

A szerkesztésért felelős:
HEINRICH JÓZSEF

Szerkesztő bizottság:

DR. ASSZONYI CSABA, BALOGH BÉLA, BENEDEK MIKLÓS,
DR. BOCSÁNCZY JÁNOS, BUBICS GYÖRGY (szerkesztő),
DR. FALLER GUSZTAV, DR. GAGYI PÁLFFY ANDRÁS,
GÁDORI VILMOS, HEINRICH JÓZSEF, (a bizottság vezetője),
DR. HORVÁTH LÁSZLÓ, DR. HORVÁTH LÁSZLÓNE
(szerkesztő), DR. KASSAI FERENC, KÁRPÁTY LÓRÁNT
(szerkesztő), KREFFLY GÁBOR, DR. KOVÁCS FERENC,
PÁNTÓ DÉNES (szerkesztő), PODÁNYI TIBOR,
DR. RADÓ 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

Szerkesztőség:

1061 Budapest V., Anker köz 1. I. em. 101.

Telefon: 423-943, 229-870, 229-876.

Postacím: BKL Bányászati Szerkesztősége
1368 Budapest, Pf.: 240

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

BÁNYÁSZAT

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI
ÉS KOHÁSZATI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA



111. évfolyam

2. szám

1978. február

Mély megrendüléssel és szomorúsággal értesültünk arról, hogy 1978. február 16-án, a Tatabányai Szénbányák XII/A aknájában, sújtólégrobbanás következtében 26 bányász szaktársunk életét vesztette.

Elhunytak:

Aknai Imre, Antal Gyula, Berecz Péter, Berényi István, Cziczlavicz János vajúrók; Csik János lakatos; Fábíán József, Farkas László, Fehér Gyula, Fortágh Lajos, Földi Gábor, Harmati Mihály, Horváth Gyula Géza vajúrók; Kiss Sándor aknász; Kovács László, Lajtai István, Lipták László, Martus Mihály, Mudri Sándor, Nagy Imre, Orbán Lajos, Piroska Pál, Sógorka Ferenc, Szegedi József, Tóth Ferenc és Virizlai László vajúrók.

Öszinte fájdalommal emlékezünk a bányászunka áldozataira és részvételt osztunk a hozzátartozók gyászában.

Szerkesztő Bizottság

Bányatelepítések elvi alapjai, különös tekintettel az új eocén előfordulásokra*

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, Bányaműveléstan Tanszék, Miskolc)

A szerző az új eocén lelőhelyekre telepíthető hőerőmű esetében — az általa már korábban publikáltak alapján — regressziós költségfüggvénnyel cáfolja a hőerőműtelepítéssel foglalkozó szakemberek véleményét, mely szerint csak egy 2000 MW-os hőerőmű lehet gazdaságos.

Bizonyítja, hogy a fajlagos költségek számottevően csak abban az esetben rosszabbak az optimálisnál, ha a kapacitás 50%-nál nagyobb mértékben tér el az optimálistól.

A nagygyűházi bányatelepítés példáján bemutatja az eocén bányatelepítésnél alkalmazott és a mozgatósi költségek minimumán nyugvó telepítés analitikai módszerét, a föld alatti főgerincvágatok és a szállítóakna helyének kijelölésére.

* „Az eocén szénbányászat fejlesztése” címmel Tatabányán, 1977. április 19—20-án megtartott országos szakmai napokon elhangzott előadás. (Szerk.)

Új bánya telepítésének előzetes vizsgálata, az alapvető koncepció kialakítása, néhány fontos kérdés köré csoportosul: meg kell határozni a bányauzem nagyságát, kapacitását, ki kell alakítani a fő bányatérsegek elrendezését, el kell végezni az előzetes gazdaságossági elemzést.

Az optimális termelési kapacitás meghatározásának módszere ismert. Az általános összefüggéseket természetesen megfelelően kell alkalmazni az egyes esetekre. A dunántúli új eocén előfordulásokra telepíthető bányauzemek célüzemek lesznek, hőerőművet fognak kiszolgálni, ezért elsődlegesen a hőerőmű optimális kapacitását kell vizsgálni. Ezt el is végeztem és az eredményről a BKL Bányászati 1974. évi 9. számában számoltam be. Ennek a vizsgálatnak különös indítéka volt, nevezetesen a hő-

erőművek telepítésével foglalkozó szakembereknek az állásfoglalása, hogy: legalább 2000 MW-os, 30 éves időtartamú hőerőmű, vagy semmi.

A hőerőművek telepítésével foglalkozó tanulmányok adataiból regressziós úton le tudtam vezetni a szükséges költségfüggvényeket, ezek alapján az optimális kapacitást. Ki lehetett mutatni egy érdekes összefüggést is: hogyan változik a fajlagos termelési költség (Ft/kWó), ha a kapacitás eltér az optimálistól. Az új eocén lelőhelyekre telepíthető hőerőmű esetében az alábbi számszerű összefüggésre jutottam:

$$\frac{k}{k_0} = 0,14 \left(\frac{T}{T_0} \right)^{0,84} + 0,86 \left(\frac{T_0}{T} \right)^{0,13}$$

ahol k a fajlagos költség, T pedig a kapacitás, az o index az optimumra utal.

Az összefüggés igazolja, hogy a két fajlagos költség viszonyában jelentős változás csak akkor következik be, ha a két kapacitás jelentősen eltér egymástól. Amíg a kapacitás az optimálistól 40–50%-kal tér el, addig a fajlagos költségben viszonylag csak kis változás áll elő. Erőművek esetében ennek úgy is kell lennie, mert a termelési költség zömét a tüzelőanyag-felhasználás adja, ez pedig közel proporcionális a termelt árammennyiséggel.

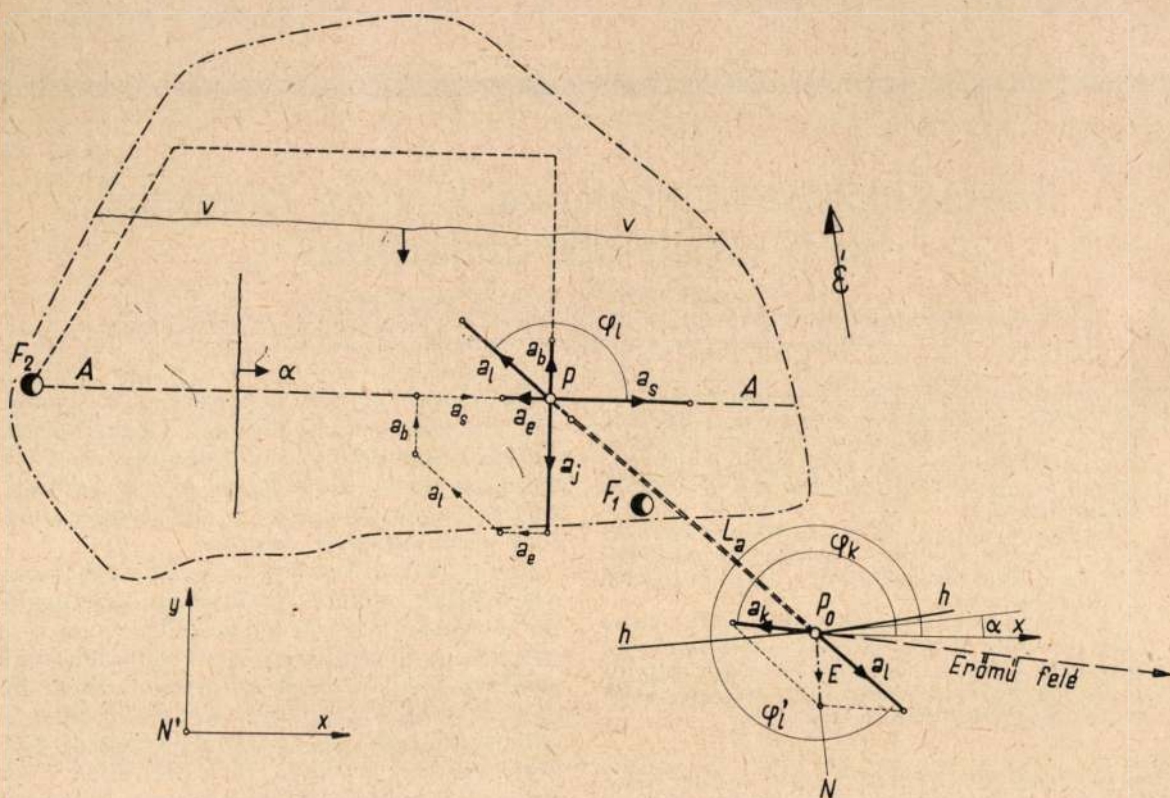
Röviden és egyszerűen szólva: ha például 2000 MW-os optimálisnak kimutatott erőmű helyett csak 1500 vagy akár 1200 MW-os erőművet telepítünk, a fajlagos költségben nincs különösen számottevő növekedés. Lényeges különbség akkor lenne, ha csak 200–400 MW-os erőmű lenne telepíthető. Megállapítható tehát, hogy a „2000 MW-os hőerőmű vagy semmi” véleményem nem állja meg a helyét.

Ezzel az állítással szemben ugyan a tervezett hőerőmű létesítésének jogosultságát nem kell megvédeni, csupán azért említettem, mert még a jövőben is sor kerülhet szénre telepíthető hőerőműre, de megemlítettem azért is, mert *elengedhetetlennek tartom, hogy életbevágó, alapvetően fontos döntéseket — ha úgy tetszik — tudományos alapokon nyugvó objektív vizsgálatok alapozzanak meg.*

A bányászati terület telepítését a terület megfúrása előzi meg. Ezzel kapcsolatban csak a *fúrás sűrűség* kérdését szeretném érinteni. Amíg az ásványvagyon mennyiségét és minőségét kell megbízható módon meghatározni, addig igaz az, hogy a megbízhatóság egy bizonyos sűrűségen túl már alig növekszik. Ha csak a mennyiség és a minőség megbízható megadása lenne egyedül a cél, a kevesebb fúrás is elegendő lenne. Elsőrangú érdek fűződik azonban ahhoz, hogy az előfordulás térbeli képeről, a kísérő kőzetek fizikai-mechanikai tulajdonságairól, a várható veszélyekről is megbízható képet nyerjünk.

A *bányatervezés* alapja a *rétegvonalas térkép*. Akik ezzel a problémával nemcsak egyszer, de többször is találkoztak, azok tudják igazán, hogy rétegvonalas térképet szerkeszteni nem egyszerű dolog. Az a tapasztalatom, hogy a kutatás közben, a már meglévő fúrólukak alapján szerkesztett rétegvonalas térkép annyiféle szokott lenni, ahányan csinálják. A fúrólukak sűrűségével addig kell elmenni, amikor már az egymástól függetlenül szerkesztett rétegvonalas térképek elfogadható módon hasonlítanak egymáshoz. A telepítéshez csak akkor lehet komolyan hozzáfogni, amikor ilyen térkép már rendelkezésre áll.

A telepítési munka az előfordulás föld alatti fel-



1. ábra

táró gerincvonal rendszerének megformálásával kezdődik és csak ezt követi a felnyitó fő bányatérsegek elhelyezése, és nem megfordítva. Ez elsősorban a lapos dőlésű előfordulásokra vonatkozik.

A föld alatti gerincvonalak elhelyezésénél az egyenesvonalúságra kell törekedni. Lapos dőlésű előfordulásokban ma már általános irányelvnek lehet tekinteni azt, hogy a főgerinc dőlésmenti vagy közel dőlésmenti legyen, az aknák pedig átlósan települjenek.

A szemléletesség kedvéért nézzük meg közelebbről például a nagygyházai előfordulást (1. ábra).

A rétegvonalas térkép alapján megállapítható, hogy a telepek nagyjából kelet felé dőlnek. Ennek megfelelően a főgerinc nagyjából K—Ny irányú lesz. Ha a területen nem lenne a $v-v$ törésvonal, akkor egyetlen főgerinc elégséges lenne, amelytől balra és jobbra lennének telepíthetők a kb. csapásmenti frontfejtések. A föld alatti főgerinc kialakítása a rajz alapján eléggé egyértelmű. Most már csak azt kell vizsgálni, hogy ez a gerinc önmagával párhuzamosan mozogva milyen helyzetben biztosítja a mozgatósi költségek minimumát?

Természetesen előzőleg rögzíteni kell a feltételeket. Legyen az az alternatíva, ami szerint a szállító akna lejtős akna, a szellőztetés diagonális, a szén pedig az erőmű megadott helyére kell szállítani, a lejtős akna nem harántolhatja a triászt, azaz szájnnyílása a $h-h$ görbén lehet, vagy attól északra.

A keresett P pont, mint a lejtősakna talppontja, az $A-A$ egyenes szakasz egy pontja, az erőmű megadott helye miatt a terület délkeleti negyedébe esik, a P_0 pont, mint a lejtős akna külszíni szájnnyílása, a $h-h$ görbe valamelyik pontja. Mozoghat tehát önmagával párhuzamosan az $A-A$ egyenes szakasz, rajta a P pont, és mozoghat a $h-h$ görbén a P_0 pont.

A levezetések bemutatásától el kell tekintenünk, mert arra itt nincs hely. Csak a végeredményre szorítkozunk.

A P és P_0 pontok akkor biztosítják a mozgatósi költségek minimumát, ha kielégül az alábbi egyenletrendszer:

$$\begin{aligned} a_s - a_e + a_l \cos \varphi_l &= 0 \\ a_b - a_j + a_l \sin \varphi_l &= 0 \\ a_l \cos (\varphi_l - \alpha) + a_k \cos (\varphi_k - \alpha) &= 0 \end{aligned}$$

Az egyenletrendszer akkor elégül ki, ha a P pontot támadó a_s, a_e, a_b, a_j, a_l vektorok eredője zérus, ugyanakkor a P_0 pontot támadó a_l, a_k vektorok eredője, E pedig a $h-h$ görbének a P_0 ponthoz rendelt normálisába (N) esik.

Az egyes vektorok skalárértékei rendre:

a_s	a_e	a_b	a_j	a_l	a_k
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$\frac{Q_s k_s}{Q k_1}$	$\frac{Q_e k_e}{Q k_1}$	$\frac{Q_b k_b}{Q k_1}$	$\frac{Q_j k_j}{Q k_1}$	1	$\frac{k_k}{k_1}$

A vektorok iránya a_s és a_e esetében az x -irány; a_b és a_j esetében az y -irány; a_l -nél az irányt a φ_l , illetve $(\varphi_l - \alpha)$ irány adja meg, míg végül a_k -nál az irányt $(\varphi_k - \alpha)$ irány szabja meg. A vektorok értelme a rajz alapján egyértelmű.

Q_j az $A-A$ -től jobbra eső, Q_b a balra eső kitermelhető szénvagyron, Q_e az ereszkés, Q_s a siklós mező kitermelhető szénvagyona, amikor $Q_b + Q_j = Q_s + Q_e = Q \cdot A$ k a fajlagos mozgatósi költséget (F_t/tkm) jelenti.

A vektorok skalárértékei relatív értékek, amikor az a_l vektor skalárértékét tekintettük egységnek. A feladat gyakorlatilag rajzban, iterációs eljárással oldható meg.

Eddig a föld alatti főgerinc és a szállító akna helyének kijelölését mutattuk meg. A többi akna helyének kijelölése már egyértelmű és célirányos lehet. Esetünkben az átlós szellőztetés elvét szem előtt tartva, a légakna (F_2) helye adott. Az F_1 beszálló, anyagleadó és meddő akna helyét a célirányosság szabja meg: ne érintse a triászt, kevés legyen a védőpillérben leköttött ásványvagyron, közel legyen a lejtős aknához, hogy az F_1 aknából megfelelő szinten kilépve a lejtős akna kihajtása megkönnyíthető legyen azzal, hogy több támadó felületet biztosítunk. E nélkül ugyanis a viszonylag hosszú lejtős akna kihajtása időzavart hozhatna létre.

Régebben felmerült egy olyan kritikai megjegyzés, ami szerint nincs értelme ilyesmivel foglalkozni, mert a fajlagos költség az idő függvényében változik. Sajnos, ez igaz, de ugyanakkor láthattuk azt is, hogy relatív értékekről van szó, a relativitás pedig lényegében független az időtől. Volt olyan kifogás is, hogy a kitermelhető vagyron sem határozható meg pontosan. Elég itt is csak a relativitásra utalni.

Az eocénprogram többi bányüzemének telepítésénél hasonló módon lehet eljárni. Ezeket azonban idő hiányában nem vehetjük sorra. Természetesen a feltételek, a premisszák mindenütt mások, de az elvi eljárás ugyanaz. Mindig pontot vagy pontokat kell keresni. Ezeket a pontokat vektorok támadják. Ha a pont szabadon választható, akkor a vektorrendszernek eredője zérus; ha a pont egy adott görbe vonalhoz, kényszerpályához kötött, akkor az eredő a normálisba esik. A vektorok skalárértéke mindig a megfelelő szénvagyron és a hozzá tartozó fajlagos mozgatósi költség szorzata, illetve ezek viszonya. A vektorok iránya mindig a mozgatósi irány, értelme pedig mindig arra mutat, amerre a mozgatósi költség növekszik. A vektorok tulajdonképpen irány szerinti differenciálhányadosok.

Az iterációs rajzi eljárás során, ha a keresett pont szabadon választható meg, az első lépésnél természetesen egy E_1 eredő keletkezik, a második lépés pontját az E_1 értelmével ellentétes irányban kell kijelölni, hiszen az E_1 irány szerinti differenciálhányadosok eredője, ez pedig a minimumponttól elfelé mutat. Ugyanilyen alapon: kényszerpálya esetén az új pontot az előző pont eredőjének a normálistól való elhajlásával ellentétes oldalon kell felvenni. Ezeket az elveket követve a keresett pontok viszonylag könnyen megtalálhatók.

A fajlagos mozgatósi költség természetesen függvénye az időegységben mozgatósi mennyiségnek és az út hosszának. Ezt a kettős belső függést figyelembe kell venni az iterációs eljárás során, mert az egyes lépésekhez más és más vagyron és

más és más úthossz tartozik. A kettős belső függést lépcsőről lépésre haladva ki lehet tehát elégíteni.

A mozgató költségeit egy viszonylag komplikált felület írja le. Jellemző erre a felületre, hogy a költség változása a minimum környékén nem jelentős. Következik ebből, hogy túlzott pontosságra törekedni gyakorlatilag nem szükséges, a rajzban elérhető pontosság a kívánalomnak megfelel. Ha azonban az optimumtól lényegesen eltérünk, a költség-növekedés is lényeges, hiszen az említett felület parabolikus jellegű.

A mozgató költségeinek minimumát meghatározó pont, illetve pontok kijelölése után célszerű a költségfüggvényt ábrázolni egy vagy több jellemző metszetben, azaz a parabolikus jellegű felületet metszeni lehet egy vagy több függőleges síkkal, esetleg tört síkkal. Elvileg magát a felületet is lehet ábrázolni, ez azonban rendkívül komplikált. Egy célszerűen kedvező metszet ábrázolása azonban egyszerű és célja az, hogy a függvény változását szemléltessük. Előfordulhat ugyanis, hogy az optimálisnak megismert pont vagy pontok gyakorlatilag nem jelölhetők ki, tőlük el kell térni. Az eltérés mértékében a metszet megadja a költségek változását. Általában az tapasztalható, hogy a költség-növekedés viszonylag kicsi, ha a ténylegesen kijelölt pont nem nagy mértékben tér el az elméletitől. Ezzel szemben viszont igaz az is, hogy jelentős eltérés esetén a költségnövekedés is jelentős, nagyobb üzem esetén milliárdos nagyságrendű növekedés is lehetséges.

Bányaüzemek létesítésével kapcsolatos gazdasági számításokról már sokat írtam. Itt most nincs arra mód, hogy a részletekbe belemenjek. Ezekben a vizsgálatokban igyekeztem feltárni a hivatalos vizsgálat módszereinek gyengeségeit és kimutatni azt, hogy a bányászati területén ezek az előírások nem alkalmazhatók sablonosan. Itt és most csak egy tényezőre szeretnék rámutatni. Az ún. *D*-mutató sablonos alkalmazása, az előírt intervallum és az ugyancsak előírt 12%-os kamatláb mellett, a bányászati beruházásokat igen rossz színben tünteti fel.

Egy nagyobb bányaüzem esetében az interkaláris idő elviszi az előírt 15 éves intervallumnak a felét. Ha a bányászati jellegéből kifolyólag azt is tekintetbe vesszük, hogy a felfutáshoz is évek keltenek, akkor a valóban számításba jöhető produktív évek száma tovább csökken.

Felírható a kamatos és a kamatosítás nélküli visszatérülési idők összefüggése:

$$t = \frac{1}{f(p-1)} \left(1 - \frac{1}{p^t} \right)$$

ahol *t* a kamatosítás nélküli, *t'* a kamatos visszatérülési idő, *p* a kamattényező, *f* az interkaláris tényező.

Az eocénprogram bányáinak esetében hozzávetőlegesen *f* ≈ 1,3 és *t'* ≈ 6–7 év. Ezeknek megfelelően *t* ≈ 3,2–3,5 év. Ez azt jelenti, hogy az üzem tiszta hasznának 3,2–3,5 év alatt meg kellene térítenie

a teljes ráfordítást. Azt hiszem, ma már világszerte sem igen lehetne találni olyan bányatelepítést, amely ennek a szigorú előírásnak meg tudna felelni.

A gazdaságosság megítélésében a szokványos mutatóknak persze lehet szerepe, de inkább csak a relatív összehasonlításban, amikor a több lehetőség között rangsorolni kell. A döntések alapját azonban ma már nem csak a mutatók képezik. Ez nemcsak nálunk van így, hanem más országokban is. Nagyon sokat lehetne erről a kérdéstről beszélni, de úgy gondolom, ez nem az én feladatom és különben is annyira benne élünk ebben a kérdésben, hogy különösebb újat mondani nem is tudnánk.

Az eocénprogrammal kapcsolatban még több kérdést lehetne szóvá tenni. Ezek közül röviden csak hármat emelnék ki, a *tektonika*, a *vízveszély* és a *közvetviszonyok* kérdését.

Az előfordulások részletes tanulmányozása azt sejteti, hogy a valóságos tektonika bonyolultabb lesz, mint azt az elkészült rétegvasal térképek feltételezik. Ez a körülmény a tömegtermelő munkahelyek (frontfejtések) kialakításának lehetőségét korlátozhatja, illetve a kifutási hosszak nem lesznek ideálisak. Persze a nagyobb fokú tektonizáltság a felfutási időt is kitolhatja, Nagyegyháza esetében pedig a bauxitfejtések megkezdésének időpontját késleltetheti.

A második kérdést alapvetőnek tartom. Meggyőződésem, hogy a felelős szakemberek jól látják a *vízveszély* kérdését, jól tudják, hogy e hatalmas vállalkozásnak ez a leglényegesebb és legkényesebb kérdése. Ennek megfelelően nagy gondot fordítanak az előzetes vízlecsapolásra és a megfelelő víz-emelési kapacitásra. Hogy mégis szóvá teszem, annak csupán az az oka, hogy a kérdés fontosságát hangsúlyozzam. Nagyegyházán, Mányon, Lencsehegyen az előzetes vízlecsapolási rendszer kiépítésének ellenére is lesznek vízbetörések a produktív területeken, a munkahelyeken is. Nagyon lényegesnek tartom a lecsapoló rendszer okos, veszélymentes és előzetes kiépítését, a víz derítését, a megfelelő vízemelési kapacitás kiépítését. Nem lehet helye sem a késésnek, sem a szűkmarkúságnak. Alapvetően tudomásul kell venni, hogy ezek nélkül nincs eocénprogram, alapvetően és maradéktalanul kell megvalósítani mindazt, amit a vízveszélyes bányászok parancsolólag előír.

A harmadik kérdést azért teszem szóvá, mert ez a probléma is jelenthet gondot, bár a program megvalósítását közelről sem érinti annyira alapvetően, mint a vízveszély. Eddig úgy tapasztaltam, hogy erről a kérdéstről kevesebb szó esett, mint amennyit megérdemelne. Igaz, hogy még nem késő. *Még megvan a mód arra, hogy az egyes rétegek szilárdsági viszonyairól jobb képet nyerjünk a mostaninál.* Emellett *többszörös* előfordulásokról van szó, így kiaknázhatók azok a művelési eljárások, amelyek az egyes rétegek és területek előzetes feszültségmentesítésében jól alkalmazhatók lesznek.