Minél nagyobb a p értéke, annál gyorsabban konvergál ez az érték az $1/\delta$ értékhez. A gyakorlat például 12%-os kamatlábbal is számol. Ilyen kamatláb mellett $1/\delta = 8,3$. A φ érték pedig 15; 20; 25; 30 év esetében 6,9; 7,5; 7,9; 8,1. Ez azt jelenti, hogy magas kamatláb esetében az üzemidő szerepe erősen csökken. Ha például az üzem 60 évig él, akkor $\varphi_1 = 8,3$, és ha az üzem 20 évig él, akkor $\varphi_2 = 7,5$, azaz $\varphi_2/\varphi_1 = 0,9$, más szóval a 20 és 60 közötti évek az eredményt már csak kicsi mértékben növelik.

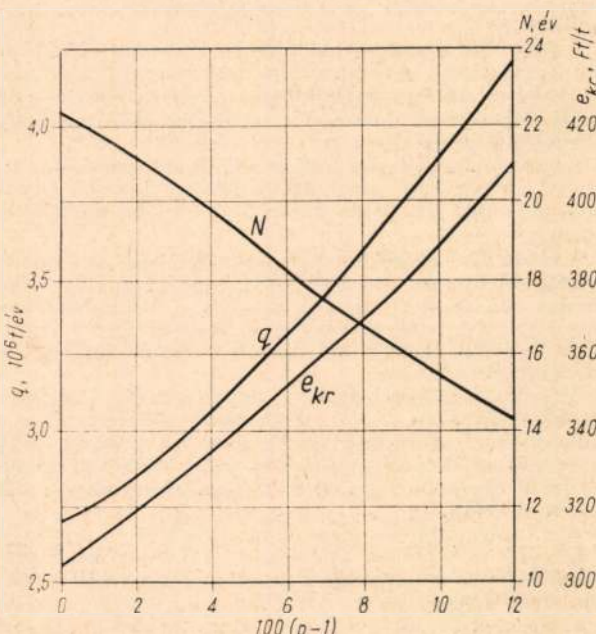
A számítható optimális termelési kapacitások tájékoztatásul szolgálnak, a tényleges termelési kapacitás megválasztása ugyanis más körülményektől is függhet. Ilyenek az igény, a kereslet, esetleg a kialakítható munkahelyi kapacitás. Lehetséges ugyanis, hogy az előfordulás jellege olyan, hogy a számított kapacitást a munkahelyek (fejtések) összesített kapacitása egyáltalán nem vagy csak körülményes módon érheti el. Ha egy bányász üzem egy meghatározott célra épül, azaz célüzem, akkor a kapacitás nem független attól az üzemtől, amit a bányász üzem kiszolgál. Ha például a bányász üzem villamos erőművet szolgál ki, akkor az erőmű és a bányász üzem kapacitását összehangoltan célszerű megadni.

Amint láttuk, egy megadott előfordulásra három optimálisnak mondott termelési kapacitás is számítható:

A) Kamatosítás nélkül számított termelési kapacitás, akár a fajlagos költség minimuma, akár az eredmény maximuma alapján.

B) Kamatos kamattal számított termelési kapacitás, a kamatos fajlagos költség minimuma alapján.

C) Kamatos kamattal számított termelési kapacitás, a kamatos eredmény maximuma alapján.



2. ábra

A három termelési kapacitásra általában jellemző, hogy az A) szerinti a legkisebb, a C) szerinti a legnagyobb, továbbá az is, hogy a nagyobb kamatlábhoz nagyobb kapacitás tartozik.

Ha a termelési kapacitás szabadon választható, akkor célszerű az A) szerinti kapacitást alapul venni, ehhez tartozik ugyanis a legkisebb fajlagos ráfordítás.

A B) szerinti optimális termelési kapacitás függvénye a kamatlábnak. A 2. ábrán látható, hogyan növekszik példánk esetében az optimális termelési kapacitás (q) a kamatláb $[100(p-1)]$ függvényében.

Ugyancsak a 2. ábrán látható az $e_{kr} = k_k$ változása is egyrészt a kamatláb, másrészt a kamatlábhoz tartozó és a kamatos fajlagos költség minimumához rendelt optimális termelési kapacitás függvényében. Ha $e = e_{kr}$, akkor a tiszta haszon zérus értékű, ha $e > e_{kr}$, akkor az optimális termelési kapacitás nagyobb, mint amit az ábra szerinti q -görbe megad. Az e növekedésének függvényében a q növekedése az 1. ábrán figyelhető meg,

ha $p = 1,06$. Ha p értéke nő, a q növekedése erőteljesebb.

A C) szerinti optimális termelési kapacitás még a B) szerintinél is nagyobb, ha $e > e_{kr}$, azaz ha a kamatosított eredmény pozitív. A 2. ábra tehát az alsó határt jelenti csak.

Az 1. és 2. ábrák alapján megállapítható, hogy a magas kamatláb erősen torzít, az optimálisnak tartott termelési kapacitást a kamatos haszon érdekében oly mértékig növeli, ami már elhagyhatja a realitások talaját, az üzemidő (N) nagy mértékben csökken. Más szóval magas kamatláb és magas árbevétel mellett előfordulhat, hogy igen nagy kapacitást kellene létrehozni, és pár éves üzem után a létrehozott állóeszközök többé már nem használhatóan elvesznének, bár még hosszú ideig szolgálhatnák a termelő tevékenységet.

IRODALOM

[1] Zambó, J.: Telepítésteória a bányászatban. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1966.

Frontfejtések gépesítése

A Borsodi Csoport konferenciája, Miskolc, 1974. május 16.

Már hagyomány, hogy a Borsodi Műszaki Hetek keretében az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Borsodi Csoportja, a vállalat szemponyjából fontos témából, egésznapos konferenciát rendez.

Ilyen előzmények alapján került sor 1974. május 16-án a Frontfejtések gépesítése című konferencia megrendezésére Miskolcon.

Stoll Lóránt igazgatóhelyettes, elnöki megnyitójában hangsúlyozta, hogy a magyar szénbányászat a műszaki fejlesztés alapjait már a második öt éves tervben lerakta, amikor a vágatbiztosítás korszerűsítését tűzte célul. A következő lépés a fejtések koncentrációja, majd a fejtések biztosításának és a jövesztésnek a gépesítése volt. Ezt az utat követte a Borsodi Szénbányák is, ahol a harmadik öt éves terv során 14 önjáró berendezéssel biztosított frontfejtés üzemelt. Problémát jelentett és jelent ma is a sokféle típusú berendezés. Célul kell kitűzni az önjáró berendezések és jövesztőgépek lehetőség szerinti tipizálását.

A fokozódó létszámproblémák és a szénbányászat elé állított gazdasági követelmények arra készítik a vállalatot, hogy továbbra is foglalkozzék a fejtések gépesítésével, amely lehetőséget biztosít a gazdaságosabb termelés megvalósításához.

Az első előadást Gál István okl. bányamérnök tartotta: „Ormos VII. akna II. körletében üzemelő, komplexen gépesített frontfejtés üzemi tapasztalatai 1973-ban” címen.

Az előadás első részében ismertette, hogy a Fletcher keretekkel biztosított, EW-170-L maróhengeres, 80 m homlok szélességű frontfejtés mellett a bányamezőben még egy egyedi acélbiztosításos, maróhengeres frontfejtés és több F-gépes elővájás is üzemelt, melyeknek szállítórendszere közös.

A szállítórendszerben levő függőleges és vízszintes tárolók elsősorban az alapvágati szállítórendszerrel és a csillítottésnél előforduló kisebb üzemzavarokat tudták kiegyenlíteni, de a két frontfejtés egyidejűségéből (mindkét front egyidőben szel) adódó szállítási csúcsok már zavart okoztak.

A Fletcher önjáró berendezéssel biztosított fejtésben a 4,1–4,3 m/üzemnap sebességet havi átlagban is produkáltak. Egyes napokon 5 m feletti sebességet is elértek. A sebesség növelése érdekében olyan sebességprémiumot vezettek be, mely a frontbrigádot erősen érdekeltette a kidolgozott technológia és munkaszervezés állandó betartására. A sebességre ösztönző célprémium

mértéke esetenként az alapbér nagyságát is elérte és így is esőkként a frontfejtés fajlagos költsége.

Beszámolt az előadó arról is, hogy a mezőből most szerelték ki az egyedi acéltámas frontfejtést. Így a szállítási csúcsoknál jelentkező zavarok megszűnnek és most már az 5,0 m/üzemnap sebességet szeretnék elérni havi átlagban.

Ezt követően Kövesi Tibor okl. bányamérnök: „Ormos VII. akna frontfejtéseinek üzemi tapasztalatai az 1400 mm-es süvegekkel” címen tartott előadást.

Előadását azzal kezdte, hogy az önjáró berendezéssel biztosított frontfejtésekből termelt szén növekedett és emiatt az acéltámas biztosított fejtések termelésének részaránya csökkent, ennek ellenére igen fontos szerep jut a jövőben is az egyedi acéltámas fejtéseknek, mert a zavartabb tektonika esetén ez a biztosításmód előnyösebben alkalmazható.

Fontos feladat az acélbiztosítású frontokon a gépi jövesztés lehetőségének biztosítása, ahol meg kell teremteni a főtekezelés és gépi jövesztés összhangját. Ezután beszámolt Ormos VII. akna feketevölgyi bányamezejébe telepített két frontfejtési kísérletről.

Az első frontfejtést 92 m homlok szélességben, 2,2 m szénvastagság mellett Valent acéltámasmal és 1250 mm hosszú 3B típusú acélsüveggel biztosították. A jövesztést KB-125-Z típusú maróhenger végezte.

Az üzemeltetés során a technológiában előírt 35 cm-es távolságot a süvegek vége és a homlok között csak a legtrikább esetben tudták biztosítani. Ez a távolság esetenként a 45–55 cm-t is elérte. A főte nem volt képes károsodás nélkül ezt a biztosítatlan felületet elviselni, így az megtört, felszakadások keletkeztek és a homlok kidőlés is napirenden volt. A fenntartási munka megnőtt, az omlasztási teljesítmény csökkent és a fejtés sebessége 1,0 m alá esett. A fejtésből a jövesztőgépet kiserelték és kézi fejtésként üzemeltették tovább.

Két hónap múlva ugyanezen mezőben, hasonló geológiai adottságok mellett indult az a frontfejtés, ahol 1400-as SVG-02 típusú süvegeket és KB-125-Z jövesztőgépet alkalmaztak. A jövesztőgép fogásmélységét a megváltozott süveghossz miatt 625 mm-ről 700 mm-re növelték. Az új süvegek alkalmazása ugyan nem változtatta meg alapvetően a fejtés üzemmenetét, de lényegesen kevesebb omlás, homlok kidőlés jelentkezett. Ennek eredményeként az átlagos frontsebesség 1,5 m, a homlok teljesítmény pedig 7,0 t/mű fölé emelkedett.

(Folytatás a 850. oldalon)