

Szerkesztő bizottság

DR. ASSZONYI CSABA, BALOGH BÉLA, BENEDEK MIKLÓS,  
DR. BOCSÁNCZY JÁNOS, BUBICS GYÖRGY (szerkesztő),  
DR. FALLER GUSZTÁV, DR. GAGYI PÁLFFY ANDRÁS, GÁDORI  
VILMOS, GEBHARDT JÁNOS, HEINRICH JÓZSEF (a bizottság  
vez.), DR. HORVÁTH LÁSZLÓ, DR. HORVÁTH LÁSZLÓNÉ (szerk.)  
DR. KASSAI FERENC, KÁRPÁTY LÓRÁNT (szerkesztő),  
KLEMENCICS ISTVÁN, KREFFLY GÁBOR, DR. KOVÁCS  
FERENC, PANTÓ DÉNES (szerkesztő), PODÁNYI TIBOR,  
DR. R. ADÓ ALADÁR, DR. SIMON KÁLMÁN, STUBNYÁN ISTVÁN,  
SZABÓ IMRE, SZABÓ KÁROLY, DR. SZABÓ LÁSZLÓ (szerkesztő),  
DR. SZÁDECZKY-KARDOSS GYULA, SZÉLES LAJOS, SZILÁGYI  
GÁBOR (szerkesztő), DR. TÓTH MIKLÓS, VANKÓ RICHÁRD

A rajzokat BISZTRAY GÁBORNÉ készítette

# BÁNYÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI  
ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET LAPJA

113. évfolyam

1. szám

1980. január

## A horizontális és vertikális fejtési rendszerek gazdaságossági összehasonlítása

DR. h. c. DR. ZAMBÓ JÁNOS okl. bányamérnök,  
Kossuth-díjas és Állami-díjas tanszékvezető egyetemi tanár,  
a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja  
(Nehézipari Műszaki Egyetem, bányaműveléstani tanszék, Miskolc)

Több telepes vagy több szeletben lefejthető vastag előfordulásokban a lefejtés terjeszkedhet horizontális vagy vertikális jelleggel. A vertikális terjeszkedés fokozza az üzemkoncentrációt.

A szerző egy, a valósághoz legközelebb álló modell segítségével hasonlítja össze a két fejtési rendszert, amikor negyedik dimenzióként az időt is figyelembe veszi.

A vertikális rendszerrel — a kisebb feltérési sebesség miatt — kevesebb a föld alatti feltérési, mozgatósi költség, ha a különböző időben jelentkező költségek egyidejűsítését diszkontálással vesszük figyelembe.

Előjáróban bizonyos fogalmakat kell rögzítenünk. Több telepes vagy több szeletben lefejthető széntelepes előfordulásról van szó. Rendszerint vetők által határolt tömb három irányú kiterjeszkedésének mérőszámai legyenek:  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Itt  $x$  jelenti a tömb egy telepében vagy egy szeletében elhelyezkedő frontfejtések számát,  $y$  a front kifutási hossza (átlag),  $z$  az egymás alá telepíthető fejtések száma. Ezek szerint a tömb térfogata

$$V = xsyzm$$

ahol  $s$  a front szélessége,  $m$  a fejtés magassága,  $y$  konstans érték.

Horizontális fejtési rendszer alatt azt értjük, hogy a tömb művelése során először a tömb legfelső telepét vagy szeletét fejtjük le, majd az alatta levőt és így tovább. Ez azt jelenti, hogy a tömbön belül a horizontális rendszerben mindig csak egy fejtés van üzemben.

Vertikális fejtési rendszer alatt az 1. ábrán szemtízált fejtési rendszert értjük. A séma alapján összefüggések írhatók fel. Három fázist kell tekintenünk.

Amíg a lefejtés az  $a$ — $a$  vonalig jut el, addig a befejezett fejtések száma horizontális rendszerben:

$$N_{ah} = 2z$$

vertikális rendszerben pedig

$$N_{av} = (1+z)z$$

Ha a lefejtés a  $b$ — $b$  vonalig jut, akkor

$$N_{bh} = x-2$$
$$N_{bv} = (1+z)z + z(x-2z-2)$$

Végül a vertikális rendszerben a tömb teljes lefejtése megtörténik, azaz a  $c$ — $c$  vonalig jut a vertikális rendszer. Ebben az időpontban:

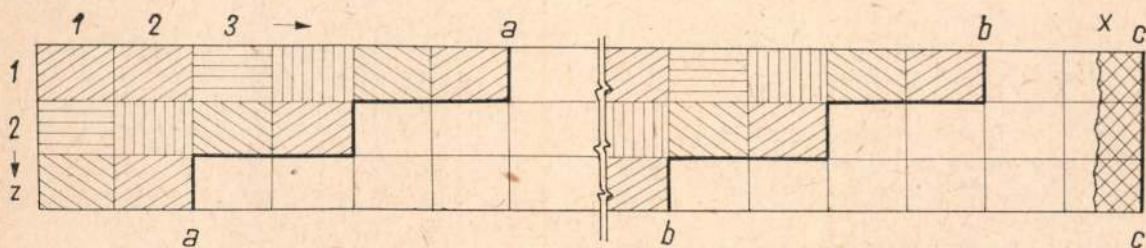
$$N_{ch} = x + 2z - 2$$
$$N_{cv} = 2(1+z)z + z(x - 2z - 2) = xz$$

Képezzük a

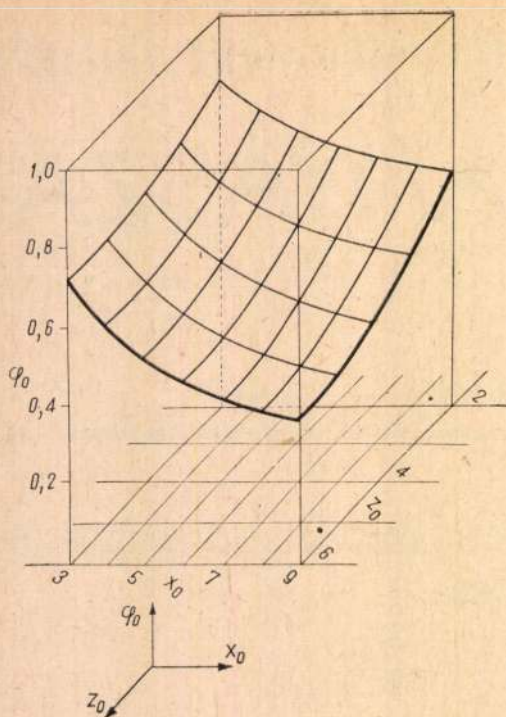
$$\varphi = \frac{x + 2z - 2}{xz}$$

viszonyt, ami nem más, mint a két rendszer feltérési sebességének a viszonya:

$$\varphi = \frac{v_v}{v_h}$$



1. ábra.



2. ábra

Egy bányauzemben több tömb lehetséges. Az egyes tömbök  $x$  értékeinek átlaga legyen  $x_0$ ,  $z$  értékeinek átlaga pedig legyen  $z_0$ . Így egy

$$\varphi_0 = \frac{x_0 - 2z_0 - 2}{x_0 z_0}$$

viszonyszámhoz jutunk, amely elfogadhatóan jellemző a bányára.

Természetesen a vertikális lefejtési rendszernek olyan sablonja is elképzelhető, amelyben a vertikális erősebben érvényesül. Az erősebb vertikális azonban csak akkor lehetséges, ha az előkészítés hátulról nyomon követi a lefejtést, ehhez pedig egy ún. *hátsó feltárás* is szükséges lenne a vertikális rendszerben. A két rendszer komparabilitása érdekében az 1. ábra szerinti sablont kellett tehát választani, mert így mindkét rendszer feltárása azonos.

Elvileg mind a horizontális, mind pedig a vertikális rendszert illetően még más variációk is elképzelhetők, ha a kőzetmechanikai viszonyok kedvezőek. Itt azonban csak azzal az esettel szabad és kell foglalkoznunk, amely minden kétséget kizáróan megvalósítható. Ez természetesen azt is jelenti, hogy az egyik rendszer kimutatható gazdasági előnye a lehetségesnek alsó, de biztosan elérhető határa.

A  $\varphi_0 = \varphi_0(x_0, z_0)$  kétváltozós függvény, amikor  $\varphi_0$  függvény  $x_0$  és  $z_0$  egész számok esetében értelmezhető. A kétváltozós függvény képe a 2. ábrán látható.

A 3. ábrán az izovonalakat szemléltetjük, azaz azoknak a pontoknak a geometriai helyét, amelyekhez azonos  $\varphi_0$  érték tartozik. A geometriai helyek hiperbolák.

A függvény egyszerű alakban való felírása természetesen csak bizonyos egyszerűsítő premisszák-

kal volt lehetséges. Így fel kellett tételeznünk, hogy a fejtések frontfejtések, a fejtések szélessége és magassága állandó. A fejtések kifutási hosszának állandósága már nem egyszerűsítő feltétel, mert ez a két rendszer összehasonlításában nem játszik szerepet.

A valóságban a feltételek csak többé-kevésbé vannak meg. Nyilvánvaló például, hogy a fejtések nem mind lesznek frontfejtések. Ha a fejtés valamelyik területen nem frontfejtés, akkor viszont jogosan lehet feltételezni, hogy a területen minden telepben, illetve szelvényben nem frontfejtéssel művelünk. Így a függvényben számottevő torzulás nem következik be.

Minden bizonnyal változó lehet a fejtések magassága. Ez a körülmény egy tömb esetében az egy tömbre vonatkozó függvényt ( $\varphi = \varphi(x, z)$ ) többé-kevésbé módosíthatja, de az egész bányára vonatkozó függvényben ( $\varphi_0 = \varphi_0(x_0, z_0)$ ) már nem jelent számottevő torzulást.

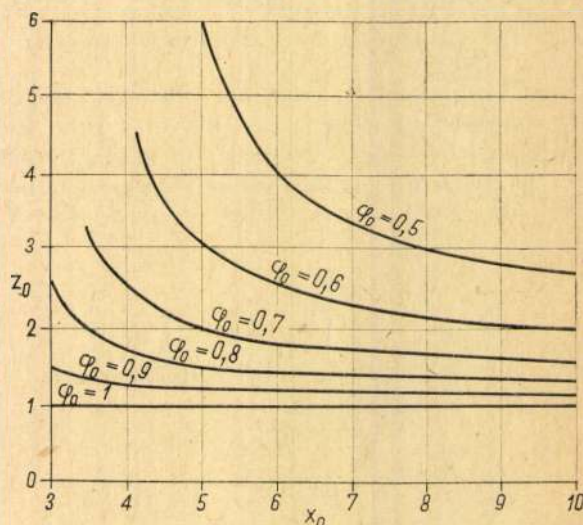
A  $\varphi_0 = \varphi_0(x_0, z_0)$  függvény alkalmas arra, hogy a két rendszert gazdaságossági szempontból is összevessük.

Talán mondanunk sem kellene: ha a negyedik dimenziótól, az időtől eltekintünk, akkor gazdaságossági szempontból a két fejtési rendszer között nehéz különbséget tenni. Különbség ekkor is lehet, kimutatása azonban konkrét formában aligha adható meg.

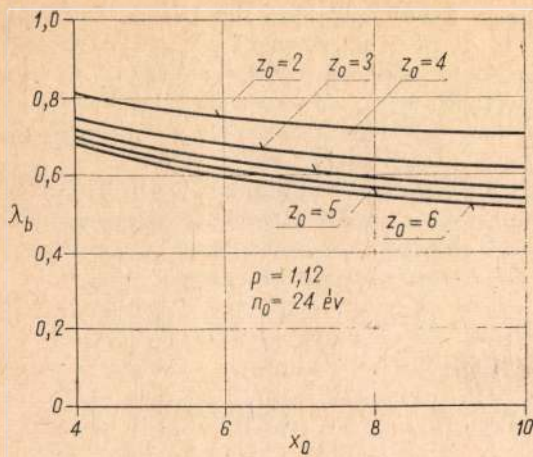
Mivel a  $\varphi_0 = \varphi_0(x_0, z_0)$  függvény a feltárási sebességek viszonyát fejezi ki, tulajdonképpen figyelembe veszi a negyedik dimenziót, az időt.

Az is világos, hogy a gazdaságossági összehasonlításban szerepet játszó költségek a következők:

1. A föld alatti feltárás évi beruházási költsége a két rendszerben ( $A_v, A_h$ ).
2. A föld alatti mozgás és mozgatás évi költsége ( $B_v, B_h$ ). A mozgatás költsége magában foglalja a termelvény és minden más anyag mozgatásának költségét, a mozgás a föld alatti dolgozókra vonatkozik.
3. A szellőztetés évi költsége ( $C_v, C_h$ ) különös tekintettel a légszökésekre.



3. ábra



4. ábra

4. A feltáró úrendszer évi fenntartási költsége ( $D_v, D_h$ ).

Az  $A, B, C, D$  költségek dimenziója: Ft/év.

Először a föld alatti feltárás beruházási költségét tekintjük.

Igaz az, hogy az  $A_v, A_h$  költség évenként változó, de az egyszerű forma kedvéért azt kell feltételeznünk, illetve megengednünk, hogy az  $A_v, A_h$  költség állandó.

Legyen a bányaiüzem élettartama  $n$  év. A vertikális rendszerhez tartozzék egy  $n_0$  év, amikor  $n_0$  azoknak az éveknek a száma, ameddig a vertikális rendszerben a föld alatti feltárás tart. Általában  $n_0 < n$ . Az  $n$  és  $n_0$  között csak néhány év különbség lehetséges.

Legyen  $p$  a kamattényező. Az érvényben levő kamatláb 12%, így a kamattényező  $p=1.12$ .

A költségek diszkontálási időpontja rendszerint az üzemkezdés időpontja, bár bármely más időpont is lehet. Elfogadva a szokásos módszert, a vertikális rendszerben a költségek diszkontált értéke:

$$E_{cb} = A_v \frac{p^{n_0} - 1}{p^{n_0}(p - 1)}$$

A horizontális rendszerben, ha  $1/2 \leq \varphi_0 \leq 1$ , és ha  $n$  az üzemévek száma:

$$E_{hm} = \frac{c}{p^n \varphi_0} \left[ p^{n-1} + 2p^{\frac{n-1}{\varphi_0}} + 3p^{\frac{n-2}{\varphi_0}} + \dots + \frac{1-\varphi_0}{\varphi_0} \left( p^{\frac{n-1}{\varphi_0}} + 2p^{\frac{n-2}{\varphi_0}} + 3p^{\frac{n-3}{\varphi_0}} + \dots \right) \right]$$

A két sort addig kell folytatni, amíg  $p$  kitevője pozitív.

Kifejezhető most már a viszonyszám:

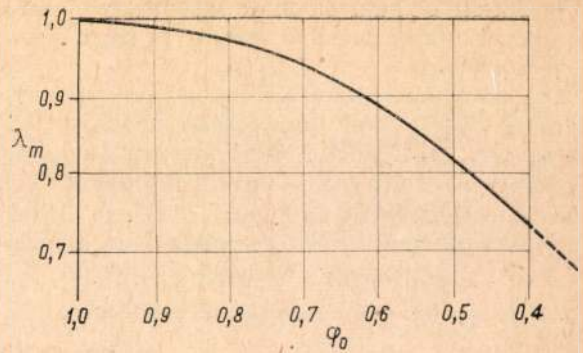
$$\lambda_m = \frac{E_{vm}}{E_{hm}} = \varphi_0 \frac{p^{n-1} + 2p^{n-2} + 3p^{n-3} + \dots + n}{p^{n-1} + 2p^{\frac{n-1}{\varphi_0}} + 3p^{\frac{n-2}{\varphi_0}} + \dots + \frac{1-\varphi_0}{\varphi_0} \left( p^{\frac{n-1}{\varphi_0}} + 2p^{\frac{n-2}{\varphi_0}} + 3p^{\frac{n-3}{\varphi_0}} + \dots \right)}$$

Ha  $\frac{1}{3} \leq \varphi_0 \leq \frac{1}{2}$ , akkor a függvény alakja:

$$\lambda_m = \varphi_0 \frac{p^{n-1} + 2p^{n-2} + \dots + n}{(1+p)(p^{n-2} + 2p^{\frac{n-2}{\varphi_0}} + \dots) + \frac{1-2\varphi_0}{\varphi_0} \left( p^{\frac{n-1}{\varphi_0}} + 2p^{\frac{n-2}{\varphi_0}} + \dots \right)}$$

Ez az eset azonban már eléggé ritka.

Ha  $n$  értékét 25-nek vesszük fel, akkor  $\lambda_m$  alakulását  $\varphi_0$  függvényében az 5. ábra szemlélteti.



5. ábra

Ugyanez a horizontális rendszerben:

$$E_{hb} = A_h \frac{p^{\varphi_0 n_0} - 1}{p^{\varphi_0 n_0}(p - 1)}$$

Ha tekintetbe vesszük azt, hogy  $A_v$  és  $A_h$  között tulajdonképpen

$$\varphi_0 = \frac{A_v}{A_h}$$

viszony áll fenn, akkor írható:

$$\lambda_b = \varphi_0 \frac{p^{n_0} - 1}{p^{n_0} - p^{(1-\varphi_0)n_0}}$$

ahol a  $b$  index a beruházási költségekre utal.

A szemléletesség kedvéért a 4. ábrán a függvényt számszerűen is bemutatjuk, ha  $n_0=24$  év.

A másik három költség ( $B, C, D$ ) alakulásának vizsgálata már összevonható, mert természetük megegyezik. Ezeket összefoglalóan a mozgatás költségének nevezhetjük. A beruházás költségétől eltérően az évi mozgatási költség már nem tekintendő állandónak, hanem az idő múlásával a mozgatás évi költsége növekszik. Ezt a növekedést az egyszerűség kedvéért lineárisnak tekintjük.

A vertikális rendszerben a produktív területre vonatkozó évi mozgatási költségnek a kezdő időpontra diszkontált értéke:

$$E_{vm} = \frac{c}{p^n} (p^{n-1} + 2p^{n-2} + 3p^{n-3} + \dots + n)$$

A fentiek alapján könnyű meggyőződni arról, hogy az üzemkoncentráció viszonylag nagy megta-  
karítással járhat.

Ha a bányaiüzem vízveszélyes, akkor a vertikális rendszer hátrányáról sem szabad megfeledkezni, nevezetesen arról, hogy a vertikális rendszer előbb, gyorsabban közelíti meg a vizet tároló fekvőt. A viszony a vízvezélyt illetően megfordul, más szóval a fenti összefüggések fordított értelemben alkalmaz-  
sák lehetnek arra, hogy a vízemelési költségek disz-

kontált értékeinek arányát megadjuk. Amíg a fent említett *A, B, C, D* költségek eléggé megbízhatóan tervezhetők, addig a vízemelés várható költsége csak sejthető. Annyi azonban megállapítható, hogy a vízemelés költsége lényegesen kisebb lehet, mint az *A, B, C, D* költségek összege.

A közölt vizsgálat alapján helyesnek ítéltető az a kezdeményezés, amely a több szeletben művelhető előfordulásaink üzemkoncentrációját a *vertikális lefejtési rendszerrel* tervezi megoldani.

## Külföldi hírek

### A világ energiakilátásai 2020-ig

A jövő generációinak energiaellátá-  
sára kielégítő mennyiségben áll ren-  
delkezésre energia abban az esetben,  
ha a szükséges döntések már ma meg-  
születnek. Erre figyelmeztet az Ener-  
gia Világkonferencia Energiatakaré-  
kossági Bizottsága „A világ energiaki-  
látásai 2020-ig” c. pótlólagosan kia-  
dott jelentésében.

A tanulmány szerzői erre az idő-  
szakra lehetségesnek tartják az ener-  
giaszükséglet és az energiakínálat  
egyensúlyának fenntartását. A követ-  
kező évtizedekben kiindulásképpen a  
megbecsült energiaigények így ala-  
kulnak majd:

1980-ban 10,5 milliárd tonna ETA  
1990-ben 14,3 milliárd tonna ETA  
2000-ben 19,1 milliárd tonna ETA  
2010-ben 25,5 milliárd tonna ETA  
2020 körül előreláthatólag 34,1

milliárd tonna ETA lesz a világ ener-  
giaigénye, minthogy a várható alsó  
határérték 28,5, a felső 49,5 milliárd  
tonna ETA. A fenti igény várható  
megoszlása: *OECD* országok (*Organi-  
zation for Economic Cooperation and  
Development* – Gazdasági Együttmű-  
ködési és Fejlesztési Szervezet) 9,5;  
szocialista országok 11,1; fejlődő  
országok 13,5 milliárd tonna ETA.

Az egyes energiahordozók részvé-  
telének aránya jelentősen megválto-  
zik majd. Az első helyre a nukleáris  
energia kerül (10,6), a második helyre  
a szén (8,9), amelynek termelése meg-  
háromszorozódik, a harmadik helyen  
várhatóan a földgáz áll majd (4,2),  
míg a kőolaj csak az energiaszükség-  
letnek kb. 10 %-át fogja fedezni (3,6  
milliárd tonna ETA). A megújuló  
energiák részaránya is kb. 10 %-os  
lesz.

2020 körül a várható energiaszük-  
séglet fedezését tehát kétharmad rész-  
ben a nukleáris energia, továbbá a  
szén és a nap mint energiahordozók  
fognak fedezni.

Eppen ezért sürgősen meg kell  
hozni a döntéseket egyrészt a szén-  
tüzelésű és az atomerőművek terén,  
másképp pedig a szükséges energiata-  
karékossgal kapcsolatban.

[World Coal Letter, 1. k. 3. sz. 1979. febr. 2. p.  
1-2]

NIMDOK

### Az infravörös hősugarak néhány gyakorlati alkalmazása a bányászatban

A repülőgép által vontatott szon-  
dáról 1000 m repülési magasságból  
már 0,15 °C hőfokeltérést is érzékelni  
lehet a föld felszínén. A detektor a  
3,5–5,5 mikrométer és a 0,8–14,0  
mikrométer tartományban dolgozik.

Maga a repülés a hagyományos  
légi felvételezéshez hasonló, azzal a  
különbséggel, hogy azt éjszaka hajt-  
ják végre. Ezért a földön járművekre  
szerezett irányító adók közreműködé-  
sére is szükség van. Általában a vir-  
radat előtti idő a legalkalmasabb a  
repülésre, mert nappal a napsugarak  
hatása átmelegíti a talaj felszínét,  
és ez zavarólag hat.

A készülék a következőképpen  
működik: a talaj felszínéről a mű-  
szer ernyőjére eső hősugarak egy sík-  
majd egy parabolatükörön keresztül  
*fotoelektromos detektorra* kerülnek; a  
detektor kimenő feszültségét felerő-  
sítik és a feszültség változása egy  
fényforrás fényerejét variálja; ennek  
eredményét filmen rögzítik.

Az elmúlt négy évben a berende-  
zéssel végzett kísérletek fő célja az  
volt, hogy összeállítsák azokat a  
*geológiai problématispusokat*, amelyek  
megoldására az *RS-25* berendezés  
a legalkalmasabb.

A bányászati kutatás területén a  
hősugarakat letapogató képsor csak  
mint *térképezési módszer* alkalmaz-  
ható.

A földtani térképezésre az alkal-  
mazás azon a tényen alapul, hogy a  
nem porózus kőzetek jobb hővezet-  
tők, mint a nem tömörödött talajfé-  
leségek. Ezért éjszaka az ilyen kőze-  
tek viszonylag többet vezetnek el a  
talaj hőjéből, mint a körülöttük levő  
talajjal borított területek. Ily módon  
nagyon markáns hőanomáliát állí-  
tanak elő, amit azután a detektor  
felfog. Az egyes kőzetfajtákat főleg  
terepi bejárással azonosítják. Az  
infravörös letapogatót igen jól le-  
het hasznosítani a földtani térképe-  
zésben a *kibúváások meghatározására*,  
aminek igen nagy a jelentősége Dél-  
Afrika nagy kiterjedésű elhagyott  
területein és olyan esetekben, amikor  
egy-két méter vastag talajréteg fedi  
az érettest kibúvási vonalát.

A bányaművelés részére az eljá-  
rásnak egyik legnagyobb jelentősége  
és eredménye az a tény, hogy segít-  
ségével megállapítható a nem túl  
nagy mélységben fekvő széntelepek  
*öngyulladásából keletkezett tűz* és an-  
nak kiterjedése. Ugyancsak megáll-  
pítható a hányóknak az a pontja,  
ahol az öngyulladás veszélye fenye-  
get. Főleg a hányókon lehet hette-  
néként egy-egy ellenőrző felvételt ké-  
szíteni, az előző hetivel összehason-  
lítani, figyelembe véve a hányó mor-  
fológiáját, szemszerkezetét, a hányó-  
képzés módját, így az öngyulladás  
megelőzhető.

[Min.Mag. 139. k. 4. sz. 1978. p. 398—413.]

NIMDOK

### Olaszország szénfelhasználása

Az olajválság gondot okoz Olaszor-  
szág energiaellátásában is. Ezért az  
iparban a szénfelhasználást fokozni  
kivánják. Az ország szénfogyasztása  
abszolút értékben a háború óta gya-  
korlatilag állandó: évi 11–12 Mt.  
Míg ez a mennyiség az 50-es években  
az energiafelhasználásnak közel egy-  
negyedét képezte, addig a 70-es évek  
végére nem haladja meg az energia-  
igény 6–7 %-át.

A szén hasznosítását főleg a kohá-  
szatban, a feldolgozó iparban és a  
villamosenergia-termelésben tervezik.

Hangsúlyozni kell, hogy a jelenlegi  
elképzelések és előirányzatok még  
felülvizsgálatra szorulnak és semmi-  
képpen nem tekinthetők véglegesnek.  
A tervezett értékek növekedhetnek,  
ha a nukleáris program — ökológiai  
megfontolások miatt — késik. Más-  
résztől csökkentheti a tervezett szén-  
mennyiség felhasználását, hogy a  
szénerőművekkel szemben fokozódik  
az ellenállás a nagy légszennyezés  
miatt.

Jelenleg 12, egyenként 1000 MW-  
os egység létrehozását tervezik 1987-  
re. Az előrebecslések szerint Olaszor-  
szág 1985-ig évente mintegy 20 Mt  
széntet fog felhasználni, főleg kohá-  
szati koks formájában. Ez a meny-  
nyiség 1990-re 26 Mt-ra emelkedik.

[MOCI. Moniteur du Commerce International,  
1979. 346. sz. máj. 14. p. 35.]

Szántó Judit