

MÉRNÖKGEOLÓGIAI

SZEMLE

A Magyarhoni Földtani Társulat
Mérnökgeológia - Építésföldtani
Szakosztályának időszakos kiadványa.

Szerkeszti a Szakosztályvezetőség közreműködésével:
DR. GRESCHIK GYULA

24.

Kézirat

Budapest, 1979 október hó

MÉRNÖKGEOLÓGIAI SZEMLE

A MAGYARHONI FÖLDTANI TÁRSULAT

Mérnökgeológia - Építésföldtani Szakosztályának
időszakos kiadványa

Szerkeszti a Szakosztályvezetőség közreműködésével

Greschik Gyula

24.

Kézirat

Budapest, 1979. október hó



TARTALOMJEGYZÉK

A Magyarhoni Földtani Társulat Mérnökgeológia - Építésföldtani Szakosztálya, és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Bányászati Szakosztálya által szervezett "Mérnökgeológia a bányászatban" című, 1979. október 4-5-én megtartott ankét anyaga.

	Oldal
Kertész Pál:	
A MÉRNÖKGEOLÓGIA AZ ÉPÍTŐANYAGBÁNYÁSZATBAN (Összefoglaló előadás)	7
Badinszky Péter - Faics Iván :	
KŐ- ÉS KAVICSBÁNYÁK MŰVELÉSÉNEK ÉS UJRAHASZ- NOSÍTÁSÁNAK EGYES MÉRNÖKGEOLÓGIAI KÉRDÉSEI	23
Gálos Miklós:	
AZ ÉPÍTŐKŐKUTATÁS VIZSGÁLAT KÉRDÉSEI AZ UJ SZABVÁNYRENDSZER ALAPJÁN	31
Marek István:	
FELTÁRT KÖZETVAGYON MINŐSÉGI ÉRTÉKELÉSE	43
Juhász József:	
KÜLFEJTÉSEK MÉRNÖKGEOLÓGIAI VIZSGÁLATA (Összefoglaló előadás)	53
Farkas Béla - Feigly Béla:	
MEDDŐHÁNYÓK RENDEZÉSI ÉS HASZNOSÍTÁSI LEHETŐ- SÉGEI	73
Vass Gyula:	
HULLADÉKOK ELHELYEZÉSE BÁNYÁSZATI TÉRSÉGEK- BEN	87
Horváth Zsolt - Kenézlői László:	
AZ ÓBUDAI (UJLAKI I.) FELHAGYOTT AGYAGBÁNYA REKULTIVÁCIÓS TERVEZÉSÉNEK ELŐMUNKÁLATAI	93

	Oldal
Szabó Imre:	
EGYSZERŰ NYIROGÉPEN VÉGREHAJTOTT FOLYÁS- ÉS KUSZÁSVIZSGÁLATOK	111
Deák János - Madai László - Molnár Imre - Szlabóczky Pál:	
KÜLFEJTÉSES LIGNITTERÜLETEK MÉRNÖKGEOLOGIAI KUTATÁSA ESETTANULMÁNYOK TÜKRÉBEN	127
Bogár Sándor - Moyzes Antal :	
BÁNYAMŰVELÉS ÁLTAL KIVÁLTOTT FELSZIN - MOZGÁSOK	153
Gondozó György:	
AZ ÉPÜLŐ MÁRKUSHEGYI EOCÉN SZÉNBÁNYA BÁNYA- FÖLDTANI MUNKÁI	169
Sinyei István:	
PUTNOK - MOCSOLYÁS FÜGGŐAKNA TENGELYFURÁSÁ- BAN ÉS A FURÁSBÓL SZÁRMAZÓ MINTAANYAGOKON VÉGZETT KÖZETMECHANIKAI VIZSGÁLATOK FOLYAMÁN FELMERÜLT GYAKORLATI KÉRDÉSEK	175
Somosvári Zsolt:	
KÖTÖTT TALAJOK TÉRFOGATVÁLTOZÁSÁNAK ELMÉ- LETI ÉS GYAKORLATI KÉRDÉSEIRŐL	199
Vass Gyula:	
BÁNYANYITÁSOK MÉRNÖKGEOLOGIAI ELŐKÉSZITÉSE	213
Tassy Mihály:	
FEDŐBEN LEVŐ KAVICS VAGY KOHÉZIÓ NÉLKÜLI ÜLE- DÉKES ANYAG SZILÁRDITÁSI LEHETŐSÉGEI; AZ EDDIG LEFOLYTATOTT KISÉRLETEK ÉS TOVÁBBI KUTATÁSI FELADATOK	219
Horváth Gyula:	
FELSZÓLALÁS	237
Ács Endre és Lantos Miklósné:	
HOZZÁSZÓLÁSOK	239

Galli László

1904 - 1979.

A szeretetről, a barátságról, arról a mélyen gyökerező tiszteletről, amelyet Társulatunk minden tagja érez - aki valaha is együtt munkálkodott Galli Lászlóval - teszünk tanuságot, amikor fájdalommal telten bucsuzunk tőle.

Galli Lászlónak kiváló embersége, minden cselekedete, megnyilvánulása, spontán őszinte humánus sugárzást, lebilincselve munkatársait, hallgatóit, vitapartnereit egyaránt.

A jelenségeket megfigyelő, az összefüggéseket kereső és megtaláló, mindig eleven, szintézisre törekvő szelleme mindannyiunk eszményképe volt és marad.

Szeretett Laci-bátyánk elhunytában egész Társulatunkat érte súlyos veszteség. Gyászoljuk benne a kiváló mérnököt, az elismert talajmechanikust, geológust, azt a klasszikus értelemben vett mestert, aki korát megelőzve sikeresen ötvözte a két tudomány szemléletét, gondolkodásmódját. Mesterünk volt, mert munkáját mindig tanítva végezte. Öröme a felismerés és annak továbbadása, önzetlen hasznosítása volt. Tudása, tapasztalata gazdaságát sugározta munkatársaira, egyetemi növendékeire, társulati előadásainak mindig népes hallgatóságára. Tanított számos írásával, szakkönyveivel is. Ezek mindegyikében ujjat, haladót, előbbre vivő eredetét nyújtott olvasóinak.

Termékeny élete gyümölcsei testet öltöttek szerte az országban. A földanyagok műszaki vizsgálatának hazai uttörőjeként meghatározó szerepet vállalt utak, hidak, épületek létrehozásában. Legjelentősebb munkái a vízépítéshez fűződnek. Műtárgyak, vizkutatások, gátak és csatornák, árvízvédelmi művek szinte végnélküli sora valósult meg keze nyomán.

Alkotó keze immár megpihent, alkotó szelleme azonban - amelynek gyümölcseiből olyan bőkezűen juttatott mindannyiunknak - tovább él és munkálkodik.

Galli László köszönjük életedet, köszönjük mulandó életed maradandó műveit, melyekben mindig közöttünk leszel. Pihenj a jó sáfár nyugalmával.

Herzog Henrik

A MÉRNÖKGEOLÓGIA AZ ÉPÍTŐANYAGBÁNYÁSZATBAN

Kertész Pál

(Budapesti Műszaki Egyetem)

A mérnökgeológia minden olyan műszaki tevékenységben jelentős helyet foglal el - vagy kellene elfoglaljon -, amely közvetlen kapcsolatba kerül a földkéreggel. Így a mérnökgeológia lényegénél fogva szerepet játszik a bányászat különböző ágazataiban is: a kérdés ezzel kapcsolatban csak az, hogy a mérnökgeológia fontosságát felismerjük -e és így a mérnökgeológiai problémák megoldásához mérnökgeológiai szempontokat, s tevékenységet alkalmazunk-e avagy pedig nem. Mivel a mérnökgeológiai jellegű problémák más módszerekkel való megoldása esetenként műszakilag helytelen, gazdaságtalan vagy nem kellően biztonságos megoldást eredményez, a mérnökgeológiával foglalkozók kötelezettségei közé tartozik az is, hogy a mérnökgeológia problémamegoldási lehetőségeit hangsúlyozzák. A Földtani Társulat mérnökgeológiai szakosztálya e célból javasolta az ankét megtartását, hogy így áttekinthessük az e téren elért eredményeket és az előttünk álló feladatokat.

Az ankét előkészítő bizottsága a témaköröket az építőanyagbányászat, a külfejtések és a mélybányászat címei köré csoportosította. Mivel egy ilyen osztályozás sohasem teljesen egyértelmű, az átfedéseket úgy küszöbölhetjük ki, hogy a külfejtések sorához csatolta a bányagödrös építőanyagbányászatot, azaz a kavics- és agyagbányászatot is, ahol a talajviznek jelentős lehet a szerepe. Így szekciónk tárgyalási körét a bányafalas építőanyagbányászatban jelölte meg. E témakört általában kőbányászat néven is összefoglalhatjuk, de lényegét tekintve ide tartozik a külszíni ércbányászat (pl. sziderit, bauxit) is, és természetesen mind az építési kőanyagok, mind az építőanyagipari nyersanyagok bányászata is.

A mérnökgeológiát tevékenységünk alapjaként általában egységesen értelmezzük, de többféleképpen definiáljuk: a definíciók különbözősége gyakran a feladatok megoldásának különböző módjait is jelenti, de gyakran a feladat maga is más és más mérnökgeológiai definícióhoz áll közelebb.

Általánosan azt mondhatjuk, hogy a mérnökgeológia a földkéreg és a műszaki létesítmények kölcsönhatását vizsgálja a lehetőségekhez képest kvantitatív módon, de mindenképpen a földtani alapokra támaszkodva. Ez a megfogalmazás általánosságban érvényes, de a mérnöki építési tevékenység során közel azonos a geotechnika tárgykörének szokásos definíciójával. Így jobbára két további értelmezés tekinthető általánosnak. Az első definíció szerint a mérnökgeológia az aktív geodinamikai folyamatok kvantitatív értelmezésének tudománya. Ez a definíció azt fejezi ki, hogy a vizsgált esetben a geodinamikai folyamatok jelentősek és hatásuk a műszaki létesítményre számottevő, de ugyanakkor a létesítmény visszahatása sem elhanyagolható.

A második értelmezés szerint a mérnökgeológia feladata a földkéreg kérdéses téreleméről egy olyan földtani modellt alkotása, amelynek egységeit - pl. kőzetestjeit - a földtani adatokon kívül a műszaki létesítmény szempontjából fontos tulajdonság-paraméterek vagy azokból képzett minőségi mutatók jellemzik. A tulajdonság fogalmába itt a lehetséges változásokat kifejező jellemzőket vagy tendenciákat is beleértjük. Ebben az értelmezésben a mérnökgeológiai tevékenység eredménye egy tulajdonságeloszlással kiegészített földtani modell.

E témakörben az építőanyagbányászat mérnökgeológiájához a második értelmezés áll közelebb: a geodinamikai folyamatok sebessége a jobbára összeálló kőzetekből álló, talajvíz-fölötti bányauregekben csekély, a bányászat szempontjából viszont meghatározó fontosságú a különböző kőzet-tulajdonságok összessége.

A továbbiakban az építőanyagbányászat mérnökgeológiai tevékenységét a bányafalas külfejtésekre szorítkozva végezzük el, nem foglalkozunk a már említett kavics- és agyagbányászattal. Megállapíthatjuk, hogy a speciális (pl. vágat vagy akna-jellegű) építőanyagbányászat problémái a mélyműveléshez hasonlítanak inkább, vagy pedig a pinceüregek kérdéseire kapcsolódnak. E bányászati jelleggel a szekció keretében szintén nem foglalkozunk.

A mérnökgeológia feladata

A vizsgálandó kőbánya olyan mérnökgeológiai modellel közelíthető, amelynek sajátosságait tevékenységünk különböző szakaszaiban eltérően kell meghatározni és értelmezni.

1. A mérnökgeológia a kőbánya helykijelölése alkalmával azon térelem kiválasztását végzi, amelyből - egyéb feltételek egyidejű teljesülése mellett - a szándékolt célnak megfelelő minőségű és mennyiségű kőanyag gazdaságosan kitermelhető. Ekkor a mérnökgeológia alapvetően kutatási és feltérési tevékenységgel szerepel, a munka során támaszkodik az általános földtani és kőzettani adatokra, elemzi az előzetes megfontolások alapján kijelölt területek kőzeteit, azok térbeli elhelyezkedését, tulajdonságait.

Ezen fázisban a mérnökgeológiai tevékenység eredménye egy olyan mérnökgeológiai modell, amelyben a különböző tulajdonságokat valamilyen minőségi kategória reprezentálja a bánya tervezéséhez elegendő pontossággal.

2. A mérnökgeológiai munka második egysége a meglévő bányaureg, illetőleg ebben a rendszerben a bányafal állékonyságával kapcsolatos. Ide sorolhatjuk - tágabb értelemben - az állékonyság szándékolt, üzemszerű megbonthatását, a robbantást vagy a fejtés más módszereit, amelyek során a kőzet összefüggésének megszakítása a célunk. Ezen tevékenység mellett teljesebb mérnökgeológiai elemzéssel vizsgáljuk a bányafal állékonyságát. Ebben az

elemzésben már kőzetmechanikai módszereket is alkalmazunk és ez az elemzés szorosan összefügg a kőzet tényleges kifejlődésének, tagoltságának analizisével.

3. A harmadik tevékenység-sor a kőbánya és környezete kapcsolatának és kölcsönhatásának még kellően ki nem dolgozott mérnökgeológiai elemzése. Ennek keretében válik lehetségessé a bányaureg és a tájjelleg antagonizmusának optimális kompromisszumát kijelölni. Ezen belül mérnökgeológiai tevékenység szükséges a meddőelhelyezéshez, beleértve a meddőhányók állékonysági vizsgálatát is, és e témakörökben tartozik a felhagyott kőbányák és a környezet közötti ellentmondás feloldása, a rekultiváció is. Ebben a témakörökben a mérnökgeológia szorosan kapcsolódik a környezetvédelem egyéb feladataihoz.

A többi bányászati és építési mérnökgeológiai tevékenységgel ellentétben a kőbányászati mérnökgeológiának a talajvizfelettség az alapvető sajátossága. Amíg a mélybányászatban vagy a külfejtésekben a földalatti vizek jelentik az egyik legnagyobb problémát, a kőbányászat során a talajvíz általában a művelés alsó határát jelenti. Jól megfigyelhető ez például a régi kőbánya bányapincék kialakításában. A talajvízszint-alatti kőbányászat csak addig lehetséges, amíg a bányauregből a vizet gazdaságos és hatásos módon el lehet távolítani, a viztartás vagy vizalatti fejtés nem jönnek számításba.

A kőbánya mérnökgeológiai elemzésének további sajátossága az időlegesség: a bányafal csak rövidebb-hosszabb, de mindenképpen korlátozott ideig kell, hogy állékony legyen, amellet a bányaureg vagy bányafal állékonyságának általában nincsen a környékre kiható változtató hatása. A meddőhányók állandó változása csak felhagyott bányákban szűnik meg és válik a mesterségesen kialakított domborzat konzerválandóvá.

A kutatás fázisa

A mérnökgeológiai tevékenység legelső fázisa még nem választható el határozottan az általános földtani nyersanyagkutatás hasonló tevékenységétől. A földtani kutatást általában gyakorlati tapasztalatok, esetleg elméleti földtani-kőzettani megfontolások által kijelölt helyeken végezzük. A mérnökgeológiai tevékenység a jelenlegi hazai gyakorlatban akkor kezdődik el, amikor a kutatási hely kijelölése már megtörtént. A különböző - és mérnökgeológiai értékkel rendelkező - kőzetkataszterek hivatottak arra, hogy a helykijelölésénél is érvényesítsék az optimalizálás mérnökgeológiai szempontjait is.

A földtani jellegű kutatások az országban már évtizedek óta céltudatosan és közismerten folynak, végrehajtásukat egyértelmű szabályok irányítják. Ezek általában alkalmasak arra, hogy a kutatási területen belül földtani és kőzettani megfontolásokkal kijelöljük azokat a kőzettesteket, amelyek a bányatevékenység létesítése szempontjából már számításba jönnek. E kutatási munkánk megbízhatóságát és pontosságát ebben a rendszerben az ismeretességi kategória többé-kevésbé hiven fejezi ki.

E földtani kutatás közvetlen eredményeképpen egy olyan földtani -kőzettani modellt alkotunk, amely térben és kőzettani (nem kőzetfizikai) minőségében határozza meg a kutatott ásványvagyont. Így az eredmény még nem mérnökgeológiai, hanem földtani vagy alkalmazott földtani modell. Ezt mérnökgeológiai szempontokból még további adatokkal kell kiegészítenünk, olyan adatokkal, amelyek lehetővé teszik, hogy előzetesen megbecsülhessük azt, hogy a kérdéses kőbányában - adott technológiával - készíthető termék milyen minőségű lehet. Ez az extrapolálás is elválasztja általában a kőbányászattól az egyéb bányászati ágaktól, lévén ebben az összefüggésben lényegesen több a bizonytalansági tényező: egyébként ez az összefüggés gyakran teljesen egyértelmű és egyszerű.

A kutatási munkákkal közvetlenül kiemelt mintákon vagy valamilyen közvetett (pl. geofizikai) in situ módszerrel végrehajtott mérés alapján a kőzettest egy meghatározott térelemének tulajdonságát határozhatjuk meg. Laboratóriumi vizsgálat esetén ez mindig a kőzet egy tagolatlan, homogén egysége (tömbje, darabja, vagy halmaza), a közvetett vizsgálatok esetén pedig a kőzettest egy nagyobb, esetleg tagolt vagy heterogén egysége. Ebből következik az, hogy a szabatosabb laboratóriumi vizsgálatok eredményei nehezebben általánosíthatók a kőzettest vagy kőzettömeg egészére és kevésbé alkalmasak a heterogén kőzetekben a változások kimutatására, míg a közvetett vizsgálatok nagyobb egységekre érvényes, átlagoló adatai az ép kőzettömb sajátosságait kevésbé hiven tükrözik.

A mérnökgeológiai feladat során ennek az összefüggésnek meghatározása legfontosabb célunk. Ennek egyik nehézségét az jelenti, hogy a termék tulajdonsága csak a tökéletesen homogén kőzetvagyon esetén egyezik meg az ásványvagyon megfelelő térelemének tulajdonságával. Ha különböző minőségű kőanyagokból (vagy egy kőanyag különböző - pl. mállottsági - változataiból) áll az ásványvagyon, akkor a termékben, illetve annak különböző fajtáiban vagy osztályaiban a kőzetminőség eloszlása nem lesz egyenletes.

A zuzottkőgyártás során pl. a többszöri törés és osztályozási művelettel olyan terméksor áll elő, amelyben a nagyobb szilárdságú szemcsék, darabok a nagyobb szemnagyságú, és ismételt töréssel előállított frakciókban dúsulnak fel, a kisebb szilárdságú szemcsék pedig az első fokozat legkisebb szemnagyságában szerepelnek legnagyobb mértékben. Így ebből látható, hogy a terméktulajdonságokat

a tagolatlan kőzettömb minősége

és

a tagolatlan kőzettömb egyenletessége

együttesen szabják meg. A tagolatlan kőzettömb nagysága csak a termék előállíthatóságának korlátját jelenti. A kőzettömb tulajdonságait a próba-

testek vizsgálatával jól jellemezhetjük, míg nagyságát a furásmagok tagoltsági felvételével határozhatjuk meg.

Zuzottkőgyártás esetén a termék annál jobban közelíti meg a nagyobb szilárdságu kőzettömbök minőségét, minél több fokozatban történik a törés. Így az ásványvagyon átlagos tulajdonságaival nem jellemezhetjük jól az előállítandó termék tulajdonságait: az építőanyagbányászat kővagyon mérnökgeológiai-kőzetfizikai szemléletű elemzése sajátos mintavételi és vizsgálati igényeket támaszt.

A mintavétel e kutatások során olyan kell legyen, hogy a fenti kérdésre egyértelmű választ lehessen a vizsgálatok eredményéből kapni. A hazai kutatásoknál már hosszabb ideje alkalmazott gyémántkoronás furás közel teljes magkihozatala azt eredményezi, hogy mind a tagoltságra mind pedig a tömbtulajdonságra és egyenletességre megbízható adataink állnak rendelkezésre.

A szokásos bányászati kutatásoknál nem szükséges ennél nagyobb mintavételi pontosság, különös igények esetén itt is alkalmazhatjuk az u.n. integrált furást. Ennek alapelve az, hogy a furás kettős; az első, nyitható magcsővel lemélyített furást szakaszonként egy második furással körül furjuk és a belső magcsőben lévő mintát vesszük figyelembe. Így nemcsak a magkihozatal teljes, hanem a kőzet települése, szerkezete, tagoltsága is közvetlenül megfigyelhetővé válik.

A hazai ásványvagyongutatói előírások már hosszabb ideje szabatosan rendelkeznek a kutatási módszerekről, feltárásokról és értékelésről, de a legutóbbi időkig részletesen nem szabályozták az ásványvagyong mérnökgeológia-kőzetfizikai értékelését. Így a kőzetvizsgálatok összeválogatását, végrehajtását és értékelését a különböző vizsgáló intézmények saját elképzeléseik és hagyományaik szerint hajtották végre. Ennek a rendszerte-

lenségnek a felszámolására került kidolgozásra az építési kőanyagok szabványosora, amely a termékek ide nem tartozó szabályozása mellett mind - azon előírásokat is tartalmazza, amelyek a kőbányászati kutatással kapcsolatos mérnökgeológiai tevékenységhez tartoznak. A szabványok jelentős része már megjelent, egyes lapok még a nyomdai vagy szerkesztési munka közben állnak.

E szabványokban előírásokat találhatunk a mintavételre, az elvégzendő vizsgálatok összeválogatására, a vizsgálatok végrehajtására és értékelésére. (1.sz. táblázat).

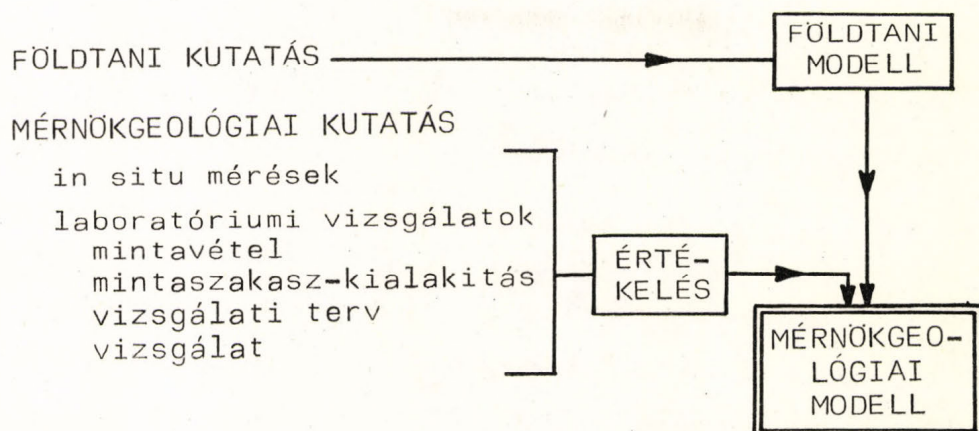
A mintavételi előírások lehetővé teszik az előbb megfogalmazott alapkérdés megválaszolását, rendelkeznek arról, hogy a furási mintákat hogyan lehet egységesen kezelhető mintaszakaszokra, mintacsoportokra osztani. Ez egyszerű település esetén a homogén kőzettestek határainak kijelölését jelenti.

Az adott esetben végrehajtandó vizsgálatok sorának kijelölését a szabvány az előállítandó terméknek megfelelő hatáselemzés alapján hajtja végre. Így az általános építési megismeréshez szükséges nagyobb terjedelmű vizsgálatok mellett a különböző termékfajták nyersanyagainak kutatása során sajátosan, felhasználás-függő vizsgálati terveket ír elő.

A szabványsor egy területen nem tekinthető még teljesnek, még pedig az ásványvagyon mérnökgeológiai értékelése szempontjából. Az előírt vizsgálatok elvégzése során bármely szándékolt felhasználás esetén is nagyszámu tulajdonságot jellemzünk különböző mutatókkal, ezek tendenciái gyakran nem is egyezők.

Az ásványvagyon pedig csak akkor értékelhető szabatosan és áttekinthetően, ha egy - homogénnek tekintett - kőzettestet összehasonlításra alkalmas, de egyértelmű minőségi jelzéssel veszünk figyelembe. A tulajdonságértékek helyett azokból képzett minőségi mutatókat kell majd kidolgoznunk.

K U T A T Á S I F Á Z I S



1. sz. táblázat

A hazai kőbányászati mérnökgeológia egyik feladata éppen az, hogy egy olyan minősítési rendszert dolgozzon ki és alkalmazzon, amelynek révén lehetővé válik az, hogy a kutattott ásványvagyon földtani-kőzettani alapon kijelölt minden kőzettestjét egy általánosan értelmezhető minőségi mutatóval fejezzünk ki. Csak egy ilyen rendszer kidolgozásával tekinthetjük befejezettnek a mérnökgeológiai kutatást és tervezhetjük meg magát a bányát és annak technológiáját. Az előzőekben megfogalmazott mérnökgeológiai modell kőzettestjeinek tulajdonságát ebben az esetben e minőségi mutatók adják.

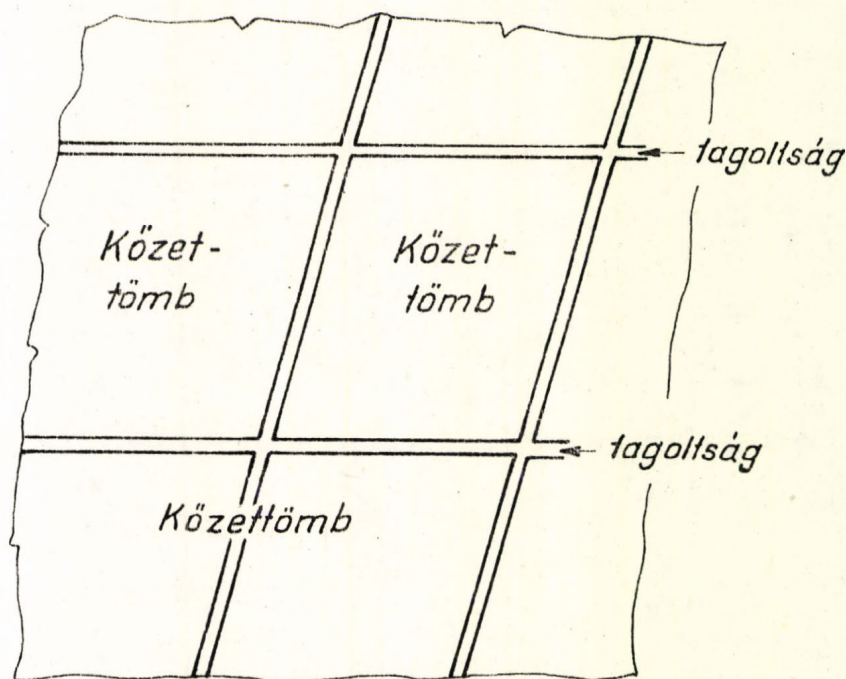
A bányafal problémái

A megnyitott kőbánya kőzetvagyona a bányafal révén kerül a termeléssel közvetlen kapcsolatba. A bányafallal kapcsolatban mérnökgeológiai feladatunk kettős: ki kell alakítanunk egy olyan bányafalat, amelyből a szükséges mennyiségű kőanyagot úgy választhatjuk le, úgy jöveszthetjük, hogy a bányafal egyébként az előtte folyó munkák biztonságos elvégzését lehetővé tegye, azaz kellőképpen állékony legyen. A két feladat ugyan hasonló alapelvekkel oldható meg, de a fejtés és állékonyosság szem -

pontjából a kritikus tényező nem mindig azonos, és így a két feladat közötti kapcsolat nem minden esetben szoros.

E két tényező közül eddig nálunk inkább a jöveszthetőség kérdéseivel foglalkoztak, de a művelés gazdaságossága és biztonsága szempontjából több gondot kell fordítanunk a bányafal állékonyságának elemzésére.

Mindezen feladatokhoz azonban a bányafal kőzetanyagának megfelelő modellezése is szükséges. A mérnökgeológiai-kőzetfizikai kőzetmodellben a vizsgálható alapegység a tagolatlan, folytonos kőzettömb, ezen - egynemű vagy különböző minőségű - kőzettömböket a folytonossági ugrások, diszkontinuitások választják el egymástól, így a kőbányászat kőzettestet gyakorlatilag minden esetben tagolt.



1. sz. ábra

A kőzettömb olyan egységeit, amelyeken belül a kőzettömb és a tagoltság jellege - a vizsgálódás megszabta kereteken belül - egységesnek tekinthető nevezzük kőzettesteknek. A kőzettömb így kőzettani-kőzetfizikai, a kőzettestet pedig mérnökgeológiai-kőzetmechanikai szempontból tekinthető egységnek.

A szokásos, mondhatnánk hagyományos felfogás szerint a kőzet tulajdonságai a tömbtulajdonságokkal azonosak és bármely robbantási vagy állékony-sági feladatot a tömbszilárdsági tulajdonságok alapján igyekeztek megoldani. Ez a lehetőség természetesen fennáll minden olyan esetben, amikor a tagoltság elhanyagolható, vagy a kőzet ténylegesen folytonos, tagolatlan. A kőzettömb tulajdonságai ugyanis a tagolatlan kőzetre, kőzettömegre - a mérethatás figyelembevételével - közvetlenül extrapolálhatók.

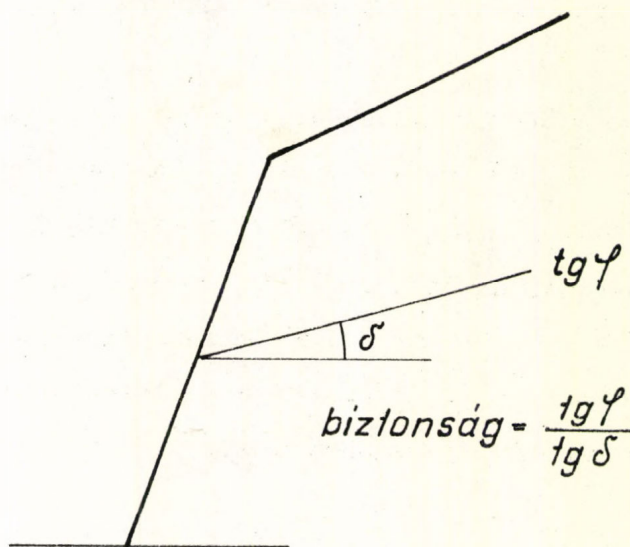
A tagoltság meghatározása mind geometriai mind pedig szilárdsági jellemzést igényel. A tagoltság geometriai jellegét kifejezhetjük a tagoltság (repedezettség) valamilyen leíró jellegű adatával is (pl. repedéstávolság, repedésgyakoriság), de a legszabatosabban a térfogategységben huzódó tagoló felületek felszínének fajlagos mérőszámával jellemezhetjük. Az állékony-sági feladatoknál minden esetben, a jöveszthetőségi elemzéseknél gyakran az- zal is foglalkoznunk kell, hogy a tagoltság térbeli helyzete hogyan viszonyul a bányafal térbeli helyzetéhez. A tagoltsági rendszer vizszállításában vagy a robbantási gázok elvezetésében a tagoltság réstérfogata, azaz tágassága is szerepet játszik.

A tagoltságmenti szilárdsági tulajdonságok közül az elmozdulással szembe- ni ellenállást kell meghatároznunk, ezt az ellenállást mind nyirószilárd- ságként mind pedig surlódási ellenállásként értelmezhetjük.

A jöveszthetőséget a tagoltság a különböző robbantási rendszereknél elté- rően befolyásolja. Nagykamrás robbantásnál a koncentráltan jelentkező gáztömeghez viszonyítva a tagoltsági réstérfogat elhanyagolható, így a tagolt- ságnak csak szilárdsági minimum-jellege mértékadó. A szükséges töltet - mennyiség így a tagoltság fokozódásával csökken, egyébként azonos kőzetfi- zikai jellemzők esetén az igen tagolt repedezett kőzetben az ép, tagolatlan kőzethez viszonyítva akár 30 százalékkal is.

Az oszlopos robbantási rendszerben a töltetek kisebbek, a gáztérfogathoz képest a csatlakozó tagoltsági réstérfogat már jelentékeny lehet, ezért a tagoltság a robbantás hatásfokát lényegesen csökkenti. Így - szintén azonos egyéb körülmények esetén - az igen tagolt, repedezett kőzetben a furólyukak sűrűsége (azaz a többlet mennyisége) a tagolatlan, ép kőzethez viszonyítva akár duplájára is emelkedhet. A robbantási munkák tervezésében általában megelégszünk a tagoltság leíró jellegű jellemzésével, a falállékonysági vizsgálatoknál a zonban már ennél szabatosabb meghatározásra is szükség van. A robbantási képletekben, előírásokban egyébként a kőzetek szilárdsági tulajdonságai közül leggyakrabban a nyomószilárdság és a rugalmassági modulus szerepel, egyes esetekben a testsűrűséget is figyelembe veszik.

A tagolatlan kőzetben kialakított bányafal függőleges magasságának a kőzetanyag egyirányu nyomószilárdsága szab elvileg határt, de ennek értéke már 10 MPa nyomószilárdság esetén is 400 m körüli, és így gyakorlati szempontból figyelembe nem vehető érték. A tagoltság egyszerűbb eseteiben már számításokkal is meg tudjuk állapítani egy bányafal állékonyságát (a tagoltságmenti elmozdulás feltételezésével), vagy legalábbis azt meg tudjuk becsülni, hogy egy adott változtatással romlik vagy javul a biztonság. Szabatos számítás csak a bányaudvar felé dőlő, a bányafallal azonos csapásu felület esetén lehetséges, ha a felületmenti ellenállást is ismerjük (2. ábra).

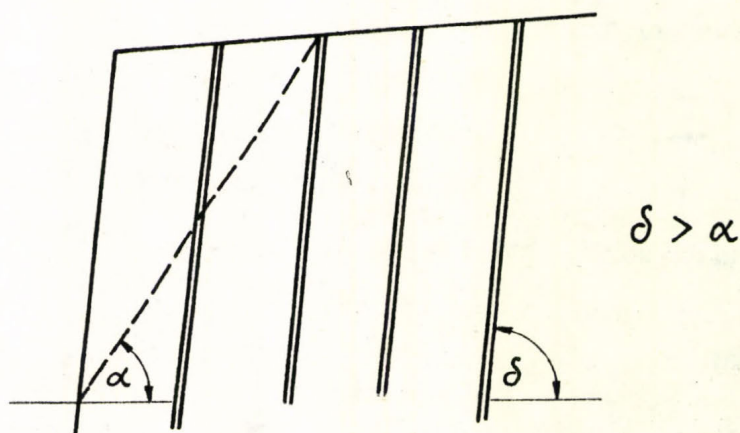


2. sz. ábra

Bebizonyítható, hogy egy ilyen jellegű bányafal esetén a felületmenti elmozdulással szembeni biztonság kizárólag a tagoló felület surlódási tényezőjének és a dőlésszög tangensének viszonyától függ és elvileg teljes mértékben független mind a bányafal hajlásától mind pedig a bányafal magasságától. A kérdést bonyolítja az, hogy a sztatikus feltételezéssel szemben a további robbantások során járulékos - és nehezen számítható - dinamikus erők is szerepet játszanak. A tagoltságmenti ellenállást a víz hatása akkor változtatja jelentősen, ha a tagoltságmentén agyagos - vagy egyéb vízérzékeny - kitöltés húzódik.

Ilyen egyszerű számításokat homogén tagoltsági rendszer esetében végezhetünk el: a szabályos elválású gránittömegek, a nagytömegű, egyenletesen rétegzett mészkövek vagy homokkövek alkalmasak e szempontból. A hazai kőbányászatot azonban általában az egyszerűen nem modellezhető tagoltsági rendszer jellemzi, mind a gyakori kiömlési kőzeteink, vagy a mészkőbányáink jelentős része szabálytalanul és viszonylag sűrűn tagoltak, a kőzet állékonyságát nem tudjuk egy kiválasztott felületi ellenállás alapján meghatározni. Az ilyen bányafalak állékonysági vizsgálatai már közelebb állnak az élésszemű halmazokéhoz, az eredményben a fal magassága és hajlása mindenképpen lényeges szerepet játszik.

A falhajlás mértékét nálunk a kőzet tagoltsági rendszerétől független előírások szabják meg. Ezek általában meg is felelnek a tapasztalatok alapján kialakult biztonsági igényeknek. Probléma csak ott adódik, ahol a tagoltsági rendszer valamely fősíkja és az előírt falhajlás hegyesszöget zár be egymással. (3. sz. ábra). Ilyenkor az előírás szerű kiképzés jelentős tömbvesztést eredményez, emellett sok a bizonytalan helyzetű leesésre hajlamos kőzettömb. Ilyen esetekben egyedi mérlegeléssel kellene eldönteni azt, hogy mi a célszerűen kialakítandó falhajlás: az kövesse-e a tagoltsági rendszert vagy pedig az egyébként előírtnál kisebb hajlás alkalmazása célszerű-e.



3. sz. ábra

A bányafalra a természetes geodinamikai folyamatok tartósan hatnak, azonban ezek közül a mállás tágabb értelemben vett hatását vesszük figyelembe. A tulajdonképeni mállás általában nem változtatja a kőbányafalon található kőzettömb egészének tulajdonságait lényegesen, de hatása a tagoltságmenti fellazításban jelentékeny és így figyelembeveendő lehet. A természetesen vagy robbantás hatására tagolt kőzettömböket fellazító és elmozdító mállás hatása nem számítható, csak megfigyeléssel lehet veszélyességét becsülni.

Amíg tehát a bányászati ásványvagyon jellemzésének mérnökgeológiai tevékenységét többé-kevésbé egységes gyakorlat és országos érvényű szabályozás irányítja, addig a bányafallal kapcsolatos problémák megoldására még nem alkalmazunk egységes szemléletet. E téren a szabályozás előtt még jelentős adatgyűjtő tevékenység látszik szükségesnek. Megállapítható, hogy a kutatási munkáknál a tagoltság csak a fejthető tömbméret szempontjából fontos, a jöveszthetőséget a tagoltság mértéke befolyásolja, sőt térbeli helyzete is, még az állékonyságnál a térbeli helyzet, mérték mellett a felületi ellenállás is mértékadó lehet.

A bányá és a környezet kapcsolata

A bányá a tájban mindenképpen idegenül helyezkedik el, mind maga a bányá-üreg, mind pedig a felhalmozott meddő és a környezet kapcsolatát esetenként kell elemeznünk. A bányászat általános, e tevékenységre is érvényes elve az, hogy a nyersanyag maximális kihasználását a környezet minimális károsításával kell elérnünk. Ebben az esetben az ásványvagyon értékelése során a már említett szempontokon messze túlmenően új szempontokat is figyelembe kell vennünk. Ennek egyik legelső lehetősége az, hogy a bányáüregeket a fontos kilátóhelyekről nézve takarásban helyezzük el. Így a tényleges földtani készletből a takarást biztosító védőpilléreket is esetleg le kell számítanunk, de a táj és a bányá kapcsolatát nagyon sok szempontból kell elemeznünk.

A környezetszennyezés problémái a mérnökgeológiához is csatlakoznak és jobbára technológiai jellegű fejlesztéssel korlátozhatók, mérnökgeológiai elemzéssel csak a szennyeződésre (pl. porképződésre) való hajlamot állapíthatjuk meg, vagy a szennyező anyag elhelyezését vizsgálhatjuk. A környezetet károsan érintő, lökésszerű rezgéshullámok terjedését és a bányá környezetében való intenzitás eloszlását a kőzetek fizikai és települési sajátosságainak ismeretében vesszük figyelembe. Ez mind a lakosság közérzete, mind pedig egyes létesítmények (pl. TV torony, számítóközpont) működése szempontjából fontos tényező.

A bányászati meddőhányók kialakítása során olyan területeket foglalhatunk csak el, amelyek a későbbiekben sem számíthatók lehetséges bányaterületeknek. A meddőhányó állékonysága a minimális területfoglalással ellentétes szempontokkal jelentkezik, így a meddőhányók kialakítása is egyedi mérlegelést igényel.

Új feladatot jelent ezen a téren is a környezet visszaállítása az eredeti megközelítő állapotba. A rekultiváció bonyolult és időigényes feladat, amelynek mérnökgeológiai aspektusait még elemeznünk kell, ez önmagában egy különként tárgya lehet.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az építőanyagbányászat mérnökgeológiai problémáit összefoglalva megállapíthatjuk, hogy azok eltérők még az egyéb bányászati ágazatok mérnökgeológiai problémáitól is. Az ásványvagyonkutatás fázisában a mérnökgeológiai tevékenység jellege tisztázott, a bányafallal kapcsolatos mérnökgeológiai feladataink még megfogalmazásra szorulnak, a bányászat környezet- és tájvédelmi, valamint rekultivációs tevékenységében a mérnökgeológiai szemléletnek még érvényt kell szerezni. Így tennivalónk még bőven van.

KŐ- ÉS KAVICSBÁNYÁK MŰVELÉSÉNEK ÉS UJRAHASZNOSÍTÁSÁNAK EGYES MÉRNÖKGEOLOGIAI KÉRDÉSEI

Badinszky Péter - Faics Iván
(Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat)

Kő- és kavicsbányászatunk a kitermelt nyersanyagok tömegét, a lelőhelyek számát és az igénybevett terület nagyságát tekintve az egyik legjelentősebb bányászati ágazatot képviseli.

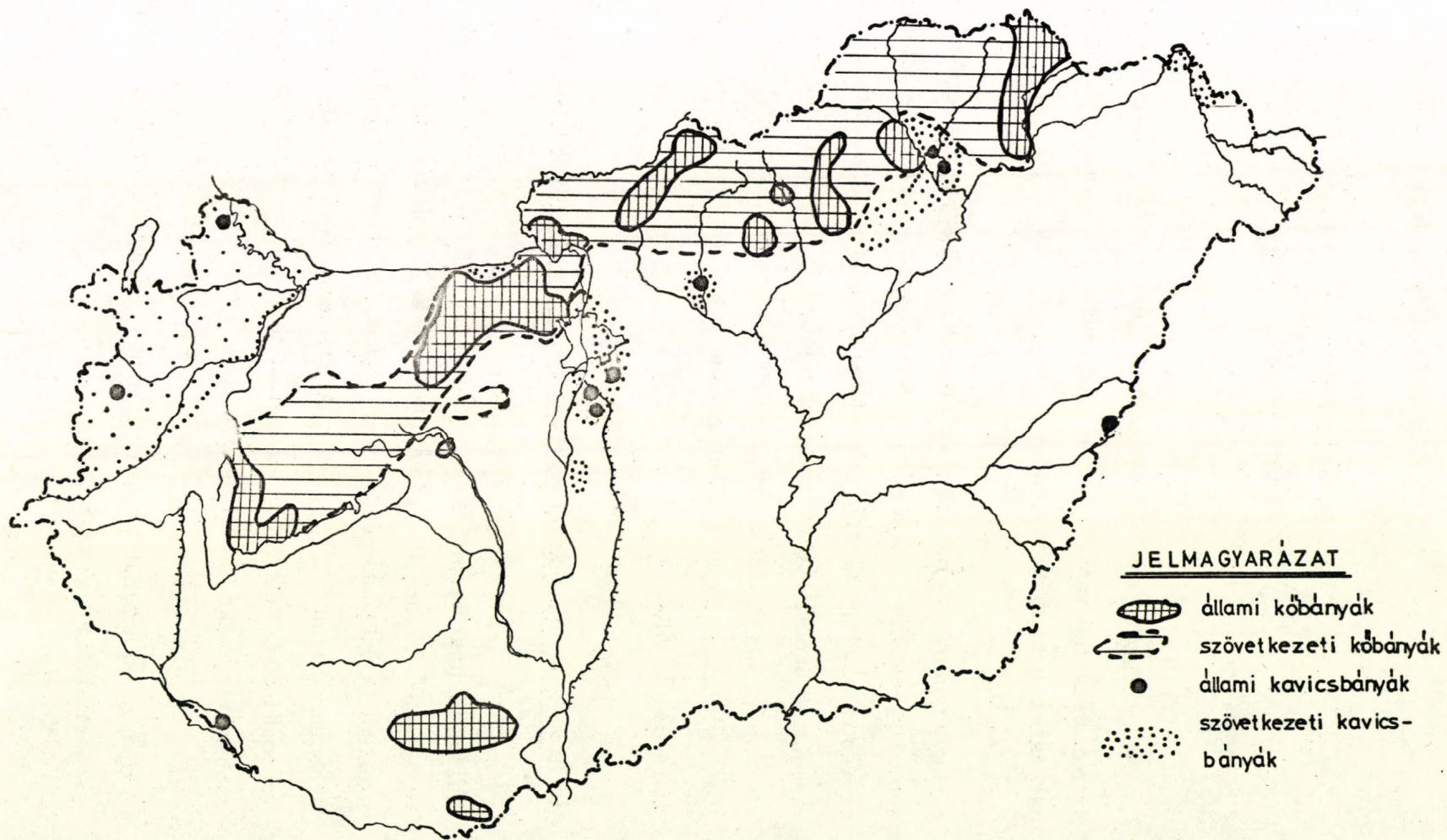
A nagy távlatban megkészsereződő nyersanyagigények kielégítéséhez szükséges bányászati tevékenység, ezzel összefüggésben a természeti környezet preventív védelme jelentős mérnökgeológiai és gazdaságföldtani feladatok megoldását igényli. A továbbiakban a felmerülő kérdések sorából néhány olyan mérnökgeológiai és rekultivációs szempontra kívánunk rámutatni, amelyek figyelembevételét a jelenlegi és a távlati bányaművelés kapcsán egyaránt lényegesnek itélünk.

A kő- és kavicsbányák térszerkezeti eloszlása, jellemző nyersanyagtipusok

Hazánk földtani felépítésének sajátossága, hogy a kő- és kavicsipari nyersanyagok bányászata kizárólag a hegyvidéki és a hegységperemi területekre szorítkozhat. Ennek megfelelően - néhány kivétellel - települtek a jelentősebb bányauzemek is (1. ábra). Az ismertetésünk tárgyát képező ásvány- vagyont több minisztériumhoz tartozó termelőszervezet bányássza és abból többszáz termékfajta állítanak elő.

A tömegesen használt nyersanyagtipusok sorából a felhasználói cél szerint csoportosítva a

A JELENTŐSEBB KŐ- ÉS KAVICSBÁNYÁK TÉRSZERKEZETI ELOSZLÁSA



1. ábra

- betonadalékanyagot képező bányakavicsot,
- betonadalékanyagot képező folyami kavicsot,
- cement- és mészgártási mészkövet,
- zuzottkőként használatos mélységi magmás- és vulkáni kőzeteket,
- különleges célokra (diszítókö, cukorkő, kohókő, stb.)

bányászott mészköveket és dolomitokat emeljük ki.

A több, mint félezer bányüzem térszerkezeti eloszlására részleteiben jellemző, hogy azok viszonylag egyenletesen fedik le a földtanilag kedvező területeket. Ennek elsősorban gazdaságossági okai vannak (az építéshelyi anyagárakban a nyersanyag szállítási költségnövekménynek döntő szerep jut), de jelentősnek ítéljük a következő szempontokat is:

- a koncentrált nagyüzemi bányászat kialakítását a viszonylag szűk és idényszerűen változó szállítási kapacitások negatív irányban befolyásolják,
- a bányák nagyobb számát képviselő szövetkezeti szektor termelőhelyei a mezőgazdasági tevékenységnek alá vannak rendelve és mindenkor a saját területükre szorítkozhatnak.

A nyersanyagkutatás és a bányaművelési módszerek áttekintése

A korszerű, gazdaságos és biztonságos nyersanyagtermelést megalapozó földtani kutatási tevékenység módszerében és rendszerében egyaránt magas színvonalúnak tekinthető. A legutóbbi két évtized fesztett ütemű építőanyagkutatásainak eredményeként sikerült elérnünk, hogy

- a multból örökölt kutatási hiányosságok nagy része felszámolásra került,

- olyan újabb ásványvagyon előfordulásokat tártunk fel, amelyek a modern és minőségigényes technológiákkal dolgozó új gyártókapacitások nyersanyagellátását hosszútávra biztosítják,
- a megkutatott és a prognosztikus készletek az ország számára elvben nagy távlatú építőanyagipari önellátást tesznek lehetővé.

A szabatos építőanyagipari földtani nyersanyagkutatások jelentőségét korábban alábecsülő szemlélethez eredően hosszú ideig szinte kizárólag a meglévő üzemekhez és adott technológiákhoz kellett utólagosan a megkívánt mennyiségű és minőségű ásványvagyont feltárni. Ezzel párhuzamosan igen komoly erőfeszítések voltak szükségesek ahhoz, hogy a dinamikus szocialista fejlődés által megkívánt újabb gyártókapacitások nyersanyag oldalról történő megalkotása hosszútávon biztosított legyen. Ilyen feltételek mellett - a napjainkig sem optimális tárcaszintű kutatási kapacitásokat is beleértve - az ásványvagyont feltárása és minősítése szinte kizárólag az adott felhasználói célhoz igazodhatott. Az építőanyagipari nyersanyagkutatás aktív szerepe, ezzel összefüggésben a komplexitás elvének érvényre jutása az utóbbi időszaktól fokozódik, amelynek eredményeként

- az új gyártókapacitások optimális telepítéséhez nyersanyag alternatívákat biztosítunk,
- a kutatásokkal feltárt kőzetösszetételek anyaga a többirányú hasznosíthatóság szerint vizsgálatra kerül,
- a működő üzemek korábbi hasznosítási cél szerint minősített nyersanyaga a termelési kutatás során kiegészítő vizsgálatra kerül.

Az újabb nyersanyagkataszterek és prognózisok a régebbi iparágcentrikus felméréseket kiegészítve már komplex módon, nyersanyagfajtákra orientálva rögzítik az egyes körzetek ásványvagyoni perspektíváit. Az építőanyagipari bányaművelés a perspektivikus földtani nyersanyagkutatást követően,

a megkutatottsági nyilatkozat birtokában és az illetékes bányahatóság által jóváhagyott bányatelken belül végezhető.

- A kő- és kavicsipari nyersanyagok,
- az ásványkőzettani tulajdonságok,
- a kőzetfizikai - kőzetmechanikai paraméterek,
- a primér kőzetképződési jellegek (pl. rétegzettség)
- és a kőzettömeget ért utólagos hatások (tektonika, karsztosodás stb.)

tekintetében egyaránt lényeges eltérést mutatnak.

A kőzetösszletek ipari hasznosíthatóságát meghatározó felhasználói cél, ezzel összefüggésben a termelés folyamatosságának igénye, ill. időszaki korszakának lehetősége ugyancsak eltérő követelményeket támaszt a bányászattal szemben. Egy adott körzetben optimális gyártókapacitás nagyságrendje pedig döntően meghatározza a kutatási és a bányaművelési feltételeket.

A vázolt szempontoknak megfelelően hazánkban az építő- és építőanyagipari ásványi nyersanyag-bányászat gazdaságosan kizárólag külszíni műveléssel lehetséges, három alapvető módon:

- 1.) Gravitációs, vagy magasművelés (kőbányák)
- 2.) Mélyművelés
 - a.) vízszint feletti (kő-, murva- és kavicsbányák)
 - b.) vízszint alóli (kavicsbányák)
- 3.) Speciális vágat, ill. akna jellegű (kutató- és technológiai kőbányászat, diszítókőbányászat).

A kő- és kavicsbányák művelésének első ütemében a lefedési munkákat végzik el, amelyek közel azonos elemeket tartalmaznak. A fedőmeddő rendszerint laza kötésű, több-kevesebb kőtörmelékkel tartalmazó agyagos-homokos üledékanyag, amelynek kitermeléséhez főként a talajfizikai jellemzők figyelembevétele szükséges. Néhány kőbányánál robbantásos fedőjövesztést is kell alkalmazni. A kedvező adottságu nyersanyagelőfordulások számának csökkenésével a lefedési munkák is egyre nehezebbé válnak. Ennek következtében egyes kavicsbányáknál máris jelentős vastagságu agyagos-iszapos fedőréteg víz alóli kitermelését kell megoldani. A fedőmeddő és a hozzá hasonló köztesmeddő leművelése és hányóképzése már eddig is több mérnökgeológiai (állékonysági) problémát okozott, jelentőségük pedig a jövőben még tovább fokozódik.

A nyersanyagösszlet bányászata azonos nyersanyagfajták esetében - ahol a kőzetfizikai jellemzők csekély eltérést mutatnak - döntően a kőzet települési viszonyai és az előfordulást ért utólagos földtani hatások mértéke határozza meg: a hegységperemi, erősen karsztosodott és tektonizált mészkőbányák lényegesen kedvezőtlenebb feltételekkel művelhetők, mint a peremektől távolabb, viszonylag nyugodt településben található előfordulások.

Különböző nyersanyagfajtáknál - a termelési önköltségadatok szerint - még jelentősebb eltérések tapasztalhatók az egyetlen nyersanyagnál mutatkozó értéknel. Az önköltségadatok összetevői sorából lényegesnek itéljük még a felhasználói és gyártástechnológiai cél kielégítése érdekében végzett jövesztéstechnológiai műveleteket. Ide tartozóan megemlítjük, hogy pl. a mészkőnél a zuzottkő- és betonadalékanyag előállítás céljára az apróméretű, mészgyártási és építőkö előállítási szempontból a nagyobb méretű diszítókö - ipari feldolgozásra pedig a tömbkö jövesztését kell megoldani.

A fentieknek megfelelően a bányászat jövesztés és feldolgozás technológiai berendezései mindenkor a nyersanyag földtani adottságaihoz és a termék felhasználói céljához igazodnak.

A tájrendezés és a rekultiváció kérdései

A külszíni bányaműveletek az ország területének kerekén 1 %-át érintik és egyes körzetekben a gombamódra szaporodó bányák egyre inkább ütközésbe kerülnek a környezetvédelmi törekvésekkel és a tájrendezési célkitűzésekkel.

A bányüzemek felhagyását a vonatkozó bányaműszaki és földtani (ásványvagyongvédelmi) utasítások szabályozzák, amelyek ismertetésétől itt eltekintünk. A rövidebb-hosszabb ideje felhagyott bányüzemek nagyobb részének ismerete birtokában megállapítható, hogy azok egy hányada ténylegesen rekultivációra szorul, más esetekben azonban körzetünkben további nyersanyaghasznosítási perspektívák vannak. A maximális nyersanyaghasznosításnak a minimális környezetkárosítással történő elérése érdekében mielőbb szükséges ezen objektumok komplex felmérése és a megfelelő döntések meghozatala.

Ugyancsak nem kerültek még felmérésre a felhagyott bányáknak az eredeténél magasabb tájrendezési funkciójú utóhasznosítási lehetőségei sem. Mind-ezen hiányosságok pótlására az országos építőanyag kataszterezés során egységes szemlélettel nyílik lehetőség.

Az építőanyagbányászat és azzal összefüggésben a környezetvédelem egyes kérdéseit összefoglalóan áttekintve megállapíthatjuk, hogy a nagy tömegű építőanyagipari ásványvagyon vonatkozásában hosszútávon is önellátásra célszerű berendezkednünk. Ennek megvalósítása érdekében olyan, építőanyagipari kutatópolitikai és gazdaságföldtani koncepciók mielőbbi kimunkálása célszerű, amelyek a föld-, víz-, természet- és környezetvédelmi törvényekkel összhangban megalapozzák a nyersanyagvagyon optimális hatékonyságu kiaknázását.

AZ ÉPÍTŐKŐKUTATÁS VIZSGÁLATI KÉRDÉSEI AZ ÚJ SZABVÁNYRENDSZER ALAPJÁN

Gálos Miklós

(BME Ásvány- és Földtani Tanszék)

A bányászat célja, hogy a földkéreg nyersanyaggal közül kiválogassa és kitermelje azokat, melyeket az adott gazdasági és technikai fejlettség mellett fel tudunk használni. A kiválogatás alapvetően földtani ismereteket igényel. De ezek a földtani ismeretek nem nélkülözhetik a felhasználási célban és a kitermelés módjában megtestesülő műszaki ismeretanyagot. Ez a kettősség biztosítja a mérnökgeológia létét és fejlődését ezen a szakterületen.

Az építőipar egyre növekvő igényeket támaszt az építési kőanyagokkal szemben. Az építési célra alkalmas kőzetkincs, azaz az ásványvagyon mennyisége korlátozott, ezért törekedni kell az optimális felhasználásra, ami ez esetben azt jelenti, hogy alacsonyabb rendű célra ne használjunk magasabb igényeket is kielégítő kőanyagot.

Ez az igény megkövetelte, hogy az építési kőanyagok kutatására egységes értékelési és minősítési rendszer kerüljön kidolgozásra. A cél az volt, hogy a jövőben értékelésre kerülő kutatások eredményei olyan előírások szellemében szülessenek, melyek a felhasználási cél szerint a kőzetanyagról a legtöbb információt szolgáltatják, annak minősítését jól biztosítják, az adatbankban őrizhetők és így a későbbi értékeléseknél ismét felhasználhatók legyenek.

A kérdés fontosságát és időszerűségét biztosítja az a tény, hogy az építési kőanyagok új szabványrendszerének keretén belül kidolgozásra került az a szabvány, mely a termelésre szolgáló kőbányák földtani kutatásakor lemélyített kutatófurások mintaanyagának vételét és vizsgálati terveit szabályozza

(MSZ 18282 /3-78). A szabvány, mint tudjuk a legerősebb hatályu rendelkezés. Ezzel a szabályozással a magyar kutatómunka a világ élvonalába került. A szabvány ez év július 1-én lépett hatályba, tehát időszerü, hogy néhány rendelkezését ismertessem és példával megvilágítsam.

A magfurásos földtani kutatáshoz összeállított vizsgálati tervek alapján kell

a kőzet kőzetfizikai megismerését
a zuzottkő
a terméskő
a falazókő
és a diszitókő kutatás maganyagát értékelni.

Természetesen az értékelés csak a földtani napló adataival együtt végezhető. Ha a földtani kutatási terv megjelöli a felhasználási célt, ugy az annak megfelelő vizsgálati tervet kell használni. Ellenkező esetben a kőzet kőzetfizikai megismerésére kidolgozott vizsgálati tervet kell alkalmazni. Ez esetben a vizsgálat eredménye alapján lehet javaslatot tenni arra vonatkozóan, hogy a kőzetanyag milyen építőipari célra, milyen feltételek mellett lesz felhasználható.

Ha a furás kőzetanyaga olyan hosszú szakaszon egységes, hogy egy-egy szakaszból a vizsgálatokhoz szükséges anyagmennyiség kivehető, akkor szelvénybeli mintacsoport, vagy mintacsoportok alakíthatók ki. A továbbiakban a mintacsoport anyaga reprezentálja az abban a mélységben elhelyezkedő kőanyagot.

Abban az esetben, ha a furás kőzetanyaga csak olyan hosszú szakaszon egységes, hogy egy-egy szakaszból a vizsgálatához szükséges anyagmennyiség nem vehető ki, akkor az azonos jellegü szakaszokból kell a vizsgálatához szükséges mintacsoportot vagy mintacsoportokat képezni. Ez eset-

minőségi mintacsoportról beszélünk. Természetesen minőségi mintacsoport képezhető több furás azonos kőzetanyagából is.

A szelvénybeli és minőségi mintacsoport kialakításának elvét jól szemlélteti az 1. sz. ábra, melyen a Nógrádkövesd (andezit) kutatási terület kiválasztott furását ábrázoltam.

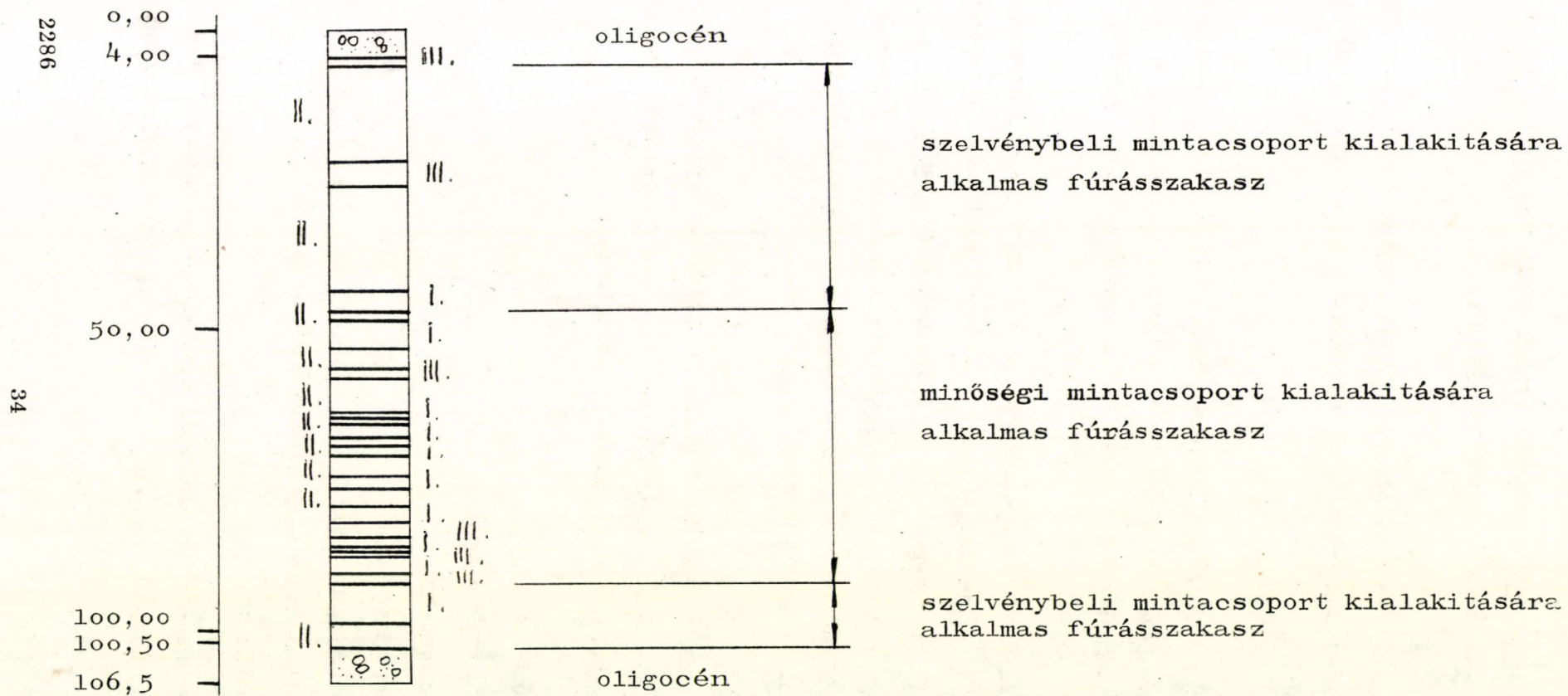
A mintacsoport kialakításának helyességét a közelítő és elemző kőzettani vizsgálattal, a furómeghasítás, valamint a légszáraz testsűrűség és ultrahangsebesség meghatározott értékeivel kell ellenőrizni és bizonyítani.

Ha a furásanyag olyan, hogy sem szelvénybeli, sem minőségi mintacsoport nem alakítható ki, azaz vizsgálati terv szerinti vizsgálatok a szükséges ismétlési számmal nem végezhetőek el, akkor beszélünk szabálytalan minta - csoportról. Ekkor az elvégzett vizsgálatok eredményei mind szabályos és szabálytalan próbatesteken, ill. halmazokon csak tájékoztató jellegűek, a termék előállíthatóságának megítélésére nem használhatók.

Az értékelés menetét szabályozó vizsgálati tervek egységes felépítésűek. A vizsgálatok vizsgálati csoportokba soroltak. Ezek a vizsgálati csoportok kőzetfizikai modellhatásokra épülnek. A vizsgálatok

kőzettani
tömegeloszlási
szilárdsági
energiavezetési
halmazszilárdság
szemszerkezeti és szennyeződési
időállósági

vizsgálatok a különböző kőzetfizikai állapotba hozott (légszáraz, kiszáritott, vízzel telített, hókezelt, fagyasztott, kristályosított) vizsgálati anyagon vé-



1. ábra Nógrádkövesdi kutatási terület Be - 29 számú fúrás

gezve. A vizsgálati terv szerinti vizsgálatok mindegyikére szabvány készült, mely szabványok előírják az alkalmazandó próbatest vagy próbahalmaz jellemzőit, a vizsgáló eszközt, a vizsgálat menetét és az eredményképzés folyamatát. A vizsgálati tervben kijelölt vizsgálatok eredményeiből akkor nyerhető a szükséges mértékadó eredmény, ha a vizsgálatok ismétlési száma legalább a vizsgálati tervben előírt értékü.

Az 1. ábrán jelölt furás kőzetanyagát még nem teljesen az MSZ 18282/3 (Vizsgálati terv magfurásos földtani kutatás értékeléséhez zuzottkő kutatás céljára) 3. táblázat szerint értékeltük, mivel abban az időben az még csak szabványtervezet volt. (nem készült Los Angeles és Hummel vizsgálat 25 és 50 fogyasztási ciklus után).

Az I. II. és III. mintacsoportu kőzetanyagon végzett vizsgálatok eredményeit az I. a, b, c. táblázat tartalmazza.

Az I. értékelési csoportu kőzetanyag kékes-barnásszürke színű, gyengén repedezett, helyenként olivintartalmu hipoandezit. Szövete mikroholokristályos porfiros. (1. fénykép). Alapanyaga 0,05 - 1,0 mm nagyságu semleges, ép plagioklászokból, izometrikus augitokból, idiomorf opak ásványokból, agyagásványosodott olivinekből, és agyagásványokkal átszótt savanyu plagioklászokból áll.

Testsűrűsége elég magas és a fagyasztási folyamat során nem csökken. Vízfelvétele alacsony és nem növekszik a fagyasztási ciklusok után. A szilárdsági vizsgálatok eredményei jó kőzetanyagra utalnak, melynek időálló-sága jó, a fokozottan fagyálló kategóriába tartozik.

	MSz szám	I. csoport		II. csoport			III. csoport			
		átlag	szórás λ	átlag	szórás λ	λ	átlag	szórás λ		
<u>Testsűrűség</u> / g cm ⁻³ /										
légszáraz		2,73	0,02	2,61	0,04		2,51	0,05		
105°C-on										
kiszáritott		2,70	0,03	2,57	0,04		2,46	0,06		
vizrel										
telített	18284/2	2,74	0,03	2,64	0,04		2,56	0,06		
25 fagyasztás										
után telített		2,74	0,03	2,64	0,04		2,57	0,06		
50 fagyasztás										
után telített		2,74	0,03	2,64	0,04		2,57	0,07		
<u>Alapviztartalom</u> / V% /		3,00	0,55	4,31	0,93		5,83	1,33		
<u>Vizfelvétel</u> /V%/										
a telítés	18284/3	0,75	0,28	2,69	0,53		4,42	1,31		
során										
a 25 fagyasztás										
során		0,86	0,30	1,15	2,65	0,63	0,99	5,09	1,12	1,15
az 50 fagyasztás										
során		0,89	0,31	1,19	2,77	0,54	1,03	5,84	2,02	1,32
<u>Ultrahangsebesség</u> / km s ⁻¹ /										
légszáraz		5,73	0,15	4,92	0,22		3,73	0,38		
vizrel telített		5,81	0,15	1,01	5,07	0,21	1,03	3,82	0,50	1,02
25 fagyasztás	18286/1									
után telített		5,89	0,14	1,03	5,12	0,22	1,04	4,32	0,33	1,16
50 fagyasztás										
után telített		5,87	0,12	1,02	5,03	0,31	1,02	4,81	0,02	1,29

	MSz szám	I. csoport			II. csoport			III. csoport		
		átlag	szórás	λ	átlag	szórás	λ	átlag	szórás	λ
<u>Nyomószilárdság</u>										
/ MPa /										
légszáraz	18285/1	124,0	22,0		90,5	20,8		53,0	9,8	
vizzel telített		108,6	17,3	0,88	66,1	17,3	0,73	38,0	11,4	0,72
25 fagyasztás után telített		108,5	15,6	0,87	61,6	15,7	0,68	39,9	5,2	0,75
50 fagyasztás után telített		114,7	19,7	0,93	60,5	10,8	0,67	24,3	16,9	0,46
<u>Rugalmasági</u>										
<u>modulus /GPa/</u>										
légszáraz	18285/1	48,4	6,2		31,7	4,1		24,5	4,0	
vizzel telített		46,1	5,8	0,95	25,0	8,6	0,79	15,3	0,4	0,62
25 fagyasztás után telített		44,3	4,7	0,92	23,2	4,0	0,73	14,5	1,4	0,59
50 fagyasztás után telített		44,6	4,0	0,92	22,8	4,5	0,72	7,8	5,5	0,32
<u>Húzószilárdság</u>										
/ MPa /										
légszáraz	18285/2	8,4	0,9		5,5	1,4		3,2	1,2	
vizzel telített		7,5	1,2	0,89	4,3	1,3	0,78	2,1	0,3	0,67
25 fagyasztás után telített		7,1	0,9	0,85	4,3	1,0	0,79	1,9	1,1	0,59
50 fagyasztás után telített		7,7	1,2	0,91	3,3	1,3	0,61	1,0	1,6	0,31
<u>Fúrómaghasítás</u>										
/ MPa /										
	18285/4	8,7	1,0		4,4	1,9		1,9	1,4	

	MSz szám	I. csoport		II. csoport		III. csoport	
		átlag	szórás	átl. szórás	átl.	szórás	
<u>Los Angeles</u> <u>kopási veszteség</u> <u>/ W% /</u>	18287/1	17,6	2,1	24,2	3,5	29,0	3,0
<u>Hummel</u> <u>aprózódás</u>	18287/3	45,6	2,6	50,3	2,6	54,5	1,9
<u>Szulfátos</u> <u>kristályosítás</u>							
Na ₂ SO ₄ oldattal	18289/3	2,3	1,4	13,1	5,2	30,0	17,6
MgSO ₄ oldattal		4,6	3,4	28,5	13,5	51,2	16,6

A zuzottkő szilárdságvizsgálati eredmények is jó kőzetanyagra vallanak. A kialakítható zuzottkő szemalakja megfelelő, felülete érdes, a fenokristálytartalom irányítatlan elhelyezkedése és hasadás jellegű törése miatt. A szemcsék élszilárdsága a kőzetanyag nem túl magas szilárdsága miatt viszonylag gyenge. A szulfátos kristályosítás eredményei azt mutatják, hogy a szemcsék anyaga tömött.

Az eredmények alapján az I. mintacsoportu kőzetanyagból "A" kőzetfizikai csoportu zuzottkő állítható elő.

A II. értékelési csoportu kőzetanyag barnás sárgás középszürke színű, tömegében közepesen mállott, közepesen és erősen repedezett, a repedések mentén bontottabb hipoandezit. Szöveve mikrohokristályos-porfiros (2.fénykép). Alapanyaga 0,3 - 1,0 mm-es léces, táblás, zárványos, bontott semleges plagioklász, üde izometrikus augit, idiomorf opak ásványok, teljesen elszerpentinesedett olivin és agyagásvánnyá alakult, átkristályosodott kőzetüveg. A kőzetanyagot egymással részben összekötésben álló és részben agyagásványokkal kitöltött pórusrendszer járja át.

A kőzet testsűrűsége viszonylag alacsony. Alapviztartalma, a mállottsági állapotával összhangban magas. A szilárdsági eredmények a közepesnél rosszabb anyagot mutatnak. A telítés és a fagyasztás okozta tulajdonságoromlása jelentős. A kőzetanyag viz- és fagyveszélyes.

A zuzottkő szilárdságvizsgálati eredmények közepes értékűek. A szulfátos kristályosítási vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a kőzet közepesnél rosszabb időállósági tulajdonságokkal rendelkezik.

Az eredmények alapján a II. mintacsoportu kőzetanyagból "C" kőzetfizikai csoportu zuzottkő állítható elő.

A III. értékelési csoportu kőzetanyag barnás-sárgás világosszürke színű, erősen repedezett, agyagásványosan erősen bomlott, tömegében erősen mállott, bazaltos jellegű hipoandezit. Szövege intergranuláris jellegű, mikroholokristályosan porfiros (3.fénykép). Alapanyaga 0,15 - 1,0 mm-es táblás, zárványos, semleges plagioklász, 0,1 - 0,3 mm-es augit, idiomorf opak ásványok, szerpentinből és agyagásványokból álló, olivin utáni, agyagásvány aggregátumok. A kőzet pórusszerkezete összefüggő jellegű, agyagásvánnyal részben vagy teljesen kitöltve.

A kőzetanyag erősen repedezett, mállott, előrehaladott agyagásványos bomlást mutat.

A szilárdsági adatok szerint a kőzet viz- és fagyveszélyes. A halmazsi - lárdsági eredmények igen gyenge kőzetanyagra utalnak.

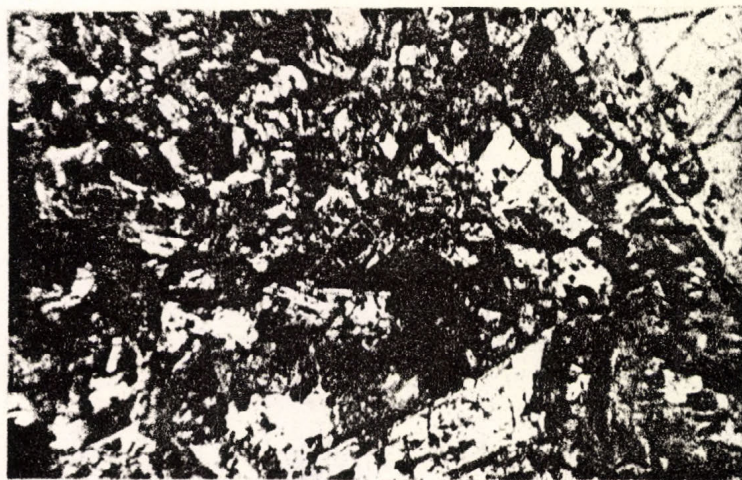
A mintacsoport kőzetanyaga zuzottkő előállításra nem használható fel, gyakorlatilag meddő.

A bemutatott vizsgálati eredmények és a belőlük levont következtetések jól mutatják, hogy az értékelésben a vizsgálati csoportok milyen szerepet játszanak.

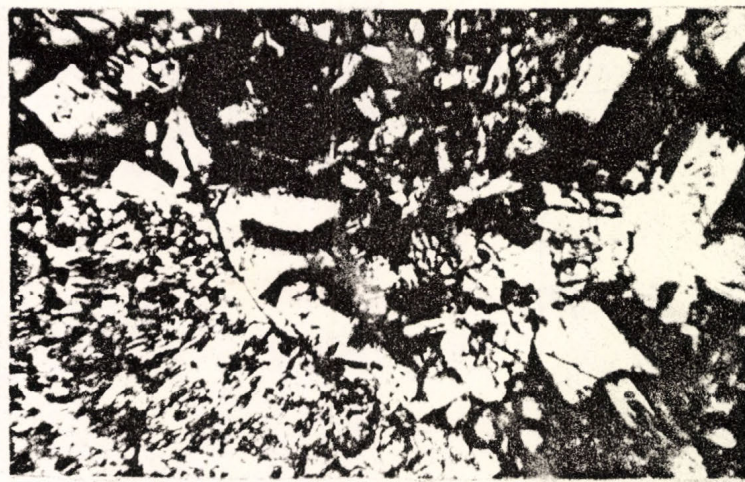
A jövőben készülő, vizsgálati tervre támaszkodó kutatásértékelés mind-egyike növeli azoknak a tapasztalatoknak a számát, melyek alapján az értékelés menete is kőzettípusonként meghatározott határértéksorhoz lesz köthető. Ennek kidolgozásához kérem mindazok segítségét, akik valami -lyen formában kapcsolatban vannak az építőkö kutatással. Az első és így a legnehezebb lépésen már túl vagyunk. Az építési kőanyagok új, korszerű szabványsora mindannyiunk számára alapot jelent a további munkához.



I.mintacsoportú kőzet szöveti képe



II.mintacsoportú kőzet szöveti képe



III.mintacsoportú kőzet szöveti képe

Irodalomjegyzék

1. Gálos M. - Kertész P. - Kürti I. - Marek I., (1976) :
Kőzetvizsgálat és minősítés.
BME Továbbképző Intézete 5019.sz. Jegyzet
Budapest, p. 111.
2. Gálos M., (1977): Az építési kőanyagok új szabványrendszere.
Építőanyag, XXIX.évf. 8.sz. pp. 355-357.
3. Gálos M., (1978): Evaluation petrographique - petrophysique des
prospections géologiques effectuées par des forages
carottages.
RILEM International Symposium on Aggregates and
Fillers.
Budapest, pp. 103-112.
4. Gálos M., (1978): A kőzetek minősítése a modellfolyamatokhoz kap-
csolt vizsgálati rendszerek alapján.
Szabványosítás, 30. évf. 10.sz. pp. 289-292.

FELTÁRT KŐZETVAGYON MINŐSÉGI ÉRTÉKELÉSE

Marek István

(Budapesti Műszaki Egyetem)

A fenti cím általános jellegű, témája pontosabb fogalmazással a következő: magfurások sorozatával feltárt kőzetvagyron minőségi értékelése a Nógrád-kövesd Fogacs-Berceli hegyek kutatási területén lemélyített furások értékelésének példáján. A vizsgálat és értékelés célja a jelenleg működő kőbánya fejlesztéséhez szükséges készlet mennyiségi és minőségi felderítése. A kőzetanyagból előállítandó termék zuzottkő.

A mérnökgeológiai kutatás során feltárt kőzetvagyron minőségi értékelésének módjára és mikéntjére még nincs előírás. Az építési kőanyagok szabványrendszerében csak a mintavétel, mintacsoport-kialakítás, vizsgálati terv és a laboratóriumi vizsgálatok elvégzésének módja került szabályozásra. Értelmezésem szerint a minőségi értékelés akkor kezdődik, amikor a vizsgáló laboratórium a tényleges munkát befejezte, tehát minden vizsgálati mintacsoportra ismeretese a vizsgálati tervben előírt mértékadó eredmények.

Ezek az eredmények - saját dimenziójukban - a mintacsoport egy-egy tulajdonságát jellemzik, s így egyszerűen nem vonhatók össze, nem átlagolhatók. A probléma áthidalására a BME. Ásvány- és Földtani Tanszékén egy igen egyszerű új módszert, a minőségjelző mérőszám módszerét használjuk. E módszernél minden tulajdonságra, ill. mértékadó kőzetfizikai adatra kiszámítunk egy minőségjelző mérőszámot. A szám dimenziója 1, s a mért adat relativ helyzetét mutatja az azonos mérési eredmények halmazában.

Értéke a következő:

$$m_{ti} = \frac{t_i - \bar{t}}{s_t} a_t \quad (D)$$

ahol	m_{ti}	az "i" mintacsoport "t" tulajdonságban meghatározott minőségjelző mérőszáma
	t_i	az "i" mintacsoport "t" tulajdonságban meghatározott mértékadó eredménye
	\bar{t}	a "t" tulajdonságban a mintacsoportokon meghatározott mértékadó eredmények súlyozott átlaga
	s_t	a "t" tulajdonságban a mintacsoportokon meghatározott mértékadó eredmények szórása
	a_t	a "t" tulajdonság értékelési állandója (értéke +1, vagy -1).

Ily módon minden tulajdonságban a meghatározott mértékadó eredményt a tulajdonság változékonyságában vizsgálhatunk.

Ismeretes az a tény, hogy az egyes kőzetfizikai vizsgálatok eredményét számtalan hibalehetőség terheli, e lehetőségekből realizálódó hibák különböző jellegűek, előjelűek és mértékűek. Ilyen esetben kicsi annak a valószínűsége, hogy ezek a hibák minden egyes tulajdonságban szisztematikusan azonos értelemben jelentkezzenek. Ezért a különböző tulajdonságokban meghatározott minőségjelző mérőszámok súlyozott számtani közepét használjuk fel a mintacsoport minőségi értékeléséhez. Az átlagos minőségjelző mérőszám annál megbízhatóbb, minél több tulajdonság mértékadó eredményét használjuk fel a képzéséhez. A súlyozás ez esetben már a felhasználási cél függvénye, ezért a nógrádkövesdi példánk esetében a halmazvizsgálatok eredményeiről képzett minőségjelző mérőszámokat négyszeres súllyal szerepeltettük.

Az átlagos minőségjelző mérőszám értéke a következő:

$$\bar{m}_i = \frac{\sum_{(t)} m_{ti} \cdot p_t}{\sum_{(t)} p_t}$$

ahol \bar{m}_i az "i" mintacsoport átlagos minőségjelző mérőszáma

p_t a "t" tulajdonság értékelési súlya.

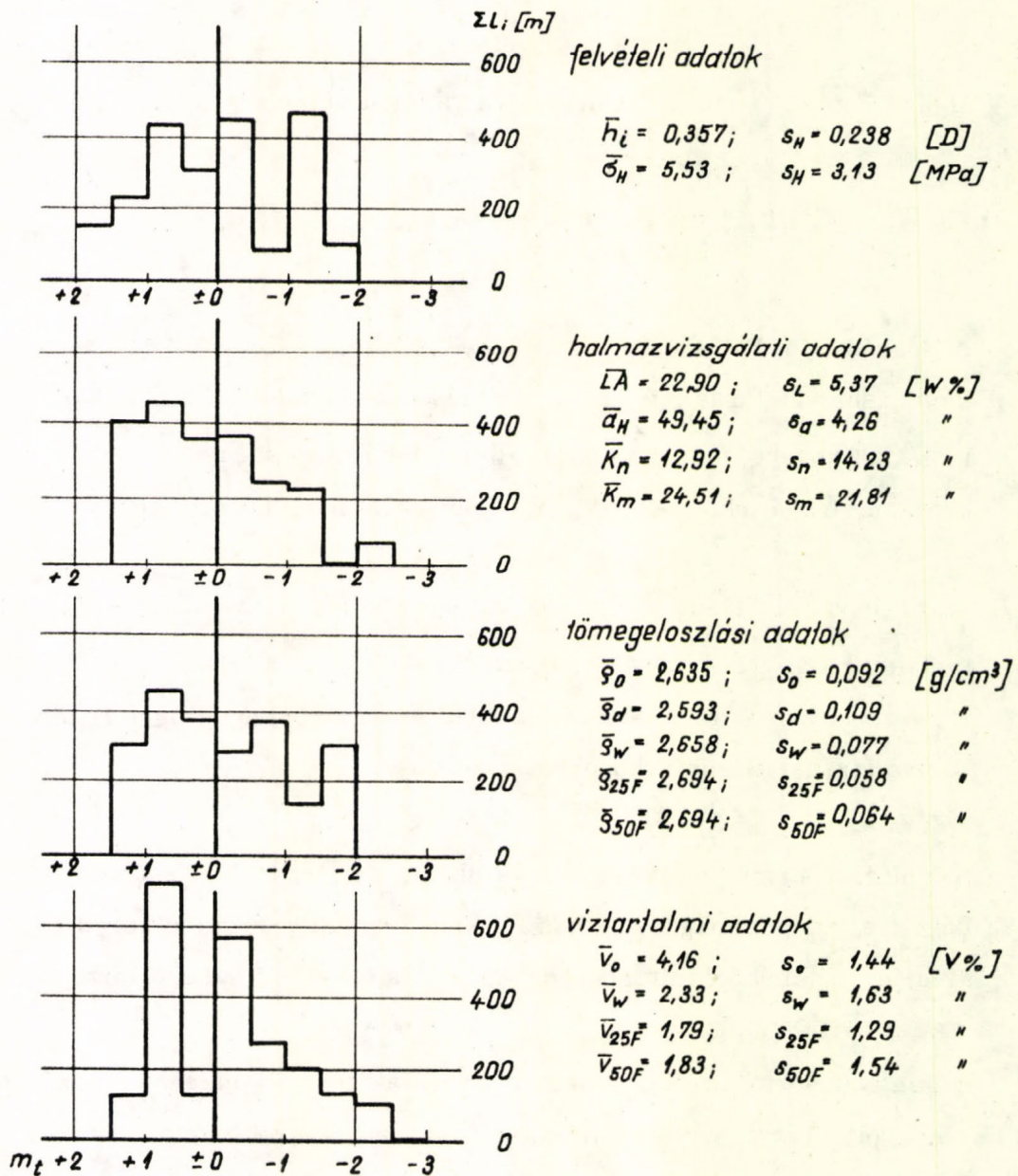
A Nógrádkövesd Fogacs-Berceli hegyek kutatási területén közel egyenletes kiosztásban 20 furás mélyült le, összesen 2430 m hosszban. Ebből lejtőtörmeléssel kevert humuszos talaj, illetve feküképződmény volt 186,2 m. Ezeket nem vizsgáltuk, mert építési kőanyagként nem használhatók fel.

Az oszlopos elválású, törési zónákat is tartalmazó, bazaltos jellegű (olivin-tartalmu) amafitos hipoandezit kőzettestet 2243,8 m furási hossz harántolta. E haszonanyagként tekintett kőzettestből származó maganyagot 72 felvételi, illetve vizsgálati mintacsoportra osztottuk be.

A mintacsoportok kialakítása furásonként, a kőzet makroszkópos tulajdonságai, a fajlagos maghossz és a furómaghasítási vizsgálatok eredményei alapján, a minőségi mintacsoport-kijelölés előírásai szerint történtek.

A mintacsoportokon végrehajtandó vizsgálati terv alapja a vonatkozó szabvány volt. Természetesen voltak ugynevezett hiányos mintacsoportok is, melyeken valamilyen okból nem lehetett minden szükséges vizsgálatot végrehajtani. Például egy igen repedezett magból szabályos alaku próbatest kialakítása nem lehetséges, vagy egyes mintacsoportok esetén a kis mér-

tékadó összhossz miatt nem lehetett a zuzottkővizsgálatokhoz megfelelő mennyiségű zuzott anyagot előállítani.



1. ábra A furómagok egyes tulajdonságcsoportban meghatározott minőségjelző mérőszámainak eloszlása.

A vizsgálatok során 31 tulajdonságot határoztunk meg. Ezeket az értékelés folyamán a könnyebb kezelhetőség érdekében 8 csoportra osztottuk, s a csoporton belül meghatározott minőségjelző mérőszámok átlagát használtuk fel az összefoglaló értékelésben.

Felvételi adatok mérőszámmal jellemzett tulajdonságai a fajlagos hasznos maghossz (h_1) és a furómaghasítás [β_H] voltak. Az 1. ábrán látható a minőségjelző-eloszlása és a számításához felhasznált átlag és szórásértékek. Mivel a kisebb repedezettség (nagyobb fajlagos maghossz) és nagyobb hasítószilárdsági érték jobb kőzetanyagot jelentenek, ezért e tulajdonságcsoportban az értékelési állandó $a_t = +1$.

Halmazvizsgálati adatok. Ide tartoznak a Los Angeles aprózódási veszteség (LA), Hummel aprózódás (a_H) és a kristályosítási veszteség Na_2SO_4 (K_n) és MgSO_4 (K_m) oldattal. A tulajdonságcsoportra összesített minőségjelző mérőszámok eloszlását az 1. ábra mutatja. E tulajdonságcsoportban a nagyobb aprózódási veszteség egyértelműen rosszabb kőzetminőséget jelent, ezért az értékelési állandó $a_t = -1$. A vizsgálat és értékelés célja zuzottkőtermék, s egyben ezen vizsgálatok a viszonylag nagy halmaztömeg, valamint az aprítás homogenizáló hatása miatt nagyobb megbízhatóságuk, ezért értékelési súlyát $p_t = 4$ -re választottuk.

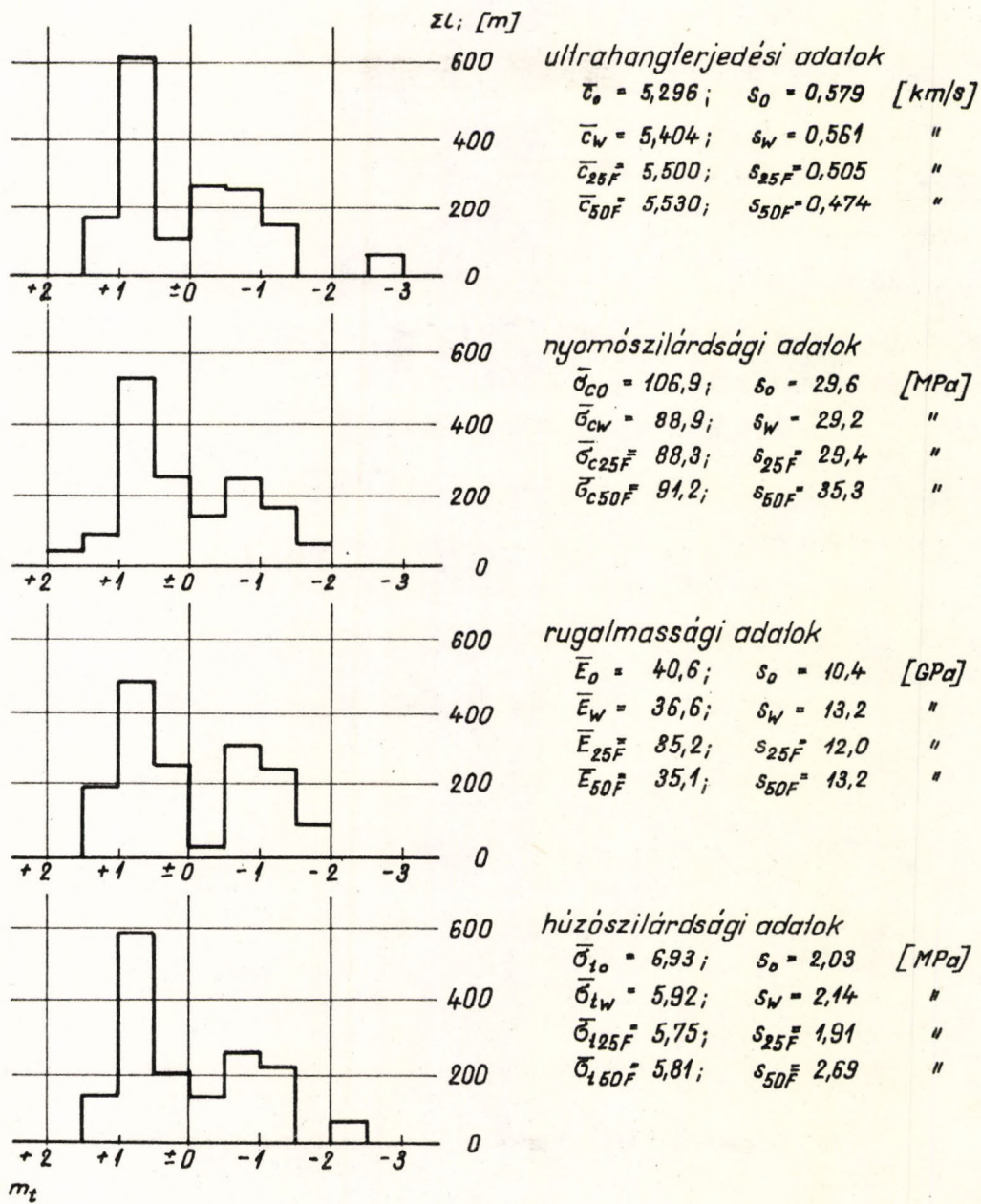
Tömegeloszlási adatokhoz a testsűrűségértékek [ρ] tartoznak a négy vizsgált kőzetfizikai állapotban. E kőzettípusnál az átlagosnál nagyobb testsűrűség általában kisebb mállottságot és így jobb kőzetminőséget jelent. Az időállósági modellhatások következtében előforduló oldódás, lepergés a testsűrűség csökkenésében jelentkezik, ezért a tulajdonságcsoport értékelési állandója $a_t = +1$.

Viztartalmi adatok összesített minőségjelző-eloszlását az 1. ábra mutatja. E csoportba az alapviztartalom (v_o), a vízfelvétel (v_w) és ennek 25- ill. 50 fagyasztási ciklus után mérhető értékei tartoznak. A nagy alapviztartalom (légszáraz állapotú kőzet víztartalma) vagy víztartalma kőzetüveg jelenlétét, vagy agyagásványos bontást mutat. A tömörség csökkenésével a vízfelvétel monoton növekszik, ezért e tulajdonságcsoporthoz az értékelési állandója $a_t = -1$.

Ultrahangterjedési adatok összesített minőségjelző-eloszlását a 2. ábra mutatja. E csoportba a szabályos próbatesteken mérhető ultrahang terjedési sebességek (c) tartoznak a 4 vizsgált kőzetfizikai állapotban. A kőzet nagyobb sebességértéke jobb minőséget jelent. Az időállósági modellhatások következtében beálló változás kétirányú lehet. A próbatest pórusaiba, mikrorepedéseibe behatoló víz sebességnövekedést okoz. A fellazuló kőzet-szövet sebességcsökkenésben jelentkezik. E két változás eredője jelenik meg a próbatestek vizsgálata során. A tulajdonságcsoporthoz az értékelési állandója $a_t = +1$.

Nyomószilárdsági adatok $[\sigma_c]$ összesített minőségjelző-eloszlását a 2. ábra mutatja. A vizsgálatok négy kőzetfizikai állapotban készültek. E tulajdonságcsoporthoz a nagyobb érték egyértelműen jobb kőzetminőséget jelent, ezért az értékelési állandó $a_t = +1$.

Rugalmassági adatok összesített minőségjelző-eloszlását a 2. ábra mutatja. A rugalmassági jellemzők közül a kőzetfizikai rugalmassági modulust (E) határoztuk meg a négy vizsgált kőzetfizikai állapotban. Az értékelési állandó egyértelműen $a_t = +1$.



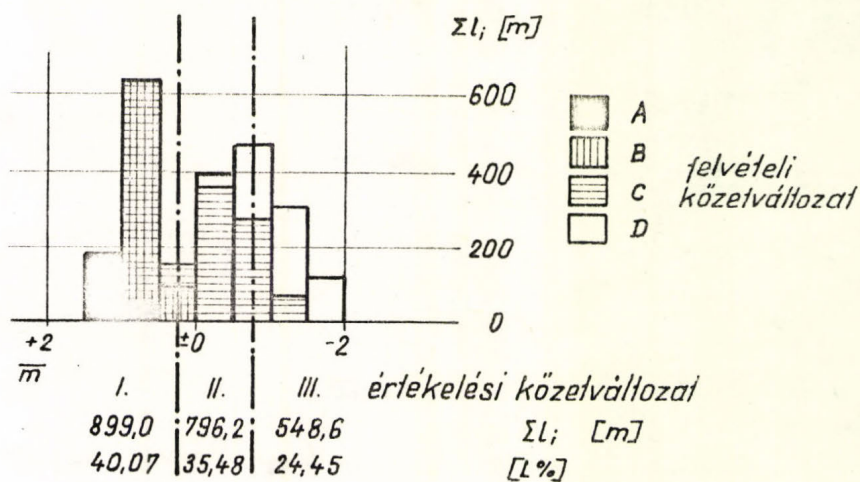
2. ábra A furómagok egyes tulajdonságcsoportban meghatározott minőségjelző mérőszámainak eloszlása.

Húzószilárdsági (σ_t) adatok összesített minőségjelző eloszlását a 2. ábra mutatja. A négy közetfizikai állapotban végzett "brazil" húzószilárdsági vizsgálat eredménye igen érzékeny a mikrorepedések gyakoriságára, ezért értékelési állandója

$$a_t = +1.$$

A vizsgálati mintacsoportokra jellemző átlagos minőségjelző mérőszámot súlyozott számtani középként számítottuk.

A kutatási területen lemélyített furásokban előforduló kőzetanyag változatossága igen nagy, ezért az összefoglaló értékeléshez megfelelő módon csoportosítani kell. A csoportosítás alapja lehetne ugyan a felvételi kőzetváltozat (A; B; C és D), de ez a csoportosítás csak néhány közelítő vizsgálat alapján készült, s így nem feltétlenül pontos. Az egyes tulajdonságcsoportok összesített minőségjelző-eloszlásait megfigyelve észrevehető, hogy fő jellemzőiben közel azonosak ugyan, de mindegyik más. Ezért az együtt kezelhető és értékelési csoportot alkotó mintacsoportokat az átlagos minőségjelző mérőszámok eloszlásából jelölhetjük ki, mert tartalmazza a felhasználási célnak megfelelő értékelési súlyokat.



3. ábra A furómagok átlagos minőségjelző mérőszámainak eloszlása a felvételi és az értékelési kőzetváltozatok feltüntetésével.

A 3. ábrán jól látható, hogy az A és B felvételi kőzetváltozatot nem lehet egymástól elválasztani, s így a + 0,25-nél nagyobb átlagos minőségjelző mérőszámmal rendelkező mintacsoportok együttesen az I. értékelési csoportot alkotják.

Az előbbi csucstól élesen elkülönül egy viszonylag lapos lefutású csucs, melyet a C és D felvételi kőzetváltozat alkot, egymástól szinte alig elválasztható módon. Ez esetben az intervallum szűkítésével kimutatható, hogy a C felvételi kőzetváltozatok túlnyomó része a $-0,75$ -nél nagyobb átlagos minőségjelző mérőszámmal rendelkezik, s így a II. értékelési csoportot a $+0,25$ -től a $-0,75$ -ig terjedő átlagos minőségjelző mérőszámmal rendelkező mintacsoportok alkotják.

A II. csoportnál gyengébb megtartási állapotú mintacsoportok alkotják a III. értékelési csoportot. A csoportosítás reális voltát az elemző kőzettani vizsgálatokkal ellenőriztük, s igen jó egyezést tapasztaltunk.

Az előbbieket szerint meghatározott értékelési kőzetváltozatokra minden egyes tulajdonságban meghatároztuk az értékelési csoport várható értékét. A meghatározás módja esetünkben a súlyozott számtani közép számítási módszere volt.

A várható eredmények ismeretében már nagy biztonsággal lehet következtetni a kőzetből állítható termék tulajdonságaira. A nógrádkövesdi kutatás esetén ismerjük a működő kőbánya technológiáját, ismerjük a bányából kikerülő termék tulajdonságait és a termékkel kapcsolatos fontosabb gyakorlati tapasztalatokat. Ezen ismeretek alapján mondhattunk véleményt a kőzetanyag adott célra való felhasználhatóságára.

A nógrádkövesdi kutatásnál alkalmazott minősítési-értékelési rendszer az egy kőzetesten belüli relatív minőségeloszlás meghatározása volt.

Az előbbi módszernél lényegesen jobb és egyszerűbb lenne, ha ismernénk az adott felhasználási célra alkalmazott kőzetanyagok tulajdonságainak országos átlagát és szórását, mert ez esetben az ismert kőzetanyagok közé lehetne akár a még nem használt kőzetanyagot is egyszerűen besorolni. E minősítési rendszer felhasználáscentrikus és regionális lenne.

Az utóbbi minősítési módszer lehetőségét rejti a vonatkozó szabványos vizsgálati terv, mert bizonyos idő múlva rendelkezésünkre állhat az adatsor minden felhasználási cél és felhasznált közetanyag vonatkozásában. E célból a keletkező vizsgálati eredmények összegyűjtése, rendszerezése és adatbank-szerű állandó gondozása szükséges.

KÜLFEJTÉSEK MÉRNÖKGEOLOGIAI VIZSGÁLATA

Juhász József

/Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem/

A bányagödrös külfejtések rendkívül termelékeny, magas fokon gépesített, nagy méretű, drága géplánccal szerelt bányák. A művelés csak akkor lehet gazdaságos, ha a gépláncok optimális körülmények között a tervnek megfelelő teljesítménnyel a földtani környezet váratlan akadályaitól mentesen dolgozhatnak. Ehhez az kell, hogy a földtani viszonyoknak megfelelő gépláncokat tudjunk kiválasztani, s a termelési rendszert is a földtani környezet feltételeihez igazítsuk. Ezek a feltételek egyértelműen szükségessé teszik az igen részletes, gondos mérnökgeológiai előkészítést, és a művelés közbeni rendszeres mérnökgeológiai munkát, mely rövidebb távú igen részletes előrejelzéseivel biztosítja az előkészítő munka során adódó ismeretességi hibahatáron belül változó földtani környezet - részletes időbeni megismerése révén a gazdaságos és zökkenőmentes művelést.

Évtizedek óta egyre inkább világos, hogy minél drágább a beruházás és minél érzékenyebb a költségek miatt maximális teljesítményre tervezett termelési lánc, annál sokrétűbb, hatékonyabb és pontosabb előkészítésre van szükség. Külfejtéseink színvonalas mérnökgeológiai előkészítése tehát követelő feladat.

A bányagödrös külfejtések mérnökgeológiai felvétele - minden más mérnökgeológiai munkához hasonlóan - időben és térben széles sávot ölel fel. Időben a beruházási program előkészítése kapcsán kezdődik és a felhagyott bánya rekultivációjának végleges megállapodásáig tart. Térben a közvetlen külfejtési terület, illetve a földtani készlet területén túl az egész felszíni és felszín alatti víztartóra kiterjed. A mérnökgeológiai munka során számos alap-

és társtudomány eredményeit használják fel a földtani környezet célirányos, sokoldalú és szükséges pontosságú megismerésére, főként a morfológia, hidrológia és a földtan több tudományágazatát.

A mérnökgeológiai kutató munka költsége a beruházás 1-3 %-a. Aligha ésszerű tehát a mérnökgeológiai munkákkal takarékoskodni. A tapasztalat szerint egyetlen váratlan - de szakszerű előkészítés esetén elhárítható - havária leküzdése nagyobb költséget igényel, mint a teljes mérnökgeológiai kutatás.

Ami gyakorlati nehézséget okoz, az a beruházási rend és pénzügyi fedezetének időbeni alakulása. A külfejtést is - akár csak más, a földtani környezetbe helyezett létesítményt - a mérnökgeológiai viszonyok számottevően befolyásolják. A gazdaságosságot, a műszaki kialakítás fontos részleteit, sokszor magát az optimális művelést sem lehet megfelelően eldönteni mérnökgeológiai ismeretek nélkül.

Ezért már a beruházási program készítésekor ismerni kellene azt, Ugyanakkor még nem áll rendelkezésre elegendő összeg. Amikor már a kiviteli tervek készülnek megnyílnak a pénzforrások, de a hatékony mérnökgeológiai kutatás számára az már sokszor késői időpont. Szocialista tervgazdálkodásunkban felül kellene vizsgálni ezt a ferdeséget és akár központi keretekből biztosított összegekkel /kölsönökkel/ áthidalni a pénzügyi nehézségeket.

A bányagödrös külfejtéseket mérnökgeológiai és művelési szempontból két nagy csoportra bonthatjuk: vízszintsüllyesztéssel üzemelő külfejtés és vizalatti kitermeléssel üzemelő bánya. Mindkettőnél alkalmazhatnak mechanikus vagy hidromechanikus fejtést és szállítást. Mérnökgeológiai szempontból az első két csoport a fő osztályozási rend, ezért vizsgálatainkat ennek megfelelően bontjuk, míg a másikat csak ezen belül vesszük figyelembe.

A mérnökgeológiai felvétel belső, egy középső és egy nagy területre terjed ki, amiken belül más-más részletességgel és különböző célokkal kell a vizsgálatokat elvégezni.

A legrészletesebb kutatás a belső területen történik ami a művelésbe vonni tervezett terület és körülötte 0,5-1,0 km széles sáv. A középső terület az a térrész, amelyre a művelés során a bányabeli munkálatok kihatnak. Ha van vízszintsüllyesztés, akkor rendszeren a depresszió tér várható legnagyobb kiterjedése adja a középső terület határát. Ha nincsen vízszintsüllyesztés, úgy a várható mozgások szélső sávja, a meddőhányó és a bányaművelés épületeinek, gépterének és egyéb kiszolgáló létesítményeinek külső határain tuli 300-400 m széles sáv jelenti a középső területet. Előfordul, hogy ebben az esetben a középső terület kimarad, mert nem nyúlik túl a belső területen.

A külső terület határát a morfológiai, földtani, hidrogeológiai viszonyok alapján kell megszabni ott, ahol az előbbi külső tényezők még éppen hatással lehetnek a bányüzemre. Rendszerint a felszíni, illetve a felszín alatti vízváltó adja ezt a határt.

A mérnökgeológiai felvétel a belső területen 1:5000 ÷ 1 : 2000 méretarányban készül a pontosság fokozódásával. Ezen a területen belül a felvételnél döntően a kőzetek térbeli elhelyezkedését, állapotát, fizikai tulajdonságait kell megismernünk és ennek alapján a víztelenítés, az álló és mozgó rézsük hajlása, a meddőhányók kialakítása a munkagépek típusa és termelékenységé, az optimális gépláncok kialakítása, gyakran a meddő fedő letermelési módja határozandó meg. Ezen túlmenően figyelmet kell fordítani a meddő fizikai tulajdonságainak vizsgálatára, különös tekintettel az eredeti anyag keverésére, a mállásra, a felhasználásra és a meddőhányók alatt a hidrogeológiai viszonyok megváltozására.

A középső terület mérnökgeológiai felvétele 1:5000 - 1:1000, igen nagy érintett terület esetén 1 : 25000 méretarányban készül. Ezen a területen belül a felvétel egyik fő célja a megváltozott viszonyok miatt bekövetkező dinamikai geológiai viszonyok előrejelzése, a bányakár vizsgálatok megállapítása és elhárítása céljából. Elsősorban a felszín mozgások a talajviz, rétegviz esetleg karsztviz regionális süllyesztése, a fedőréteg nedvességtartalmának regionális meg-

2286

változása következtében a felszíni rétegekben megváltozó duzzadási-zsugorodási viszonyok tisztázása szokott a feladat lenni. Előfordulhat azonban - különösen kedvezőtlen helyen fekvő /pl. hegylábi/ nyersanyag esetén - a bányanyitással megindított permanens suvadás állapota is, ami több kilométer széles sávban veszélyeztetheti a felszinközeli rétegek egyensúlyát. Ezen a területen tehát a hidrogeológiai viszonyok mellett a kőzetek fizikai tulajdonságairól és azok művelés során jelentkező változásairól kell tájékozódnunk a várható dinamikai-geológiai folyamat-változással együtt. Ennek a középső területnek a vizsgálata a leginkább speciális és bányánként egyedi vizsgálatokat kívánja.

A külső terület mérnökgeológiai felvétele 1 : 25000 - 1 : 50000 méretarányban készülhet. Nagyobb kiterjedésű vízgyűjtőterületnél 1 : 100000 indokolt lehet. Folyók esetén ez a harmadik vizsgálati terület nem a felszíni vízgyűjtőre, hanem a geohidrológiai szempontból még figyelembe veendő területre terjed ki csak.

A külső terület felvételének egyik fő célja a külfejtés területén átmenő-s onnan elhelyezendő- felszíni vízfolyások hidrológiai és hordalékszállítási viszonyainak tisztázása a vízfolyás áthelyezés helyes megtervezése a bányaiüzem számára szükséges vízbeszerzési lehetőségek megismerésére. Másik fontos cél a külfejtésből kiemelendő vízhozam megismeréséhez az utánpótlódások helyének és nagyságának meghatározása, az átadott és a járulékos készletre vonatkozóan egyaránt.

Minden földtani vizsgálat - így a mérnökgeológiai is - a nagyból halad a kicsi felé. Ezért először a külső terület felvételeit kell elkészíteni. Mindenek előtt tisztázni kell - főleg morfológiai vizsgálatokkal - a külső terület célszerű lehatárolását. Amennyiben a külfejtéshez legfeljebb néhány száz négyzetkilométeres felszíni vízgyűjtő tartozik, akkor ésszerű azt tekinteni a külső terület határának. Ellenőrizni kell azonban, hogy ez egyben a felszín alatti vízgyűjtő

terület határa is vagy sem. Amennyiben a felszín alatti vízgyűjtő terület helyenként tulnyulik a felszínre, úgy ott annak a határán vesszük fel a külső terület szélét.

A felszíni vízgyűjtő határát a feldolgozással megegyező léptékű topográfiai térképről vesszük. A felszínalatti vízgyűjtő határát a rendelkezésre álló földtani térképek segítségével – esetleg a bennünket érdeklő vízfajta regionális vízszint vagy víznyomástérképének adatait figyelembe véve – becsüljük meg. A későbbi vizsgálatok során ez esetleg módosulhat kissé, ezért kétségek esetén óvatosságból nagyobb területet veszünk figyelembe. Ha nincsenek vízszint, vagy víznyomástérképek úgy a meglévő furások, feltárások pontszerű adataiból becsüljük meg a felszín alatti vízgyűjtő terület kiterjedését.

Folyó völgyekben kialakítandó külfejtések esetén a külső területet ott határoljuk le, ahol már a folyó nincsen hatással a külfejtésre /például a folyó árvizei már nem jelentenek veszélyt, a víz minőségét nem változtatja koncentrált szennyezés/. Ilyen esetekben általában nem vizsgálhatjuk a teljes felszín alatti vízgyűjtőt sem. Ki kell választanunk azokat a geohidrológiai szempontból döntő földtani elemeket /rétegkiékelés, tektonikai felület, vízzáró fedő, stb./ amelyeken kívülről lényegesen kevesebb, esetleg elhanyagolható az utánpótlódás. Az így kiválasztott külső terület azonban természetesen nagyobb – szélső esetben legfeljebb egyenlő – kell legyen a középső területtel.

A külső területen megoldandó két nagy feladat a hordalék és a vízháztartás. A külső terület vizsgálatakor a meglévő térképanyagon felül a felszíni észlelésekre hagyatkozunk. Sekély és kisátmérőjű furásokat legfeljebb a hordalék-képződésre nagyon veszélyes területeken végzünk a kellemetlen anyag jobb megismerése érdekében.

Fontos a vízgyűjtő területről bejövő hordalék hozamának meghatározása, a vízgyűjtő elsősorban hordalékszállító részterületeinek felderítése és ott a hordalék visszatartására vonatkozó javaslattétel /pl. hordalékfogó gátakkal, tereprendezéssel/. /2. ábra/

A külfejtés szempontjából fontos a geohidrológiai viszonyok felderítése. Mindenek előtt a vizsgálandó idom lehatárolása végzendő el a felszín alatti vízgyűjtő és a kőzetek vízvezetőképessége alapján. Utána a kijelölt idom határán a vízháztartási "terhelések" megadása. A felszín alatti vízvásztón köztudottan nincsen terhelés, de nem mindig érdemes egészen addig vizsgálni a területet, mert a határon belüli nagy területen a vízháztartási problémák megsokszorozódhatnak. Sokszor egyszerűbb a vízvásztónál sokkal kisebb területet választani és a felvett határon meghatározni a geohidrológiai terhelést /3. ábra/. Ebben az esetben sem lehet azonban kisebb a terület a középső vizsgálati területnél kivéve ahol a vízgyűjtő terület határa huzódik ezen belül, hiszen addig kihat a víztelenítés.

A középső terület mérnökgeológiai vizsgálatát már rendszeres mérnökgeológiai vizsgálati és feltárási terv alapján ismerjük meg a tervezési lépcsőknek megfelelő fokozatossággal. Az itt megoldandó mérnökgeológiai problémák vagy bányakár megismerést és elhárítást, vagy már a művelési biztonságot szolgálják.

A bányakár a középső területen elsősorban a vízszintsüllyesztés következménye. Részben a rétegek víztelenedése miatti felszín mozgás, részben a vízelvétel miatt fellépő vízellátási problémák, részben a talajvíz süllyedése következményeként jelentkező mezőgazdasági termés-csökkenés, valamint a felszíni duzzadó-zsugorodó talajok viselkedésének megváltozása a legfontosabb vizsgálati feladat ebben a csoportban.

A felnti problémák megoldása érdekében az előzetes adatokra támaszkodva meg kell határozni a lehetséges pontosságig a vízszintsüllyesztés miatt károsodó területeket. Ismereteink korlátai miatt általában nem egyetlen területet jelölünk ki, hanem hármat /4. ábra/. Ezek ismeretében mindenek előtt előzetes földtani és vízföldtani vizsgálat után vízszint észlelő kutakat kell telepíteni minden olyan rétegre, amit a vízszintsüllyesztés befolyásol az egész lehetséges

hatásterületen, s egy kettőt azon kívül is. Ennek a lépésnek az elmulasztása már nagyon sok kellemetlen pert és felesleges kiadást jelentett bányaiüzemeknek. Különös figyelmet kell fordítani a talajviz megfigyelésére, mert ez számos jelenséget befolyásol és észlelési hiánya sok vita alapja.

A tervezés előrehaladásával részben egyre pontosabban körvonalazódik a bányanyitás és a bányaművelés terve térben és időben. Így egyre pontosabban megismerjük a vízszintsüllyesztés műszaki feltételeit. Ugyanakkor az elhelyezett észlelőkutak adatai és a feltárások növekedése a földtani környezet oldaláról is jelentősen pontosítja a számításokat - amiket ilyenkor már mindig számítógépen végzünk- .

A megfigyelések és a számítások alapján meg kell határozni a depresszió hatására jelentkező felszínüllyedések mértékét, például a depresszió /s/ ismeretében egy-egy függvényben az 5. ábrán bemutatott módon:

$$\Delta z_{1-2} = G/1-A/ \left[(x_1 + b) \ln (x_1 + b) - x_1 \ln x_1 + x_2 \ln x_2 - (x_2 + b) \ln (x_2 + b) \right]$$

ahol:

$$G = \frac{c \sigma_0}{(\rho_k - \rho_v) g} \quad A = \frac{6}{G \frac{1 + es}{c} - 11} \quad b = \left[\frac{s \rho_v g}{\sigma_0} \right]$$

$$\left[x_1 = \frac{\sigma_{21} + \sigma_0}{\sigma_0} \right] \quad x_2 = \left[\frac{[\sigma_{22}] + \sigma_0}{\sigma_0} \right] \quad \left[\sigma_z = \frac{(\rho_x - \rho_v) g}{1 + e_1} \right]$$

e_0 a $[\sigma_0]$ hatékony feszültségű mélységben a réteg hézagterfogata

$[\sigma_0] \cong 0,1 \text{ MP}$

ρ_k, ρ_v

a kőzet, illetve a víz sűrűsége

c

a kőzetre jellemző együttható, az összenyomódási modulusból számítható

s

a vizsgált függélyben a depresszió

σ_{21}, σ_{22}

a z illetve z_2 mélységben uralkodó hatékony nyomás

A teljes felszinsüllyedés végeredménye (Δz):

$$\Delta z = \Delta z_{1-2} + \Delta z_{2-3} + \Delta z_{3-4} + \dots + \Delta z_{n-1,n}$$

A függélyenkénti vizsgálat eredményeiből felrakhatjuk a süllyedési teknő izovonalait.

Szükség esetén természetesen meghatározzuk a felszinsüllyedés időbeni alakulását is.

A vízszintsüllyedés következtében a talajviz általában kisebb-nagyobb mértékben süllyed. Ha a felszint néhány méter vastag 10-15 % lineáris zsugorodású agyag borítja, a talajvízszint süllyedés következtében megváltozik a nedveségtartalma és így az agyag korábban nem tapasztalt módon zsugorodik-duzzad ami a kisterhelésű - és gyakran nem is elég gondosan alapozott - épületekben károsodást okoz. Miután ezt csak műszaki beavatkozással háríthatjuk el, előrejelzése elsőrendű feladat.

A talajviz állagának süllyedése a mezőgazdasági termelésben károsodást okoz, amit - ha nem akarunk vagy tudunk pénzben megváltani - öntözéssel kell pótolni. Mindkét megoldás jelentős kiadást jelent, így a bányászati gazdaságának reális vizsgálhatósága érdekében pontos feltárása fontos.

A középső terület megismerésének másik célja a földtani környezetnek olyan vizsgálata, mely a bányaművelés során jel entkező változás miatt az üzem biztonságát vagy egyéb vagyont veszélyeztet.

Gyakran kerül bányagödrös külfejtés hegylábhoz. Ilyenkor a bányagödör létesítése fokozatosan az egész oldal megindulását eredményezheti, különösen, ha a hegyoldalt agyagrétegek vagy agyag-homok kifelé dőlő rétegsor építi fel. Ilyen esetben a bányagödör állékonyságát nem elég a közvetlen környezet vizsgálatára szorítani.

Ugyancsak előfordul, hogy a hegyláb felé tett meddőhányó, vagy a külfejtés vízvédelmi gátja, esetleg rendezetlen terep mélyedései a felszínen lefolyó vizet visszatartja, ezt részben a felszín alá kényszeríti és az így megromlott fizikai állapotú rétegekben suvadás sorozat indul meg. A mérnökgeológiai vizsgálat során fel kell deríteni ennek lehetőségét és a tervező figyelmét erre fel kell hívni.

A hegylábi külfejtési gödör kiemelése a felszíni, illetve felszínközeli rétegek kuszását is elindíthatja. Vizsgálata fontos.

A belső terület kívánja a legrészletesebb feltárást és vizsgálatot. Ez a terület, vagy annak nagyobb része a gyakorlatban is a leginkább megfigyelt. Az itt végzett vizsgálat a művelés feltételeit a legközvetlenebbül befolyásolja.

Külfejtéseink során olyan rétegek kerülnek a felszínre, amelyek korábban évmilliókig le voltak takarva, sem hőmérséklet, sem fagy, sem nedvesség változás nem érte. A külfejtés során felszínre kerülő rétegek fizikai tulajdonságai ezért gyakran megváltoznak, a rétegek kohéziós tulajdonságai általában megromlanak és ezzel szilárdságuk csökken. Ez a hatás jelentkezik a legszilárdabb gránitok, vagy bazaltok felszínre kerülő rétegeitől kezdve a márgákon keresztül egészen az agyagokig.

A felszínre kerülő szilárd összeálló kőzetek éleinek mállása mellett gyakran az összecementáló anyag mállása jelentkezik, s a kőzetlapok mentén vagy tömbösen leválik. Nagyban elősegíti azt a korábbi tektonikai igénybevétel aprózó hatása. E tulajdonságokat a kőzetteni vizsgálatok mellett a helyszíni tapasztalatok alapján vehetjük számba. Az átmeneti és laza kőzetek tulajdonságai a hideg, a párolgás, a beszivárgás, illetve függővíz tartalom és a víz kémiai viszonyok változása következtében folyamatosan változnak. Ezért a vizsgálatok során a rétegekből kialakított rézsük és a hánnyók rézsüinek állékonysági vizsgálata nem alapulhat a kőzetek pillanatnyi fizikai tulajdonságain, hanem a fizikai jellemzők valószínű szélső értékei mellett is biztosítani kell a részüállékonyságot. A rétegekből vett minták közvetlen vizsgálata mellett ezért a laboratóriumban célszerűen megvizsgálandók az e rétegek várhatóan szélsőségesen kedvezőtlen viszonyok közötti fizikai tulajdonságai is.

A laza kőzetekben készülő külfejtések oldalait rézsüsen kell kiképezni. Ennek a rézsünek a hajlásszögét a vízszintsüllyesztés után is megmaradó pórusvíznyomás többletek figyelembevételével kell meghatározni. Ellenkező esetben annak ellenére, hogy a vízszintsüllyesztés sikerült, a rézsü állékonysága nem lesz biztosítva.

A belső területen döntő jelentőségűek a dinamikai geológiai folyamatok vizsgálata.

Külfejtéseinken a dinamikai geológiai folyamatok közül a felszíni vizek tevékenysége általában elhanyagolható. Kivételt képez néhány kavicsbányánk, amelyek folyók mentén települtek. A felszín alatti vizek dinamikai geológiai folyamatából a karsztosodás mellett figyelembe kell még venni rétegzett, laza kőzetek esetén a bányászkodás során átvágott, felső talajviztartónak esetleges becsuszását, befolyását, amelyet a tavaszi beszivárgáskor feltöltődő rétegekbe bejutott talajvíz, vagy rétegvíz okoz a rézsü pórusainak kitöltésével és a pórusvíznyomás megemelkedésével ami a hatékony feszültség és az állékonyság csökkenésével jár. A rézsüben, gyakran a rézsü alján lévő rétegek szoli-flukciója következik be miatta.

Az egyik legtöbbször előforduló probléma a gravitációs folyamatok fellépése. Különösen veszélyes akkor, ha a területen öreg csuszamlások vannak, amelyek reaktiválódása következhet be a külfejtéseknél kialakuló új feszültségi viszonyok következtében.

A belső terület vizsgálatakor tehát kiemelten kell figyelni a gravitációs folyamatok kialakulásának lehetőségeire utaló földtani ismereteket.

A belső területen csupán a felszíni adatokból a mérnökgeológiai felvételt nem lehet elvégezni, hanem csak több lépcsőben telepített mérnökgeológiai feltárással.

Külfejtéseknél a kőzetfeltárási munkák, és a mérnökgeológiai felvétel lényegében egyidőben történik. A feltárások, költsége legyen minél kisebb, de csak annyira, hogy elegendő adatot szolgáltatassanak a biztonságos és gazdaságos tervezéshez. Ezért a nyersanyagkutató furásokat is széles körben fel kell használni a mérnökgeológiai kőzetfeltárással.

A nyersanyagkutató furások rendszere ilyen telepeknél hálózatos, s ez a feltárási rendszer a mérnökgeológiai céloknak is általában megfelel. A földtani-
lag nagyon zavart területeken a nyersanyagkutató furásokból nyert adatokat még sűrítő furásokkal kell pontosabbá tenni. A besűrítés mértéke a földtani környezettől függően 200-300 m-es háló. Csak ritkán - pl. nyitott vetőnél, vagy ha a művelést igen megközelíti a karsztos alaphegység - megyünk ez alá szükség szerint.

Amennyiben a nyersanyagkutató furások nem hálózatosan települtek, célszerű a mérnökgeológiai feltárással úgy telepíteni, hogy végső soron a hálózatoság többé kevésbé biztosított legyen, ha egyébként a földtani felépítés mást nem igényel. Törések, vetők és más szinguláris földtani formák közelében a feltárással sűríteni kell.

A furások mélységét úgy kell megválasztani, hogy a legalsó nyersanyagtelep feküje még egyértelműen fel legyen tárva. Homogén fekü kőzet esetén legalább 15 m, egyébként legalább 30 m-rel kell túlfurni. Abban az esetben, ha a feküben lejobb nagy áteresztőképességű és nagyobb víznyomású réteg, vagy karsztvizek tartó kőzet van a furásokat a szükséges védőréteg vastagságának kétszereséig kell lemélyíteni.

A belső területen a feltárás során meg kell állapítani a földtani felépítést, a kőzetek fizikai tulajdonságait és a rétegvizek nyomásviszonyait.

A feltárás eredménye alapján végezzül el a rézsüállékonysági, fekü felszakadási vizsgálatokat. De a feltárás eredményei alapján tudunk adatokat szolgáltatni a meddő és a hasznos anyag szilárdságáról, szerkezetéről, stb., s ezek ismeretében lehet a termelő és szállító gépláncokat pontosabban kiválasztani. Javaslatunk befolyásolja az egy szeptemben művelendő rétegvastagságot is. Tisztázzák a művelés során az atmoszferiliák hatására várható fizikai tulajdonság változásokat is, ami elsősorban a fejtőgéplánc és a szállító rendszer megengedhető talpfeszültségét adják meg. A télvégi olvadás és a nagy esőzések utáni átázás egyes kőzetrétegeket szilárdságilag annyira kedvezőtlenül befolyásol, hogy célszerű lehet a géplánc működési szintjével elkerülni.

A gravitációs, dinamikai geológiai mozgások, elsősorban a suvadás és a sárfolyás a termelésre nagy veszélyt jelentenek. Ezek kifejlődésének megakadályozására vonatkozó javaslatokat is tartalmaznia kell a szakvéleménynek.

A mérnökgeológiai munka megszakítás nélkül folytatódik a bányafeltárásakor és a termelés során. Ebben az időpontban a feladatokat két nagy csoportba sorolhatjuk. Egyik a feltárás során megismert mérnökgeológiai adatok folyamatos ellenőrzése és kiegészítése, a másik a termelés során felmerülő új problémák megoldása. Az első csoportba tartozó feladatok során a tervezés stádiumaiban végzett feltárásokat és azok eredményeit a tényleges bányafeltárás

során megismert anyaggal és településsel hasonlítjuk össze. Ez a nem szívesen végzett, valóban sokszor fárasztó és időtrabló rutinmunka igen fontos, mert az idejében észlelt eltérések alapján még van idő a terv kisebb módosítására a termelés ütemének tartása érdekében. Az észlelt eltérések alapján - ha szükséges - nagyobb még nem művelt területen kiegészítő furásokkal lehet a változást lehatárolni és mértékét megállapítani. Nem csak a földtani felépítés, hanem a kőzetfizikai változások mértéke is eltérhet a tervezettől. A termelés során végzett mérések és megfigyelések alapján tisztázhatjuk, hogy a tervezéskor felvetthez képest a várható fizikai jellemző szélső értékek milyen mértékig térnek el, s ha kell a terv ezt érintő részleteit módosítjuk.

Az ellenőrző mérnökgeológiai feladatok elhanyagolása, vagy csak a földtani felépítés valamely egyszerű, sokszor csak szemmel való figyelemmel kísérése már sokszor megbosszulta magát. Egyetlen kár, ami gondos és sokrétű mérnökgeológiai ellenőrzéssel elhárítható lett volna a teljes üzem alatti mérnökgeológiai munkák költségét gyakran fedezte volna.

A termelés során végzendő mérnökgeológiai feladatok másik nagy csoportja a felmerülő új igények kiszolgálása. Ezek általában a tervezetthez képes nehezebb termelési viszonyok esetén hivatottak a zökkenőmentes és tervszerű termelést elősegíteni. Csak néhányat említek: a fejtőgépek optimális előrehaladási sebessége és a kőzet állapota közötti kapcsolat meghatározása esetleg a pillanatnyi kőzetállapot automatikus jelzése útján a fejtőgépek munkájának folyamatos segítése; a megengedhető talpfeszültség meghatározása; a géplánc elemeinek szükségszerű cseréjekor a legmegfelelőbb cseredarab kiválasztása; a tervtől eltérő részletkérdésekben a mérnökgeológiai szakvélemény elkészítése.

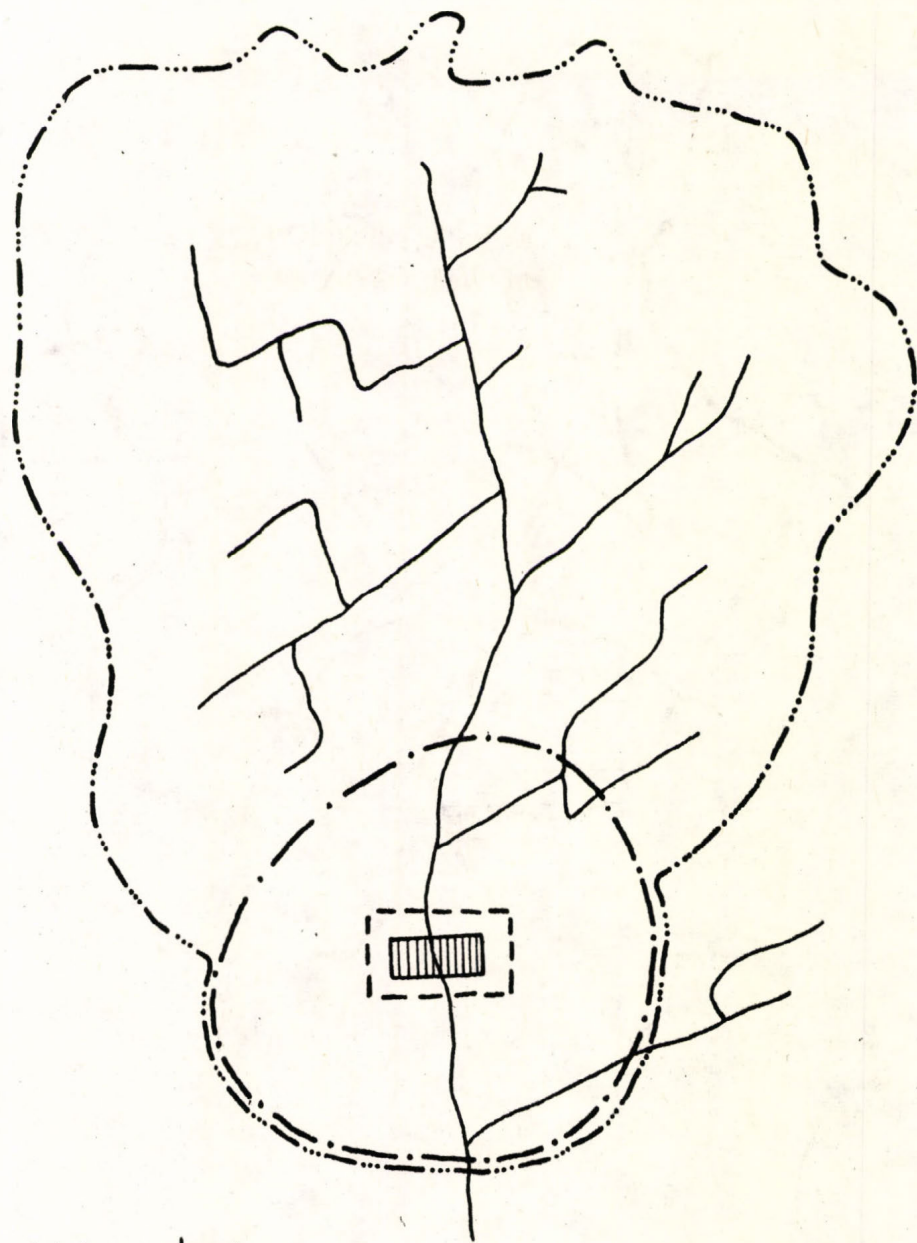
A termelés során végzendő mérnökgeológiai feladatok tehát sokrétűek és mindig naprakészek kell legyenek. A lemaradás a termelés kieséséhez, vagy lassulásához vezet, ami nem engedhető meg.

A mérnökgeológiai feladatok a termelés befejeztével a rekultiváció időszaká-
ba ugyancsak folyamatosan mennek át. Ma már eljutottunk itthon is addig,
hogy a bányagödröket a termelés befejeztével nem hagyják ott éktelenkedni,
hanem olyan felszint alakítanak ki, ami a terület további hasznosítását le-
hetővé teszi.

A rekultivációs terv - helyes tervezés esetén - nagy vonalaiban már a ter-
vezés stádiumában kialakul. Eldől, hogy mit kívánnak a területtel csinálni a
bányászat megszűnése után és már például a nyitógödör meddőhányóját ennek
megfelelően helyezik el. A gyakorlat azonban ma még más. A rekultiváció mó-
dozatai csak a bányászat utolsó stádiumában alakulnak ki véglegesen. A mér-
nökgeológiai feladatok ennek megfelelően egyrészt a termelés során a készü-
lő végleges rekultivációs terv részére szükséges anyag megoldása, valamint
a rekultiváció során a megadott adatok helyességének ellenőrzése és az eset-
leg felmerülő újabb kérdések folyamatos megválasztása.

A rekultiváció elkészülte után egészen addig ameddig a terület el nem nyeri
új egyensúlyi állapotát, a mérnökgeológus figyelemmel kíséri a változást és
ellenőrzi annak tervszerűségét. Ha a változás a tervtől eltér, okait azonnal
felderíti és ha kell javaslatot készít a célszerű vagy szükséges beavatkozás-
ra.

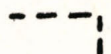
A mérnökgeológus feladata tehát a külfejtéseknél hamarabb kezdődik és tovább
tart, mint a többi szakemberé. Munkája sok szempontból hasonlít a régi házi
orvosok munkájára, akik sokszor a születéstől kísérték figyelemmel pácién-
seiket. Így megismerték egyéniségét és problémáit gyorsan és hatékonyan el
tudták háritani. Nekünk is arra kell törekednünk, hogy egy-egy külfejtésen
kezdetől fogva ugyanazok a mérnökgeológusok dolgozzanak, hogy így évtize-
des tapasztalataik a legjobban hasznosuljanak.



Jelmagyarázat



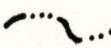
Külfejtés



Belső vizsgálati terület

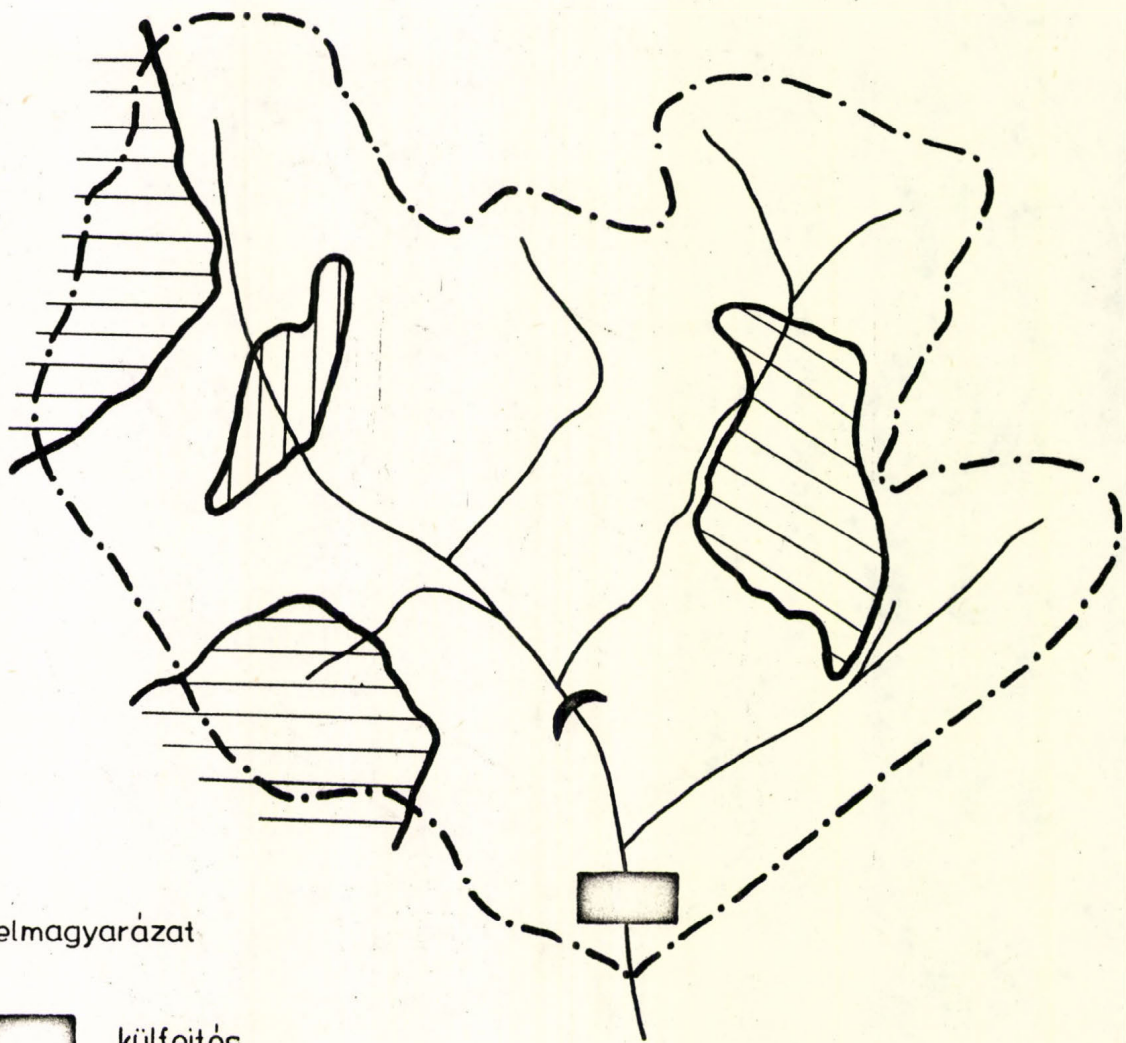


Középső vizsgálati terület








Külső vizsgálati terület

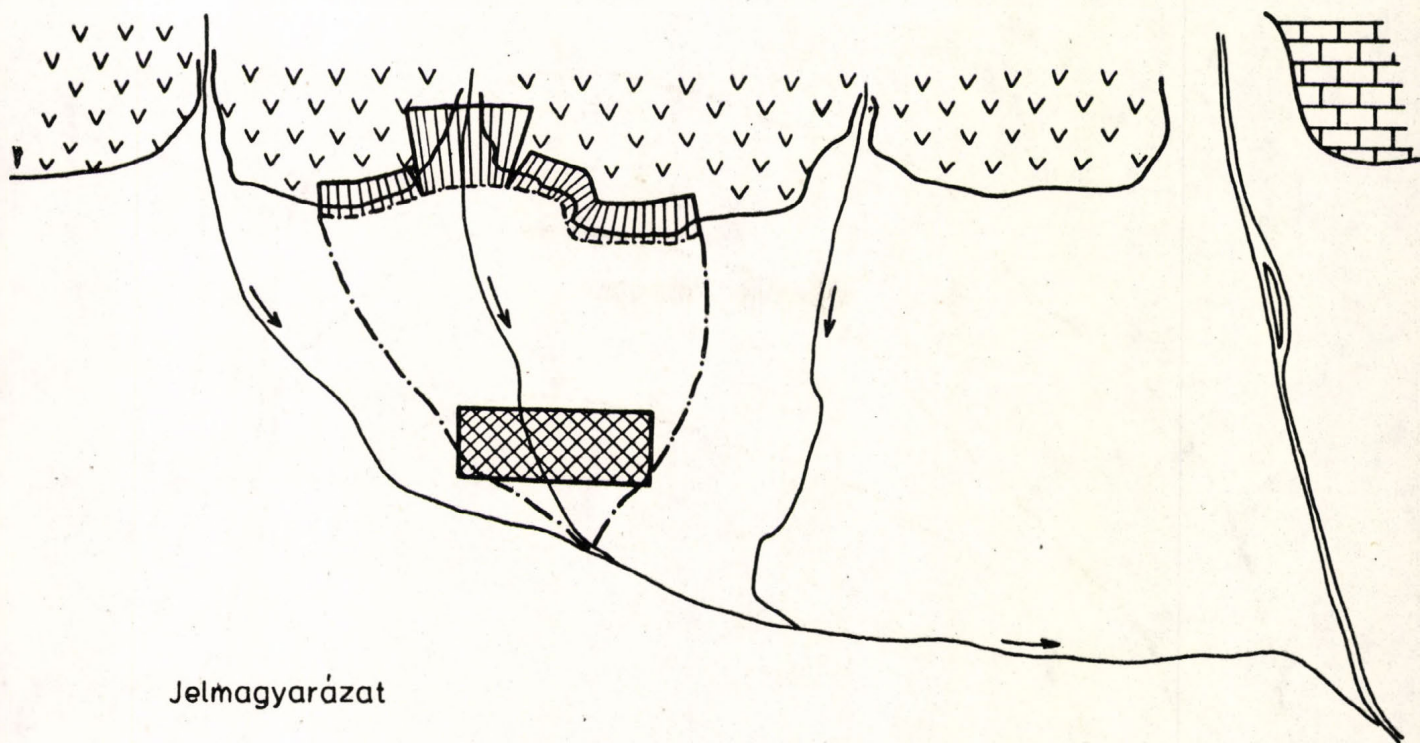
1. ábra





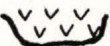

Jelmagyarázat

-  külfertés
 -  nagyon
 -  közepesen
 -  kissé
- hordalékképződésre
- } veszélyes területek
-  hordalékfogó gát

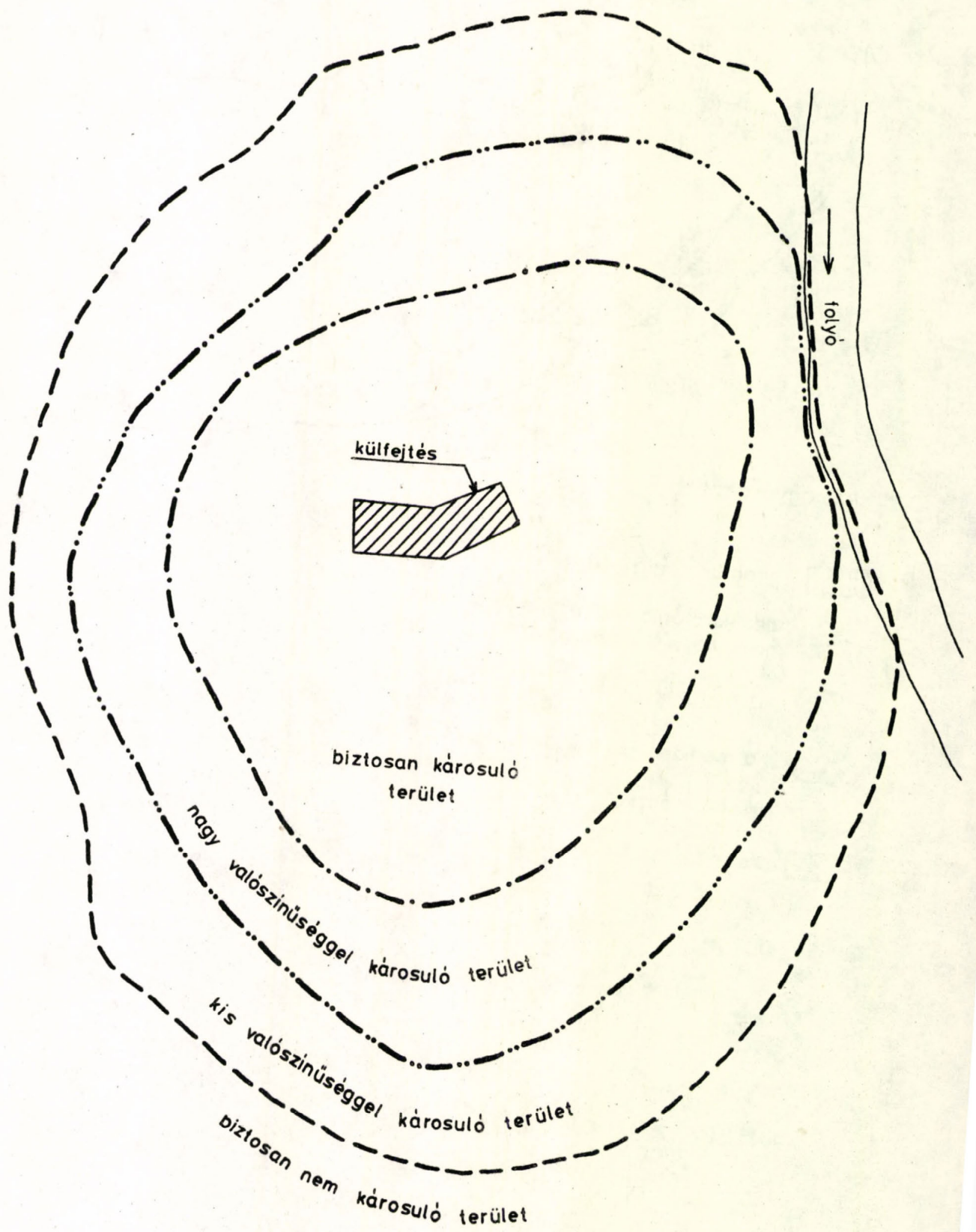
2. ábra

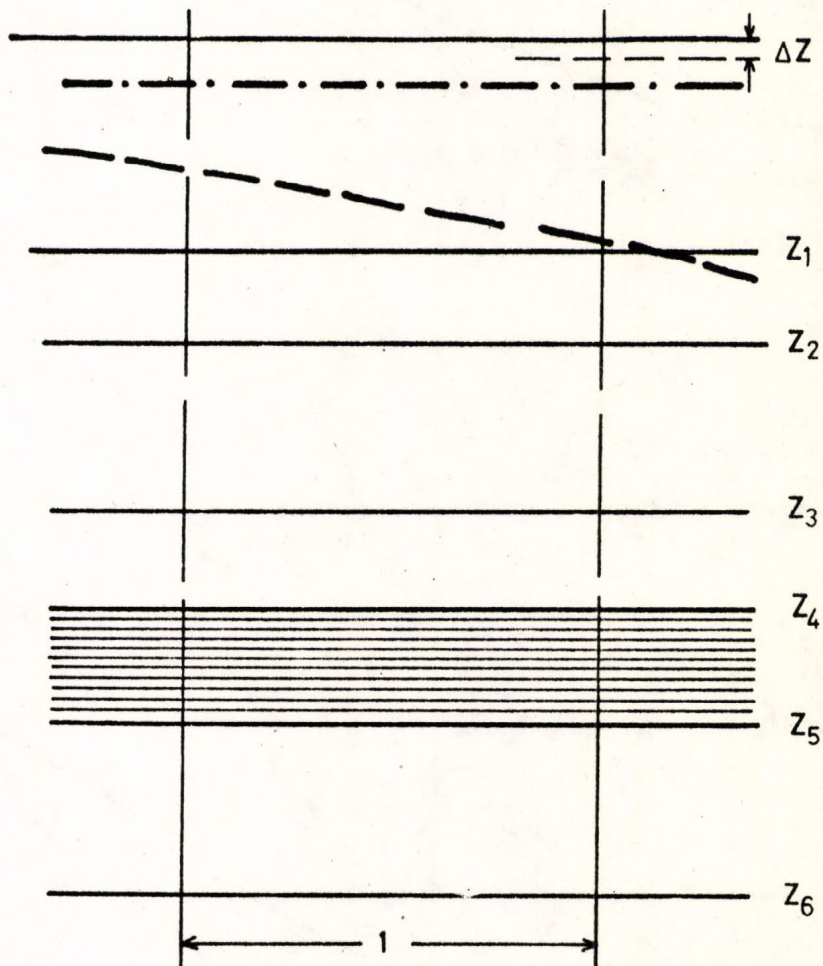


Jelmagyarázat

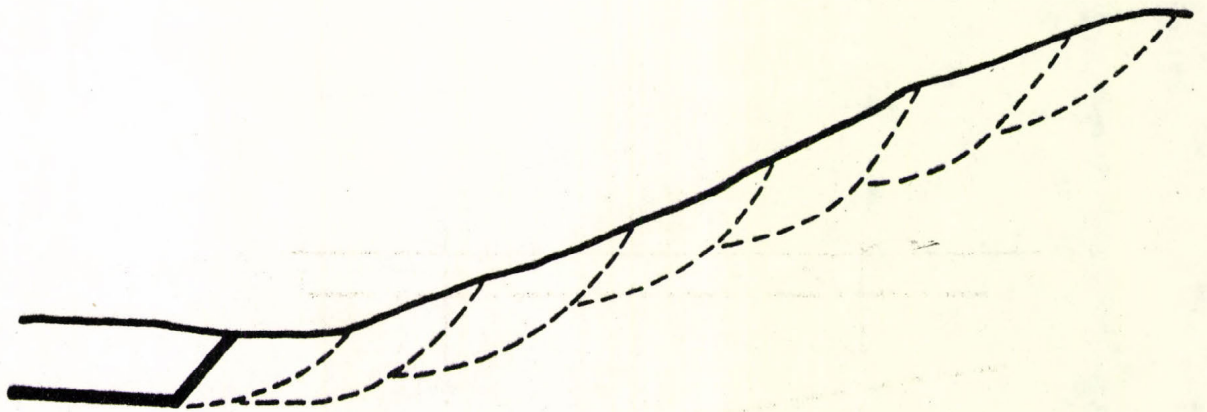
-  geohidrológiai terhelés
-  geohidrológiai határ, mely nem vízgyűjtő határ
-  vízgyűjtő határ
-  harmadidőszaki vulkáni kőzet
-  triász mészkő
-  külfejtés

3. ábra

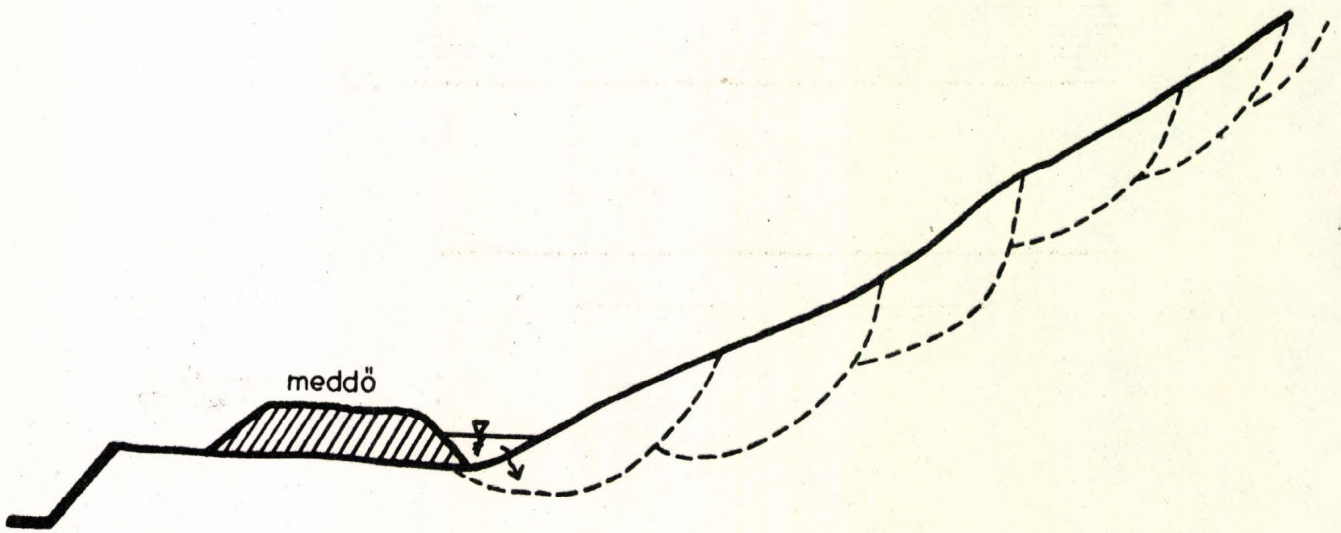




5. ábra



6. ábra



7. ábra

MEDDŐHÁNYÓK RENDEZÉSI ÉS HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI

Farkas Béla - Feigly Béla

(Magyar Szénbányászati Tröszt, Tatabánya)

Összefoglalás:

A tanulmány a szénbányászat által létesített meddőhányók környezetszennyező hatásait és azok - a hányók rendezése, illetve hasznosítása révén - megszüntetésére irányuló tevékenységeket foglalja össze. A meddőhányók hasznosítására jelenleg két megoldás kínálkozik: a hányófelület rendezése, illetve a hányó anyagának felhasználása más ipari célra.

A hazai gyakorlatban mindkét megoldást alkalmazzák ugyan, de a környezetünk védelme fokozottabb erőfeszítést igényelne.

1. Bevezetés:

Mind a külszíni, mind a mélybányászati tevékenység során a hasznos ásványi nyersanyagok kitermelése mellett szükségszerűen megjelennek olyan anyagok is, amelyek nem képezik az adott termelés tárgyát és az adott ipari folyamatban nem hasznosíthatók. Ezeket az anyagokat meddőnek nevezzük. Ideiglenes vagy végleges tárolásukról gondoskodni kell, ami az u.n. meddőhányók létrehozásával történik.

A meddőanyagok felhalmozása gyakorlatilag egyidős a bányászkodással. A századforduló előtti bányászkodás - bár sok évszázadot ölelt fel - az aránylag kis volumenénél fogva a meddőfelhalmozással nem hozott létre olyan állapotot, amely akár az emberi életet, akár a természeti környezetet döntően befolyásolta volna. Az 1900-as évektől kezdve viszont az ipari forradalom miatt a bányászkodás olyan mértékben megnőtt, hogy a mellékterméknek tekinthető meddőanyagok már káros hatást fejtenek ki.

Az ipari forradalom következményeként az utóbbi évtizedekben a területi koncentrációra való törekvés miatt az energiahordozó vagy más hasznos ásványi nyersanyagot kitermelő helyek közelében épültek fel az azokat feldolgozó ipari létesítmények is. Ezek együttes hatása révén napjainkban egyes ilyen koncentrált ipari területen a környezet olyan mértékű szennyezettsége állt elő, amely az emberi élet szempontjából katasztrófális méretet öltött, és annak károsodásához vezetett.

A további romlás megakadályozása érdekében szükségessé vált megfelelő jogi és műszaki-gazdasági előírásoknak, szabályozóknak a bevezetése. Ezek az intézkedések a káros hatások csökkentését, a károk megszüntetését és egyes esetekben az eredeti helyzetnél jobb állapot kialakítását írják elő. A vonatkozó intézkedések azonban különböző időben jelentek meg és emiatt magukon viselik a környezetvédelem időbeni változó főbb szempontjainak és feladatainak jellegzetességét is. Az egységes és komplex szemlélet kialakítása még hosszabb időt igényel. Ezek során természetesen nem lehet figyelmen kívül hagyni a rendelkezésre álló műszaki-gazdasági erőforrásokat sem, mivel a megoldások zöme meghaladja az egyes iparágak és ágazatok erőforrásait.

A bányászat - messzenyuló hagyományaira épülően - más iparágakat megelőzve szabályozta a tevékenységével kapcsolatos környezeti ártalmak kiküszöbölését.

Hazánkban a bányászatról szóló 1960. évi III. törvény (Bányatörvény) egyértelműen rendelkezett a bányászat által okozott károk megtérítéséről, valamint a bányászati tevékenység miatt rendeltetésében megszűnt, vagy korlátozott külszíni területek használhatóságának visszaállításáról. Ez a kötelezettség kiterjed meddőhányók rendezésére is.

Tanulmányunkban a hazai szénbányászat által létrehozott meddőhányókkal kapcsolatos felmérésekről, környezetrontó hatásokról és ezek megszüntetésére irányuló tevékenységről kívánunk rövid tájékoztatást adni.

2. A szénbányászati meddőhányók általános vonatkozásai és környezetkárosító hatásai.

A bányászat már a kutatás során kapcsolatba kerül a környezetvédelem tárgyát képező külszinnel, talajjal, alapkőzettel, ásványi nyersanyagokkal és vízzel. Ez a kapcsolat a termelés és a feldolgozás során egyre intenzívebbé válik. A megengedhetőnél nagyobb környezeti károsodások az egyes nyersanyagok felhasználásának korlátozásához és így termelésük visszaszorításához vezethetnek. Emiatt a nyersanyagot termelő bányászatnak - és ezen belül az újból jelentőssé váló energiahordozó szenet kitermelő szénbányászatnak is - érdeke, hogy a természeti erőforrások ésszerű és a környezetvédelmet figyelembevevő felhasználására vonatkozóan kutatásokat végezzen, illetve a célszerű és gazdaságos megoldásokat végre is hajtsa.

A bányászatnak a környezethez való kapcsolatát alapvetően az a tény határozza meg, hogy a bányászkodás helyét más ipari üzemek telepítésével ellentétben nem lehet szabadon megválasztani, mivel bányászkodni kizárólag ott lehet csak, ahol a hasznos ásványanyag előfordul. Emiatt a bányászat külszini létesítményei (osztályozók, törők, dusicók, meddőhányók stb.) ezen helyhezköötöttség miatt sok esetben olyan települési környezetbe kerülnek, ahol üzemük nem kívánatos.

Vizsgálatunk tárgyát képező meddőhányók károsító hatása lényegében két csoportban foglalható össze, éspedig:

- mező- erdőgazdaságilag hasznosítható termőterületeket foglalnak el, esetleg tönkre is tesznek,

- anyaguk mállása révén pedig gáz és füstképződésükkel a levegőt szennyezik, illetve mérgezik.

Mélyműveléses szénbányászásban a meddőanyag a feltáró és előkészítő vágathajtás, fejtési, osztályozási és mosási tevékenység következtében kerül a külszini hányóra.

Legutóbbi felmérési adatok alapján a kb. 25 millió tonna/év széntermeléssel egyidejűleg keletkező meddő évi mennyiségét kb. 3,7 millió tonnára lehet becsülni. (1.táblázat).

Ezt a mennyiséget a jövőben - az új eocén mélybányák üzembehelyezése miatt - növekvőnek és területileg koncentrálnak kell figyelembe venni. A mélyművelési szénbányák hányóanyagának mennyisége jelenleg mintegy 114 millió tonna. A mélyműveléssel kapcsolatosan keletkezett meddőhányók jellemzője, hogy a bánya üzemelése során folyamatosan növekszenek a tervezett mértékig, vagy az adott üzem befejezéséig, anyaguk éghető részeket tartalmaz, égési termékekkel és porképződésükkel szennyezik a környezetet.

A mélybányászattal kapcsolatosan létesített meddőhányók által elfoglalt összes területre vonatkozóan nincs összesített adatunk. Példaképpen megemlítjük, hogy a Borsodi Szénbányák 224 km² összterületű bányatelkein belül mintegy 290 ha a meddőhányók területe (1,3 %). Károsító hatásuk az elfoglalt terület nagysága szempontjából kevésbé jelentős.

Felméréseink alapján a szénbányászásban jelenleg 66 olyan meddőhányó van, amely levegő szennyeződést okoz részben égési termékeivel, részben porképződéssel. Súlyosbitja a környezetrontó hatást az a tény, hogy a hányóknak mintegy 60 %-a beépített lakóterületek 1 km-es körzetén belül helyezkedik el.

Az égő és porképződésre hajlamos meddőhányóknak a lakóhelyhez viszonyított megoszlását a 2. táblázatban foglaltuk össze. A felmérés során megvizsgáltuk azt a tényezőt is, hogy az égésre hajlamos hányók anyaga milyen mértékben tekinthető kiégettnek, vagy még égőnek. A 3. táblázat adatai szerint a hányók nagyrésze 70-90%-ban még nem kiégett. Az égő meddőhányók többféle légnemű mérgező égéstermékkel bocsátanak ki. Ezek közül a kéndioxid a legveszélyesebb környezetszennyező. Korrodáló hatása révén rövid idő alatt tönkretesz a fémszerelvényeket, gépeket, károsan hat a környezetében élők egészségére. Példaképpen megemlítjük, hogy - műszeres mérések szerint - a Mecseki Szénbányák 4 égő meddőhányója mintegy 400 tonna/év kéndioxiddal szennyezte a levegőt.

Külfejtésekben a hányók külső és belső hányóként jelentkeznek. A feltárás során - a nyitó árok létesítésekor - jelentkező külső hányók elsősorban mezőgazdaságilag hasznosítható területeket foglalnak el, másodsorban a porképződés miatt szennyezik a levegőt. A belső hányók a hasznosítható ásványi anyagok kitermelésének előrehaladásával a keletkezett bányagödör feltöltése révén a régi terepszint visszaállítását szolgálják. Mind a külső, mind a belső hányó a bányászati tevékenységet követően tájrendezésre kerül. Ennek az a célja, hogy a mechanikai és biológiai eszközök alkalmazásával a területeket újrahasznosításra alkalmassá tegye, tehát a talaj a régi termőképességét helyreállítsa, esetleg az eredetnél jobb helyzetet teremtsen.

Hazánkban egy jelentős külszíni fejtés üzemel, a gyöngyösvisontai "Thorez" Külfejtéses Bányauzem. Eddigi tevékenységük során mintegy 1550 ha területet sajátítottak ki a bányauzem és a hőerőmű céljára és 450 ha-t rekultiváltak.

3. A meddőhányók főbb hasznosítási lehetőségei.

A meddőhányók környezetkárosító hatásainak kiküszöbölésére - a vonatkozó rendelkezéseknek megfelelően - a szénbányászatban is jelentős tevékenység folyik. Ez a tevékenység jelenleg két főbb irányzatból áll:

- a hányók mechanikai rendezése és biológiai előkészítése után növénytakaróval történő lefedése,
- a hányók megszüntetése, anyaguknak más ipari célra való felhasználása révén.

Az első csoportbeli megoldás - a nem égő meddőhányók esetében - gyakorlatilag a legegyszerűbben megoldható feladat. A rézsük rendezésével kapcsolatos földmunkák, a biológiai előkészítés, legfőképpen a növénytakaró létesítése miatt azonban nagyon költségigényes.

Tatabánya központi részén, a régi műveletek egy visszamaradt meddőhányóját parkerdő céljára kívánják átrendezni. A rendezés során a hányó rézsüjét lépcsőzetesre alakították ki. A hányó fedőlapját közel szintesre képezték. Biológiai előkészítés során fűrészporos-szénporos anyaggal keverték a felső földréteget. Ezt követően elvégezték a szintes felületek fásítását facsemetékkel, valamint a rézsüfelületek füvesítését is. Komlón az un. Dávidföldi meddőhányó mechanikai rendezése még folyamatban van. Az eddigi rendezés során egy aránylag nagy platófelületet képezték ki, amelyen sportpályákat és üdülőövezetet alakítottak ki. A rézsü megkötése füvesítéssel folyamatosan történik.

Meddőhányók porzásra hajlamos felületének füvesítésére biztató kísérletek folytak a Verdyol-Hydrosa eljárással, amely nem igényel előzetes biológiai talajelőkészítést. Négy különböző helyen végeztek kísérleti füvesítést, így Oroszlányban és Ajkán pernyehányón, Pécssett a külfejtés rézsüjén és Komlón a fentemlített Dávidföldi meddőhányón.

A kísérleti területeket úgy választották ki, hogy a lehető legkedvezőtlenebb tulajdonságúak legyenek. Ezáltal kívánták biztosítani, hogy a módszer – a kísérletek sikere után – egyéb területeken is biztonsággal alkalmazható legyen.

Az égő vagy égésre hajlamos meddőhányók rendezése ma még igen nehezen megoldható feladat, mivel az égő hányót sem mechanikai módszerrel nem lehet rendezni, sem növénytakarót nem lehet létesíteni rajta. Kiegészük viszont hosszú évtizedeket igényel.

Hazai viszonylatban még nincsenek kidolgozva olyan eljárások, amelyekkel a hányók begyulladására megakadályozható, illetve az égő hányó tüze eloltható lenne.

A korábbiakban említett Pécs-Komlói körzetben előállott sulyos kéndioxid szennyezés kapcsán szükség volt bizonyos lokalizációs tevékenységre. A kísérleti munkák során az egyik hányórészen mintegy $2\,600\text{ m}^2$ égő felületet tűz és saválló habarccsal fedtek le, egy másik hányórészt pedig éghető anyagot nem tartalmazó földtakaróval borítottak. E lokalizációs tevékenységgel a kibocsátott kéndioxid mennyisége mintegy a felére csökkent. A munkálatok költsége közel 800,- eFt volt.

A meddőhányók másik irányú hasznosítási módja a hányó anyagának valamilyen más ipari célra történő felhasználása, lényegében a hányó elhordása.

A hányóanyag ipari felhasználása elsősorban annak ásványos összetételétől és kőzetfizikai tulajdonságaitól függ.

Felméréseink alapján a szénbányászatban mintegy 27 millió tonna/év meddőanyag felhasználására kerül sor jelenleg.

A felhasználási lehetőségek között az alábbiak szerepelnek:

- ut és gátépítés,
- terepfeltöltés,
- cementgyártás,
- téglagyártás,
- erőművi felhasználás és egyéb célok.

Tételes megoszlásukat a 4.sz.táblázat tartalmazza.

Az ipari felhasználás lehetőségét részletesebben néhány példával próbáljuk szemléltetni:

- a Borsodi Szénbányák Monosbéli osztályozóján végzett felületi és a daraszén mosásból keletkezett iszapmeddő értékesítése szervezett formában történik. Az iszapmeddő - szén és homok-tartalma, valamint szemcseösszetétele folytán - a jelenleg gyártott vázkerámia téglákhoz ideális adalékanyag. Kereslet főleg a tiszántuli téglagyárak részéről van meg, amelyeknek homokszegény agyagalapanyaguk van. A felhasználás volumene növelhető.
- a Mátraaljai Szénbányák Petőfibányán rendelkezik mélyművelésből eredő szénpor és meddőhányóval. A hányó tulnyomórészben már kiégett. A hányó anyaga talajjavításra, téglagyári adalékanyagként, de főképpen töltésanyagként hasznosítható. Az elmúlt években mintegy 10 et/év meddőanyagot használtak fel, elsősorban téglagyári adalékanyagként.
- a Mecseki Szénbányáknál a nem égő meddőhányók, valamint a szénelőkészítő művek meddőanyagát használják fel ipari célra.

A meddőhányók anyagát elsősorban terepfeltöltésre, illetve a kisebb külfejtési gödrök feltöltésére hordják. A szénelőkészítő művek szenes meddőanyagát a Pécsi Hőerőmű Vállalat hasznosítja. Biztató kísérletek folynak a könnyübeton gyártásnál adalékanyagként történő felhasználására is.

- a Tatabányai Szénbányáknál a hasznosítást elsősorban a meddőanyag mosás útján történő feldolgozása jelenti. A mosás során kinyert szenet erőművi felhasználás, a megmaradt meddőanyagot nagyobb részben terepfeltöltés és gátépítés, kisebb részben cementgyári adalékanyag céljára hasznosítják.

A mosási tevékenységet a HALDEX Meddőfeldolgozó Üzem végzi. Mosási eljárásuk során kidolgozták a meddőanyag könnyübeton-adalékanyagként való hasznosításának lehetőségét is.

- a Várpalotai Szénbányák meddőhányó anyagát jelenleg csak töltésanyagként és gátépítéshez hasznosítják. A bányákból kikerülő meddőanyag cement- és téglagyártáshoz nem alkalmas.

Egyéb hasznosítható anyagokat sem tartalmaz, ezért másirányú felhasználására jelenleg nincs lehetőség.

Előadásunkban rövid összefoglalást kívántunk adni a szénbányászat által létrehozott meddőhányóknak a környezetre gyakorolt károsító hatásáról, valamint rendezési és hasznosítási lehetőségeiről.

A meddőhányók más ipari létesítményekhez viszonyítva - kivéve az égő meddőhányókat - nem károsítják súlyosan a környezetet. A szénbányászat ettől eltekintve nagy műszaki és gazdasági erőfeszítéseket tesz a meddőhányók környezetrontó hatásainak csökkentésére, vagy teljes megszüntetésére. A feladat teljes megoldása azonban még fokozottabb ráfordítást igényel mind időben, mind költségben.

1. táblázat

Sor szám	Vállalat	A meddőanyag származása et- ban				
		Feltá- rásból	Elővá- jásból	Osztályo- zásból	Mosás- ból	Összesen:
1	Borsodi SzB.	121	880	171	27	1 199
2	Dorogi SzB.	-	-	-	-	-
3	KDSz.	78	126	326	-	530
4	Mátraaljai SzB.	-	-	-	-	-
5	Mecseki SzB.	242	-	9	965	1 216
6	Nógrádi SzB.	37	17	20	-	74
7	Oroszlányi SzB.	12	112	2	-	126
8	Tatabányai SzB.	90	85	35	270	480
9	Várpalotai SzB.	-	4	44	-	48
	<u>Összesen:</u>	560	1 224	607	1 262	3 673

2. táblázat

Sor- szám	Vállalat	Meddőhányók száma lakott terület 1 km- es körzetén			
		Belül		Kivül	
		Égő	Porzó	Égő	Porzó
1	Borsodi SzB.	6	5	4	7
2	Dorogi SzB.	2	-	-	-
3	KDSz.	6	6	-	-
4	Mátraaljai SzB.	-	1	-	-
5	Mecseki SzB.	4	-	1	2
6	Nógrádi SzB.	1	2	-	2
7	Oroszlányi SzB.	1	1	3	3
8	Tatabányai SzB.	2	3	1	2
9	Várpalotai SzB.	1	-	-	-
	<u>Összesen:</u>	23	18	9	16

3. táblázat

Sor szám	Vállalat	Hányókészletek és "kiégetettségi" megoszlásuk			
		Össz.mennyiség et	Kiégett %	Nem kiégett %	Vegyes %
1	Borsodi SzB.	23 259	20	77	3
2	Dorogi SzB.	-	-	-	-
3	KDSz.	14 041	77	15	8
4	Mátraaljai SzB.	50 000	-	-	-
5	Mecseki SzB.	16 700	11	89	-
6	Nógrádi SzB.	2 060	14	86	-
7	Oroszlányi SzB.	4 621	8	70	22
8	Tatabányai SzB.	2 700	-	-	100
9	Várpalotai SzB.	990	20	30	50
<u>Összesen:</u>		114 371			

Sor- sz.	V á l l a l a t	Jelenlegi meddőhasznosítás et-ban					Összesen
		út és gát építéshez	terep feltöltés- hez	cement gyártás- hoz	tégla gyártás- hoz	egyéb célra	
1	Borsodi Szénb.	-	-	-	16 000	-	16 000
2	Dorogi Szénb.	-	-	-	-	-	-
3	Középdunántúli Szénb.	-	-	-	-	-	-
4	Mátraaljai Szénb.	-	-	-	9 600	-	9 600
5	Mecseki Szénb.	-	60	-	-	902	962
6	Nógrádi Szénb.	-	-	-	-	-	-
7	Oroszlányi Szénb.	-	-	-	-	-	-
8	Tatabányai Szénb.	134	185	98	-	63	480
9	Várpalotai Szénb.	48	-	-	-	-	48
	Összesen:	182	245	98	26 600	965	27 090

HULLADÉKOK ELHELYEZÉSE BÁNYÁSZATI TÉRSÉGEKBEN

Vass Gyula

(Központi Bányászati Fejlesztési Intézet)

Az exponenciálisan növekvő fejlődés hasonló mértékű hulladékképződéssel, felhalmozódással jár. A fokozott ipari tevékenység megszakította a természet anyagi körfolyamatát. Egyre több anyagot von ki abból, s halmoz fel értelmetlenül. A természetes körfolyamat fenntartásának figyelembevételével, a hulladék kérdés, az újrahasznosítás /recycling/ útján képzelhető el. Kell-e bizonygatni, hogy Magyarországon is feldolgoztunk már néhány meddőhányót /pl. a széntartalma miatt/, mert hozzáférhető volt. A hozzáférhetőség nagyon lényeges az újrahasznosítás szempontjából. A megfelelő átmeneti tárolás pedig alapvető követelmény.

A nyersanyagokban dus hulladék végleges eltüntetése, letakarása egyre nagyobb vétek. Csak azért történik így, mert még nálunk nincsenek alkalmas szeparáló, feldolgozó gépek, gépláncok. A nem távoli jövőben azonban lesznek ilyenek, mert erre kényszerít bennünket - a környezetvédelmet most figyelmen kívül hagyva - a nyersanyaghelyzet. Ebbe az irányba mutat az a kedvező körülmény is, hogy pl. a fémek hulladékból való visszanyeréséhez 50-50 %-kal kevesebb energia szükséges. A gazdaságosság ma már élő példákban mérhető le.

Ohio államban egy napi 1000 tonna szemetet feldolgozó üzem 370 tonna nyersanyagot /papír, alumínium, vas, üveg/ termel. A napi tiszta haszon: 5700 dollár! Környezetjavító haszna: ingyenes nyereség.

A hulladékok több szempontból csoportosíthatók, a keletkezési helyük szerint vannak:

2286

- I. települési /kommunális/ hulladékok,
- II. ipari hulladékok,
- III. mezőgazdasági hulladékok,
- IV. speciális /mérgező, radioaktív stb./ hulladékok.

Többnyire szilárd /kb. 50 %/ halmazállapotról van szó, de a folyékonyak /az iszapos szennyvizek, fáradt olajok, oldószerek stb. / is nagyobb mennyiségben keletkeznek. Jelenleg többnyire végleges elhelyezésükre, ártalmatlanná-
- tételükre törekszünk. Az ismert főbb eljárások:

- rendezett lerakás,
- komposztálás,
- égetés

valamelyikét, vagy azok kombinációját alkalmazzuk. Számunkra, ha elfogadjuk az újrahasznosítást, ill. az arra való tárolás gondolatát, akkor kutatással, tervezéssel előre előkészített "rendezett lerakás" kategóriába illeszkedünk.

A bányászat, a művelés megszűnte után számos, különböző adottságu lehetőségeket, térségeket kínál. Ezek lehetnek:

- kőbányák,
- kavics-, homok-, agyag-, tőzgebányák,
- külfejtéses szénbányák,
- külfejtéses bauxitbányák,
- mélybányászat következtében előállott horpák.

A visszahagyott bányatérségek rendkívül alkalmasak ideiglenes hulladék-elhelyezésre.

- 1/ Befogadóképességük kb. 1000 ezer m^3 -tól 1 millió m^3 -ig vehető igénybe.

- 2/ Viszonylagosan állékony rézsüvel határoltak.
- 3/ Utellátottsággal, vízelvezetéssel, olykor villamos hálózattal rendelkeznek.
- 4/ Lakótelepülésektől általában távolabb helyezkednek el.

Mindenképpen szem előtt kell tartanunk, hogy

- a/ csak a bányászkodás megszűnte után használható fel a terület.
A bányaművelés nem zavarható !
- b/ csak előzetes kutatással, tervezéssel oldható meg a hulladék-elhelyezés.

Szervezetlen hulladék ledöntés veszélyekkel jár. Fertőzheti a levegőt, a talajt, a talajvizet, az élővilágot. A tervszerűen előkészített, víztelenített, rétegesen történő, rendezett hulladéklerakás eseményszámba megy /pl. Óbuda, Ujlak II-III. agyagbánya, Lágymányos feltöltése/. Ma még megelégszünk a feltöltött terület újrahasznosításával /park, erdő, játszótér stb./. Belsőségnek számító területeken a jövőben is hasonló hasznosításra számíthatunk. A külterületek azok, ahol elképzelhetők az újrahasznosításra szánt hulladékok, szakszerű deponálása, későbbi feldolgozása. Szerencsére éppen a külterületek azok, ahol a bányászat visszahagyott "tárolóhelyeit" találjuk. Ezzel új irányt kaphatna az ilyen területek hasznosítása.

A bányászat által visszahagyott területen való ideiglenes hulladékhelyezésre részletes receptet adni nem lehet. Ez mindenkor egyedi megfontolás, kutatás és tervezés tárgya. A munka elindításához azonban általános érvényű ismeretek szükségesek. Mindenek előtt vissza kell térnünk a hulladékokra, azok jellemzésére, hiszen nem lesz mindegy hová milyen tárolhatunk.

Elhelyezésük, ártalmasságuk szempontjából a következő fő hulladéktípusokat említhetjük:

- 1/ Közvetlenül vagy válogatás után értékesíthető /fém, papír, üveg, csont, fa műanyag stb./,

- 2/ Talajra helyezve nem, vagy kevésbé ártalmas
/építési törmelék, vegyes kommunális hulladék/,
- 3/ Tulnyomóan szerves anyagot tartalmaz, komposztálható /élel-
miszeripari, mezőgazdasági hulladék/,
- 4/ Ipari szervesanyag termékek
/bőr, textil, gumi, ásványolaj stb./,
- 5/ Lerakásuk előírások betartásával lehetséges
/ipari zagyok, vizoldható mérgező salak/,
- 6/ Folyékony hulladékok ártalmatlanítás után helyezhetőek el /szer-
ves oldószerek, galvániszap/,
- 7/ Különleges hulladékok, kezelésük költséges
/gyógyszer és vegyipari mérgező, ill. tűz- és robbanásveszé-
lyes anyagok/.

Az eddigiekből már következik, hogy az adott hulladéktípus a kiszemelt bányá-
térségben elhelyezhető-e egyáltalán, vagy tárolása milyen műszaki megoldá-
sok mellett lehetséges.

Ügyelnünk kell arra, hogy a hulladék - fajtájától függően - lerakás után vál-
tozásokon megy keresztül. Ezek:

- kémiai változások
- konszolidáció
- hőmérséklet-változás
- víztartalomváltozás
- elválási felületek keletkeznek.

Tehát mindenképpen fontos lesz a kiszemelt hulladéktípus fizikai - kémiai,
toxicitási jellemzőinek ismerete.

A tervezés megindítása előtt meg kell ismerkednünk a hely

- topográfiájával,
- földtani felépítésével,
- felszíni és felszínalatti vizeivel,
- növénytakarójával,
- élővilágával,
- meteorológiai adataival.

A fentiekhez kapcsolódóan szakvélemények beszerzése válik szükségessé.

/Az NDK-ban pl. a hidrológiai szakvélemény: előírás!/ A kutatás és a tervezés figyelme ki kell terjedjen:

- 1/ a talaj adszorpciós képességére /egyensúly beállta után a koncentráció mértéke!/,
- 2/ a telítetlen zóna távolságára /azaz: meddőréteg vastagsága a talajviz fölött/,
- 3/ a vízáteresztőképességre.

A tárolni kívánt, nyersanyagokban dus hulladékanyag lehetőleg vizoldhatatlan formában legyen előkészítve.

A tervezés során meg kell oldani:

- a tereprendezést,
- a vízrendezést,
- a hulladékanyag megtámasztását,
- a hulladék elszigetelését,
- a hulladék lerakási módját,
- a hulladék lefedését,
- a megfigyelés, mintavétel módját.

Törekedni kell az elegyengetett szilárd alap kialakítására, mert így megkönnyítjük a későbbi feldolgozás során a hulladék felszedését. A talajmenti szigetelés nem okozhat nehézséget. Számos anyag közül választhatunk /agyag-, bitumenes készítmények, vízzáró beton, fémlemez, műanyag, gumi/.

Az eddigiekben nem vettük számításba az ideiglenes földalatti tárolás /kőzetpedésekben, pórusokban, üregekben/ lehetőségét. Különböző folyadékok besajtolásáról, sóbányákban való hulladékelhelyezésről tudunk. A vázolt elképzelésben két tényező akadályoz bennünket a széleskörű földalatti "tárolóhelyek" felhasználásakor:

- 1/ rétegvizek elszennyezetősége,
- 2/ költségesebb anyagkiszállítás.

Inaktív hulladékok /pl. építési törmelék/ végleges elhelyezése földalatti bányatérsekben természetesen jó megoldás. Elsősorban a meddőanyag visszajuttatását kellene szorgalmaznunk. Mégsem kizárt a felszín-alatti keresnivalónk, ugyanis számos fejtési üreg jöhet szóba. Az üreg szigetelése, biztosítása /pl. lőtt beton/ természetesen alapvető követelmény. Amennyiben ez valahol számbajöhet, ott a tervezés menete közel azonos a külszinnél elmondottakéval.

Nem hagyhatjuk figyelmen kívül a szakember kérdést sem. Nem állunk rosszul. Végleges szemétkerakás terén tapasztalatokkal rendelkező kutató, tervező gárda most is működik. Az elképzelt ideiglenes hulladékelhelyezéssel járó új feladatok megoldása, némi gyakorlat után, a jövőben rutinfeladatoként jöhet számításba.

AZ ÓBUDAI (UJLAKI I.) FELHAGYOTT AGYAGBÁNYA REKULTIVÁCIÓS TERVEZÉSÉNEK ELŐMUNKÁLATAI

Horváth Zsolt - Kenézlői László
(Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat)

1. BEVEZETÉS

1.1. Fővárosunk dinamikus fejlődése nem kimélhette az ódon hangulatu, sokunkban nosztalgiát ébresztő Óbudát sem, amelynek szinte teljes felszámolása után rövid idő alatt hatalmas, korszerű városnegyed emelkedett ki a földből. A kedves emlékü apró házak, utcácskák, kiskocsmák könyörtelenül szükségszerű eltüntetése után most egy olyan, mindnyájunk által jól ismert, tipikusan óbudai nevezetesség felszámolására kerül sor, mint a Bécsi ut melletti Ujlaki Téglagyár elhanyagolt, tátongó sebként éktelenkedő I.sz. agyagbányája, amely tájromboló hatásán kívül különböző veszélyek állandó forrása is.

A felhagyott agyagbánya rekultivációja napjainkban már halaszthatatlanná vált. Az óbudai lakótelep felépítése és a Hármashatárhegy keleti lejtőjének egyre sűrűbb beépülése következtében a bányagödört ma már lakott terület veszi körül, ahol:

- az alábányászottság és a rendezetlen víz helyzet következtében súlyos károkat okozó felszínmozgások alakultak ki.
- a bányagödörből tartós esők, heves záporok által nagymennyiségű agyag és sár kerül a közutakra (Bécsi ut - Vörösvári ut környéke), amely zavarja, időnként megbénítja városrész forgalmát.

- a bányagödörben az idők folyamán rendszertelenül elhelyezett és ma is oda kerülő különböző eredetű és anyagu hulladék baleset- és fertőzésveszélyt, a Hármashatár hegyről esetenként lehuzódó, vagy felelőtlen kutyatulajdonosok által szabadon engedett kóborló állatok a bányában buvóhelyet, menedéket találnak és így szintén potenciális fertőzésveszélyt jelentenek.
- a rekultiváció szükségszerűségét - nem utolsósorban - az utóbbi években felépült óbudai lakótelep környékének tájrendezési igénye is alátámasztja, végül
- a bányászatról szóló 1960. évi III. törvényben foglaltak pedig kötelezővé teszik.

1.2. A Mátyás hegy - Remete hegy keleti lejtőjén sorban kialakított és ma már felhagyott bányák újrahasznosítása érdekében már korábban is készültek tanulmányok, szakvélemények, tervek, amelyek tapasztalatait, megállapításait figyelembe vettük.

Jelen tanulmányunk a bánya rekultivációjának tervezését megelőző előmunkálatokat ismerteti elsősorban, de betekintést ad a rekultivációs terv fontosabb műszaki megoldásaiba is.

2. A VIZSGÁLT TERÜLET ÁLTALÁNOS FÖLDTANI VISZONYAI

2.1. A vizsgált terület a Mátyáshegy-Remetehegy keleti lejtőjén található a Bécsi ut nyugati oldalán 115-200 m közötti tengerszint feletti magasságban. Az eredeti, ma már leművelt domboldal lankás lejtésű volt, a környező területek lejtéséből az eredeti térszínesítés 5-15 %-os értékére rekonstruálható.

Északról a Perényi-köz, ill. a Perényi lejtő, nyugatról a Remetehegyi ut, délről a Téglá utca folytatásában a Remetehegyi utig húzódó csapadéklevetető árok, keletről a Bécsi ut határolja.

Miután a terület általános földtani viszonyairól bőséges szakirodalom áll rendelkezésre, amelyek anyaga széles körben ismeretes, ezért tanulmányunkban csak nagy vonalakban térünk ki ezekre.

2.2 Közvetlen környékének legidősebb képződményei a triász kora dolomit, eocén kora mészkő és márga. Ezek a képződmények alkotják az alaphegységnek az ÉNy-DK-i irányú törésvonal mentén kiemelkedett részét és egyben a vizsgált terület nyugati határát.

A felső eocén kora nummulinás-discocyclinás mészkövet bryozoás márga követi. A márga fokozatosan megy át a lattorfi emeletbe sorolt sötétszürke színű, foraminifera-mentes, hal- és levélmaradványokat tartalmazó palás jellegű, kemény, ún. "tardi" agyagba.

A bázisképződményekre már kivastagodva települ a téglagyártás alapanyagát képező gazdag és jellegzetes foraminifera és molluszká-faunát tartalmazó, középső oligocén rupéli emeletébe tartozó ún. kiscelli agyag. Színe kékes-szürke, de a felszínén kb. 5-15 m vastagságban sárgás színű, finom homokos, sok helyen lejtőtörmelékkel kevert, gazdag molluszká-faunát is tartalmaz.

A rupéli agyag fedője KRIVÁN P. (1973) szerint felsőpleisztocén würmi periglaciális szoliflukciós közelhegységi durvatörmelék (f. eocén mészképződmények) tartalmazó, lejtőlösszel fedett lejtőtörmelék, hozzákevert mállott kiscelli agyag-anyaggal.

3. A VIZSGÁLT TERÜLET ÁLTALÁNOS VIZFÖLDTANI VISZONYAI

A felszín alatti vizek közül a vizsgált területen karsztvizet és talajvizet tudunk elkülöníteni. A mezozoós képződmények, valamint a f. eocén kora nummuliteszes mészkő jelentős mennyiségű karsztvizet tároznak. A karsztviz szintje a 110-112 mBf-i magasságban helyezkedik el, tehát a bánya területe a karsztvizszint felett van, de a bánya területén jelentkező vizek és a karsztviz között kommunikáció nem tételezhető fel, így a környéken létrejött mozgások kialakulásában a karsztviz nem játszik szerepet.

Vizföldtani szempontból az agyag felett elhelyezkedő lejtőtörmelék és lösz jelenti a talajviztartó közeget. A talajviz utánpótlása részben csapadékvizből, részben pedig az egyedi szikkasztásokból történik. A lejtőüledék és a lösz vízvezetés szempontjából nem tekinthető egységesnek, helyenként vízzáró agyagrétegek települnek közbe. A kiscelli agyag felszíne nem egyenletes, ami szintén hozzájárul a lejtőüledék törmelékesebb részeit kitöltő talajviz változó mélységben való elhelyezkedéséhez. A különböző pontokon elhelyezett megfigyelő kutakban 0,5 - 30,0 m-es terep alatti mélységek között változnak a talajvizszintek. A vízszintek ingadozása főképpen a bányatérre, kisebb mértékben a bánya feletti területre jellemző. A részben feltöltött bányatér több pontján a szivárgó talajviz kilép a felszínre. Ezek a helyeken vízkedvelő növények telepedtek meg.

A bánya a felső részén több kisebb, 10-20 m² vízfelületű sekély tócsa ismeretes, amelyek régebbi mozgások torlódási zónáján keletkeztek. A tócsákat elsősorban csapadékviz, kisebb mértékben a lejtőtörmelékből leszivárgó víz táplálja. Medrüket vízzáró agyag alkotja, így a víz nem szivároghat el belőlük, a tárolt vízkészletet csupán a párolgás csökkenti.

A csapadékviz hatása nemcsak a felszíni és felszín alatti vizek utánpótlásában jelentkezik, hanem a felszínen a bánya feletti részeken és magában a

bányában is nyomon követhető. Az esőzések alatt a bánya feletti vizmosások összegyűjtik és a bányába vezetik a csapadékvizet, átáztatva a talajt. A lábuknál nem megtámasztott lejtők megmozdulnak, kisebb-nagyobb repedések keletkeznek, amelyek jelentős mértékben növelik a csapadékvizek talajba való beszivárgási lehetőségét és ezzel fokozódik a talaj átázottságának mértéke is, amelynek következtében újabb mozgások lehetősége teremődik meg.

A bányatérsgbe jutó felszíni vizek nagy része a Remetehegyi árok vizgyűjtő területéről származik. Annak érdekében, hogy ez a vízmennyiség ne kerüljön a bánya térségébe, az 1960-as évek elején ezt a vizet zártszelvényű csatornába helyezve levezették a Perényi-köz mellett. Ezt a csatornát a későbbi felszínmozgások megsemmisítették. A Perényi-köz Remetehegyi uti torkolata alatt kiépített kezdetleges záportározó vizének egy része a megmaradt, mintegy 60 m-es hosszúságu csatornacsonkon keresztül a Perényi-köz alá jut, ahonnan a rézsű irányába a talajba szivárogyva a Perényi-köz szintje alatt kb. 1,5 - 2,0 m-rel huzódó sávban lép a felszínre. E folyamatos víz-áramlás magában hordja a további felszínmozgás veszélyét is.

A fent említett záportározó vizének másik része a tározó alatt huzódó homokrétegen keresztül DK-i irányban szivárogyva a tározótól DK-re kb. 45 m-es távolságban lép ismét a felszínre, ahonnan nyílt árokban halad lefelé kb. 70-75 m-t, ahol kezdetleges formában, forrásfoglalás-szerűen foglalták. Az így egybegyűjtött vizet - ugyancsak kezdetleges módon - zártszelvényű csatornában vezették le a téglagyári udvar irányába.

Ez a csatorna a kezdetleges kivitelezés következtében már megépítésének idejében sem volt képes elszivárgás nélkül levezetni a vizet, az azóta eltelt idő alatt azonban az egyes csőidomok elmozdultak, megsérültek, így az általa szállítandó viz több helyen elszivárogy, megszökik, és a bányagödör különböző pontjain lép újból a felszínre, ahol kisebb tócsákat, tocsogókat, vízfolyásokat képezve elpárolog vagy ismét a talajba szivárogy.

A vízvédelmi műtárgyak méretezése érdekében hidraulikai számításokat végeztünk a bánya területére érkező felszíni és felszín alatti vizek mennyiségének meghatározása céljából. A területre érkező felszíni (csapadék) vizek mértékadó hozamát a

$$\dot{V} = \mu \cdot i \cdot F$$

képlettel határoztuk meg, amely szerint a bányaterületre jutó összes felszíni vízmennyiség 510 l/sec-re adódott.

A Remete-hegyi ut bánya feletti szakaszán átjutó talajviz mennyiségét a Darcy-törvény alapján a

$$Q = k \cdot I \cdot F$$

képlettel határoztuk meg, s így ez a mennyiség 3,5 l/s mennyiségre adódott.

4. FELSZINMOZGÁSOK A VIZSGÁLT TERÜLETEN

A Bécsi ut mentén az intenzív agyagbányászás a múlt század második felében alakult ki. A főváros megnövekedett téglaigénye következtében egymás után nyitak meg az Ujlaki I, a Bohn és a Drashe-féle téglagyárak, amelyek bányáiból az üzemelés során többmillió köbméter agyagot termeltek ki. A második világháborút követő újjáépítési kampány idején a korábban meghagyott védőpillérek is lefejtették, így sok, a korábbi időkben nyugodt - bár potenciálisan mozgásveszélyes - terület vált aktívá.

Az Ujlaki I. téglagyár agyagbányájának felhagyott részeit 1955-től a Fővárosi Köztisztasági Vállalat vette át és megkezdte a főváros kommunális hulladékának lerakását.

A hetvenes évek elején beszüntetett bányaművelési tevékenység után a metró-építés meddő- és egyéb hulladékanyagának deponálására került sor.

Az intézményesített hulladékelhelyezésen kívül főleg a bányagödör peremi részein illegálisan végeztek - és végeznek ma is - rendszertelen, de nagymértékű kommunális hulladék, ill. építkezési törmelék elhelyezést, amely tájromboló és környezetszennyező hatásán kívül több felszínmozgás keletkezését is okozta.

A terület már a bányaművelést megelőző időkben is csuszásveszélyes volt. A Bécsi ut és a Külső Bécsi ut mentén - nemcsak a téglagyári agyagbányák környékén, hanem a köztes területeken is egy sereg felszínmozgásról van tudomásunk. Ezeket a kiscelli agyag fedőjét alkotó felsőpleisztocén kora szoliflukciós lösz és a mállott agyagot tartalmazó lejtőtörmelék jellegzetes elhelyezkedése segítette elő és ezek a képződmények sok helyen ma is őrzik a korábbi felszínmozgások nyomait.

Az eredetileg is mozgásveszélyes területen a bányaművelés a felszínmozgások sorozatát indította el. Ezek közül, mint nagyobb mozgásokat az 1902-1910. évek közöttit, az 1912. évit, 1929-ben a Perényi utnál bekövetkezett mozgást, 1955-ben és 1968-ban a Remete-hegyi utnál, végül 1971-ben a bánya északi oldalánál bekövetkezett csuszást említjük. Ezek a nagy mozgások minden esetben súlyos épület-, ut- és közműkárosodásokat okoztak.

A kialakult mozgások közül legjellegzetesebbek voltak a:

- nagy leszakadások, suvadások a fejtéshomlok meredek részüje következtében előállott labilitás következtében. Ennek szakadólapja átmetszi a lejtőtörmeléket, belemetsz a sárga és szürke agyagba és a bányaudvarba fut ki. Ilyen jellegű mozgás a bányagödör északi fala mellett következett be.

- Lekagylózás, leszakadás legtöbbször a bánya nyugati peremén történt a lejtőtörmelékben.
- A törmelékes agyag rétegcsuszása ott alakul ki, ahol a már megmozdult és megtámasztását veszített agyagtömeg átázik és így az oxidált sárga agyagréteg mozgásba jön a szürke, nem oxidált agyagréteg felett. Ilyen mozgásforma alakult ki pl. 1968. augusztusában az áthelyezett Remetehegyi utnál.
- Sárfolyás igen gyakran alakul ki az elmozdult agyagtömegben tartós átázás következtében.

A bányaművelés befejezésével és a terület részleges feltöltésével a fenti mozgások nem szüntek meg. Hol itt, hol ott ujulnak ki ismételten, a kisebb-nagyobb leszakadások a Perényi-közt pl. már közvetlenül is veszélyeztetik. Friss repedések figyelhetők meg a Perényi-köz déli oldalán, s ha az eddigi gyakorlatnak megfelelően újabb hulladékdepónia kerül itt elhelyezésre, a fokozott terhelés következtében az újabb mozgás kialakulása szinte elkerülhetetlen.

Ugyancsak friss repedések figyelhetők meg magában a bányatérsgben is az elhelyezett inert hulladékdepók peremi részein is, ezek azonban jelenleg semmilyen létesítményt nem veszélyeztetnek.

E mozgások okai nem külön-külön az alábányászottság, a csapadék- és talajvíz áztató hatása, a robbantásos bányaművelés, vagy egyéb antropogén beavatkozások voltak, hanem ezek együttes hatására jöttek létre a felszínmozgások.

5. A BÁNYA REKULTIVÁCIÓJÁNAK ÉRDEKÉBEN KÉSZÜLT FELTÁRÁSOK EREDMÉNYEI

5.1. A vizsgált területen 15 db kutatófurást mélyítettünk, amelyeket talaj-vizszintészlelő kutakká is kiképeztünk. A furásokat \varnothing 159 mm átmérővel mélyítettük, amelyekbe NÁ 110 mm \varnothing -jü PVC anyagu szűrőcsövet helyeztünk. A furásokból 0,5 m-ként és rétegváltozásonként zavart, 1,0 m-ként és rétegváltozásonként zavartalan mintát vettünk földtani és talajmechanikai vizsgálatok céljából, az egyes furásokból pedig vizmintát vettünk vízkémiai és korrózióvédelmi vizsgálatok érdekében.

A furásokat az alábbi szempontok szerint telepítettük:

- kijelölhetők legyenek a terület felépítését jellemző földtani-vizföldtani szelvényirányok.
- A lehetőség szerinti legteljesebb képet kapjunk a bányagödörben elhelyezett feltöltés kiterjedéséről, vastagságáról és jellegéről, végül
- a lehető legteljesebb képet kapjuk a felszínmozgások által leginkább veszélyeztetett területek vízföldtani viszonyairól.

5.2. A mélyített furások alapján a területről 4 db É-D-i irányu hossz-, és 4 db Ny-K-i irányu kereszt-szelvényt készítettünk, amelyek segítségével megfelelő pontosságú képet kaptunk a terület földtani felépítéséről, a talaj-viz helyzetéről, valamint a hulladékfeltöltés kiterjedéséről és vastagságáról.

Az egymástól nagyjából egyenlő távolságra felvett szelvényekkel fokozatosan tártuk fel a bánya Ny-i, peremi részeitől kezdődően K-i irányban a művelt, majd feltöltött területeket. A Remetehegyi ut vonalában a bánya nyugati peremén szerkesztett vízföldtani szelvényünkön még érintetlen, az eredeti állapotnak megfelelő rétegsorokat tudunk ábrázolni. A 2,0 - 5,0 m vastagságu

lejtőtörmelék alatt 8 - 18 m vastagságban helyezkedik el a sárga színű kiscelli agyag, amelynek felső szintje még erősen áthalmazott, helyenként lösszel és mészkőtörmelékekkel kevert. Az egyes furásokban a kiscelli agyag szürke színű szintjét 13,0 - 22,0 m terep alatti mélységek között értük el.

A bányagödör keleti oldalán felvett hossz szelvényünk furásai nagyvastagságú (22-35 m), kommunális-szerves, ill. inert hulladékanyagot tártak fel. Itt a szürke színű kiscelli agyagot 105 mBf-i szinten sikerült elérni.

A Ny-K-i, harántirányú vízföldtani szelvények a domborzati viszonyokban túl jól tükrözik a szálban álló képződmények dőlésviszonyait, a talajvíz természetes esését, valamint a bányaművelés és az azt követő részleges feltöltés hatását a talajvíztükörré. Megfigyelhető, hogy a bányaművelés alkalmával kialakított meredek részsük hogyan szakadoznak le a talajvíz áztató hatására, illetőleg miként hordják magukban potenciálisan a felszínmozgás veszélyét.

5.3. A vizsgált területen mélyített és figyelőkutnak kiképzett furásokban rendszeresen észleltük a talajvíz szintjét. Az észlelési időszakban a talajvíztükör ingadozása rendkívül csekély volt, mindössze 10-20 cm-es átlagérték között mozgott. Megfigyeltük, hogy a terület természetes talajvízháztartása a bányaművelés és az azt következő részleges feltöltés következtében teljesen felborult. Hozzájárult ehhez a képhez a különböző tömitetlen, vagy részben megsemmisült csatornákból elszivárgó vizek jelenléte is. Míg a bányagödör nyugati, még érintetlen szegélyén a talajvízszint 4-6 m-es terep alatti mélységben helyezkedik el, addig a feltöltött területeken 10-20 m-es, nem ritkán ennél nagyobb mélységben található. A vízföldtani szelvényekből kitűnik, hogy a bányaművelés által érintett, részben feltöltött terület peremén a talajvíz nagy eséssel kerül a mélybe (szinte "lefolyik" a hajdani bányafal felületén), ahol a vizzáró, szürke kiscelli agyag állja további útját. Mint ismeretes, a feltöltés nem egynemű, anyagában szinte minden

megtalálható. Ezek a különböző anyagok különböző módon viselkednek a víz-
szel szemben is. Áteresztő és vízvezető képességük széles határok között
változik.

A talajvíz áramlási irányának és esésének megállapítása céljából megszer-
kesztettük a terület hidroizohipszás térképét, amely az 1979. IV. 11-i ál-
lapotot tükrözi. Megállapítottuk, hogy a talajvíz fő áramlási iránya nyugat-
keleti irányú, 10-12,5 %-os eséssel. Ez az esésérték nagyjából megegyezik
a terepszint esésével. Ettől némileg eltér a bánya ÉNy-i része - ahol a leg-
több talajvíz lép ki a felszínre - itt a talajvíz áramlása DK-i irányú, esése
pedig 15-20 %-os. Az ÉNy-i peremrészén felszínre kilépő talajvíz egy kis
részét elvezették, nagyobbik része azonban a felszínen elszikka, leszivá-
rog a feltöltésbe.

A furásokból vett vizminták kémiai és agresszivitási vizsgálata során bebi-
zonyosodott, hogy a talajvíz betonra gyengén agresszív. Ezt a tényt a víz-
védelmi műtárgyak tervezésénél javasoltuk figyelembe venni.

5.4. A furások telepítésének egyik fontos célja volt a bányagödörben elhe-
lyezett hulladék kiterjedésének, vastagságának és jellegének tisztázása.
A bányagödörben elhelyezett hulladék kiterjedését a földtani szelvények,
valamint a helyszíni bejárások alkalmával gyűjtött adatok alapján M=1:1000
léptékű helyszínrajzon ábrázoltuk. A bányagödör nyugati peremén a fedő-
letakarási munkákat nem követte bányaművelés, de a letakarított fedő he-
lyét is hulladékkal töltötték fel, mintegy 1-5 m vastagságban.

A teraszosan művelt bánya gödrében elhelyezett hulladék átlagos vastagsá-
ga 25-30 m, de helyenként a 30 m-es vastagságot is meghaladja. Anyaga
rendkívül változatos. A bányagödörben elhelyezett furások egyharmada ha-
rántolt 10-20 m vastagságú kommunális (szerves) hulladékot, amely rend-
szertelenül, az inert hulladékra, vagy az alá került. A furások közül három
csak inert hulladékot hártolt.

A feltöltés és így a talajvizviszonyok szeszélyességére utal két egymás mellé telepített furás rétegsora. Az egyik furás 31,0 m vastag fekete színű, erősen metános szerves hulladékot harántolt, míg a mellette 16,0 m távolságban mélyített másik furásban ennek nyoma sem volt. Ez a furás törmelékes sárga agyagot, majd sárga kiscelli agyagot harántolt, s 8,0 m-ben érte el a sötét színű kiscelli agyagot, amelyben - mint feküben - meg is állt. A szelvények szerkesztésekor derült ki, hogy ez a megtévesztő rétegsor nem eredeti, szálaban álló képződményeket, hanem a bányá odahordott meddőanyagát tárta fel. Érdekesen alakult a két furásban a talajviz nyugalmi szintje. Amíg az utóbbi furásban a terepszint alatt 6 m körül ingadozik a víz nyugalmi szintje, addig az előbbi furásban 30 m körül van a nyugalmi vízszint. Ezt az anomáliát a két rétegsor vízáteresztő képességének különbségével magyarázzuk, amint a területre nem általánosítható jelenséget a hidroizohipszás térképünk szerkesztésénél anomáliaként mellőztük.

6. A REKULTIVÁCIÓS TERV FONTOSABB MŰSZAKI MEGOLDÁSAI

Az Ujlaki I. bányá rekultivációja három lényeges munkafolyamatot tartalmaz:

- a.) Átfogó vízrendezés. A felszíni és felszín alatti vizek összegyűjtése és elvezetése a terület állékonyságának biztosítása érdekében.
- b.) Tereprendezés, eredeti terepfelszín kialakítása földfeltöltéssel, ill. földlefejtéssel.
- c.) Biológiai védelem (füvesítés, bokrok, fák telepítése, helyenként cserjeritkítás).

A fenti felsorolás nem jelent sorrendiséget, mert a terep-, ill. tájrendezés csak a felszíni és felszín alatti vízrendezéssel együtt végezhető el. Az egyes részterületek elkészítése után azonnal el kell végezni a biológiai védelmet, a növénytelepítési munkát.

A rekultiváció végeredménye: eredeti állapotnak megfelelően kialakított esztétikusan rendezett terepfelszín; a terület stabilitásának növelése, a hirtelen bekövetkező, nagy felszínmozgások megakadályozása; építési tilalommal védett, megfelelő növénytelepítéssel kialakított ligetes pihenőpark.

A tervezett létesítmények előírányzott mennyiségei:

földfeltöltés:	220 000 m ³
földlefejtés:	55 000 m ³
1 db kétmedencés záportározó és homokfogó nyíltfelszíni csatorna az új Bécsi uti bekötésig:	162 fm
részszübiztosító szivárgó az É-i bányafalnál:	340 fm
szivárgó támborda építés a Remetehegyi utnál (2 változatban)	
a.) változat 4-5 m mélységgel	600 fm
b.) változat 9 m mélységgel	1 350 fm

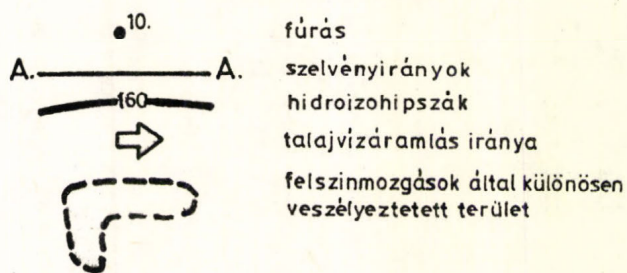
IRODALOMJEGYZÉK

1. BOGSCH L.: Adatok a kiscelli agyag ujlaki és pasaréti feltárásainak ismeretéhez.
Dokt. Ért. 1929.
2. HORUSITZKY H.: Budapest Dunajobbparti részének hidrogeológiája
Hidr. Közl. 1938.
3. KÉRDI Á.: Talajmechanikai példák és esettanulmányok
Bp. 1967.
4. KRIVÁN P.: Budapesti források földtani jellemzése
Kézirat Budapest, 1969.
5. PAÁL T.: A Jablonka utcai csuszás vizsgálata
Mérnökgeológiai Szemle 1968. XII.
6. PAPP F.: Budapest földtani felépítése alapozás szempontjából
7. PÉCSI M.: A magyarországi Duna-völgy kialakulása és felszín-
alaktana
Budapest, 1959.
8. POSEWITZ G.: Daten über die Wasserführung des Kiszeller-Tones
Hidrológiai Közl. 1936.
9. SZILVÁGYI I.: Felszínmozgások Budapest területén
Mérnökgeológiai Szemle 1968. II.

10. VENDL A.: Talajviz és óbudai suvadásos területen
Hidr. Közl. 1929. IX.
11. VENDL A.: Kiscelli agyag
Földtani Int. Évk. 1932.
12. WEIN GY.: A Budai-hegység tektonikája
Magyar Áll. Földt. Int. Kiadványa Budapest, 1977.

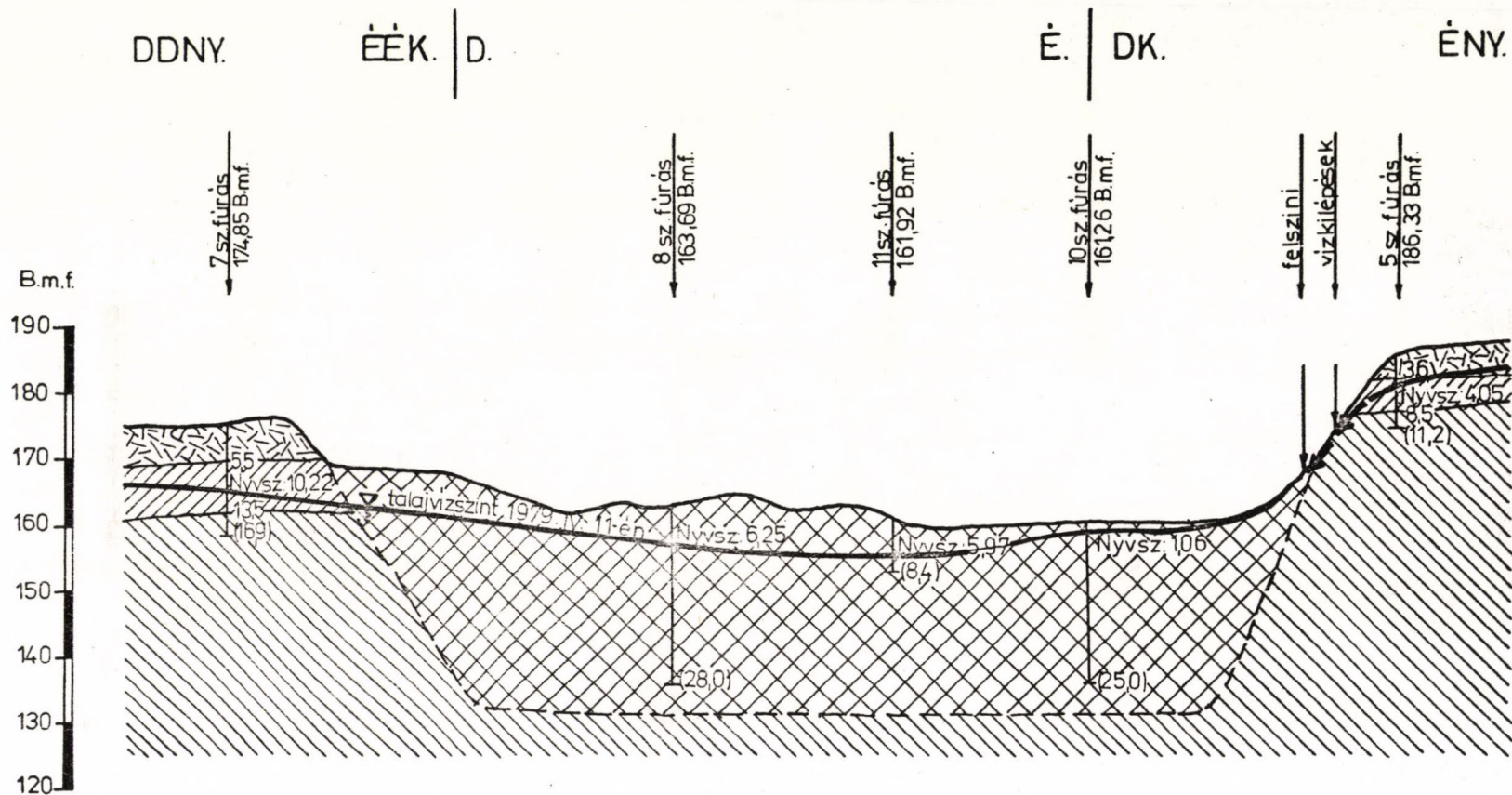


Jelmagyarázat:







1. sz. ábra

A-A jelű vízföldtani szelvény

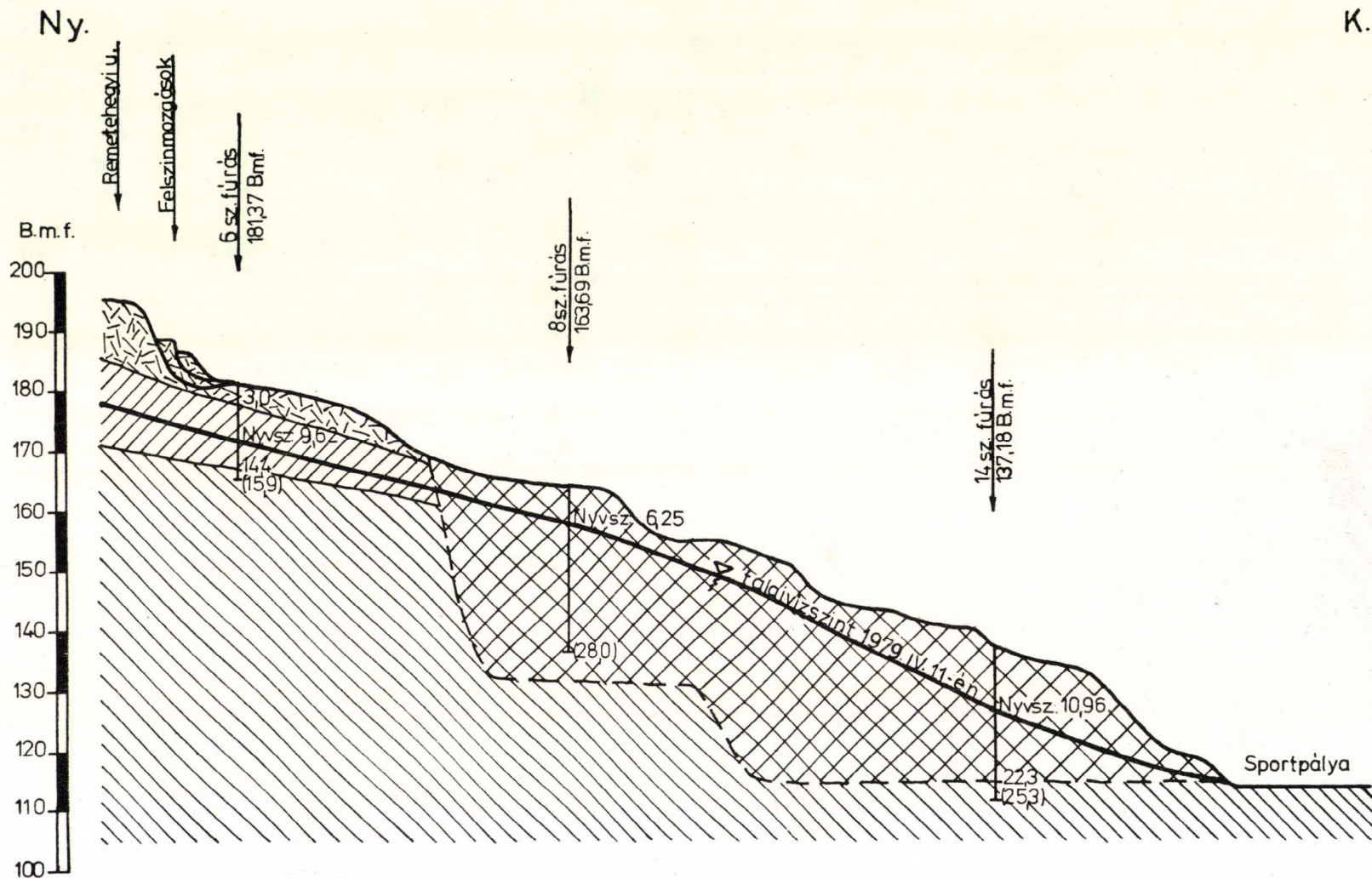


Jelmagyarázat:

- | | | | |
|---|-----------------------|---|--------------|
|  | lejtőtörmelék és lösz |  | szürke agyag |
|  | sárga agyag |  | feltöltés |

B-B jelű vízföldtani szelvény

K.



110

Jelma gyarázat:

- | | | | |
|--|-----------------------|--|--------------|
| | lejtőtörmelék és lösz | | szürke agyag |
| | sárga agyag | | feltöltés |

EGYSZERŰ NYIROGÉPEN VÉGREHAJTOTT FOLYÁS- ÉS KUSZÁS- VIZSGÁLATOK

Szabó Imre,

NME Földtan-Teleptani Tanszék, Miskolc

Az NDK-beli nagy szénkülfejtéseknél figyelték fel arra a jelenségre, hogy a hagyományos méretezési eljárásokkal meghatározott, egyébként igen kicsi rézsűszögek $\beta \approx 15^\circ$ mellett is a hányók lassu mozgásban voltak. FISCHER megállapítása szerint [6 ; 7] a rézsű belsejében a szemcsék között többé-kevésbé erős relativ elmozdulás volt tapasztalható, amely határozott sebességgradiens fellépésében mutatkozott meg. Ez a megfigyelés nem új, a természetben nagyon gyakran találkozhatunk ilyen jelenséggel, pl. völgyoldalak lassu mozgása /kuszása/, de a legismertebb ilyen jelenség a gleccserek mozgása. Ezen utóbbi terület problémáival igen behatóan foglalkozott HAEFELI [8], s munkái alapvető ismeretanyagot jelentenek a folyási, kuszási jelenségek meghatározásánál. A folyási- és kuszási jelenségek felléptével a hagyományos talajmechanikai módszerek alkalmazhatósági határát elértük, s olyan új kutatási, vizsgálati módszerek szükségesek, amelyek a reológia törvényeire épülnek, és amelyek lehetővé teszik, hogy a feszültségviszonyokat, a folyási sebességeket, a várható geometriai viszonyokat a lassu mozgásban lévő anyagnál meghatározhassuk.

Vizsgálatainkhoz az NDK-ban kifejlesztett, az egyszerű nyírás elvén működő VSG-2 egyszerű nyírókészülék módosított változatát használtuk [17]. A módosítással az volt a cél, hogy a készülékkel modellezhető legyenek a természeti jelenségek. Az átalakítás két irányban történt:

- a./ a készülék alkalmas legyen többlépcsős, állandó nyírási sebesség melletti kísérletek végrehajtására, amelyekkel megközelíthetők a természetben lejátszódó kuszási jelenségek igen kis sebesség értékei.

b./ a készülék alkalmas legyen többlépcsős, állandó feszültség-
változási sebesség mellett végzett kísérletek végrehajtására.

A fenti két módosítással, figyelembe véve, hogy a készülék felépítésénél fogva alkalmas állandó nyirófeszültséggel végzett kísérlet végrehajtására, a készülékkel a legfontosabb reológiai vizsgálatok elvégezhetőek:

- 1./ $[\dot{\sigma}] = \text{konstans /arányos terhelési próba/}$
- 2./ $[\dot{\epsilon}] = \text{konstans /arányos deformációs próba/}$
- 3./ $[\dot{\sigma}] = \text{konstans /kuszási próba/}$
- 4./ $[\dot{\epsilon}] = \text{konstans /relaxációs próba/}$

/Az 1-4 próba értelmezését és végrehajtását 1. ASSZONYI-HUSZÁR-KAPOLYI [1]; ASSZONYI-KAPOLYI [3]; LANGER [12] munkáiban/

Mielőtt az elvégzett kísérletek kiértékelésére rátérnénk, érdemes átfogóan megnézni a nemzetközi irodalomban leírt folyási-kuszási jelenségek deformációs sebességviszonyait, hogy legalább nagyságrendileg helyes képet kapjunk. Az adatokat az 1. táblázat tartalmazza, melyet BILZ [4]; HAEFELI [8]; MESZCSAN [13] munkái nyomán állítottam össze.

1. táblázat. A deformációsebesség mérések összefoglalása

Megnevezés	Def. seb. [mm/perc]	Szerző	A mozgás
1. Morénatörmelék	0,049-0,104	BRETH /1967/	folyás
2. Harmadkori agyag	0,004	GOULD /1960/	lassu folyás
3. Kristálypala málladék	0,046	SAITO /1965/	folyás
4. Szikla málladék	max 0,029	MOOS/HAEFELI /1962/	folyás

	Megnevezés	Def. seb. [mm/perc]	Szerző	A mozgás jellege
5.	Morénatörmelék Peiden /Svájc/	0,00043	HAEFELI /1967/	kuszás
6.	Törmelékkup Chur-Arosa/Svájc/	0,000035	HAEFELI /1967/	kuszás
7.	60 m vastag alluvium Deoragesz /Örmény SzSzK/	0,000045	MESZCSAN	kuszás
8.	Hinterseiferner gleccser	0,0023-0,024	HESS /1924/	lassu folyás
9.	Krakorum gleccser	0,089	VISSER /1935/	folyás
10.	Aletsch gleccser	0,048-0,38	MOOS/HAEFELI /1962/	folyás
11.	Lochau külf. hányó	0,16	FISCHER /1967/	folyás
12.	Peres külf. külső hányó	0,002-0,01 0,01-0,1 1,0	BILZ /1973/	lassu folyás folyás átmenet a töréshez

Az átalakított nyirókészülékkel négy különböző nyirási sebesség mellett /1-7, 14. $\cdot 10^{-2}$ -5, $1 \cdot 10^{-3}$ -3, $64 \cdot 10^{-4}$ mm/perc/ végezhető kísérletek /10 mm mintamagasság mellett ez $1,66 \cdot 10^{-3} \pm 6,07^{-7}$ [s⁻¹] sebességgradiens értékek felel meg/, s összevetve az 1. táblázatban feltüntetett mérési eredményekkel, láthatjuk, hogy a fenti értékek nagyon jól megközelítik azokat, s a készülék tényleges alkalmas a kuszási, folyási jelenségek modellezésére.

Amennyiben a terhelésvitel-sebességét kívánjuk változtatni, úgy a készülékkel - az előzőhöz hasonló széleskörű irodalmi feldolgozás alapján - $0,0016 \pm 24,07$ kp/cm²/perc nyirófeszültségváltozási sebesség értékhatárok között dolgozhatunk, a fenti két szélső érték között tetszőlegesen beállítható $[\dot{\tau}]$ értékkel.

A következőkben nézzük meg két kísérletet. Az anyag mádi bentonitos agyag volt mindkét esetben $W_L = 86,2 \%$; $I_p = 52,4 \%$.

Állandó deformációsebességgel végzett kísérletek

A kísérletek célja az volt, hogy megnézzük a deformációsebesség hatását a mért nyírószilárdság értékekre. Két különböző viztartalmu mintasorozaton végeztük a kísérleteket, a 2. ábrán látható sebességgradiens $/D/$ értékek mellett. A beépített minták állapot jellemzőit a 2. táblázat tünteti fel.

2. táblázat

Mádi bentonitos agyag beépítési állapot jellemzői

$$[\tau_n] = 1,9 \text{ kp/cm}^2$$

Soro- zat	V /mm/perc/	D /S ⁻¹ /	h /mm/	W /%/	$[\tau_n]$ /kp/dm ³ /	Jele
I.	1,0	$9,6 \cdot 10^{-4}$	17,78	29,2	1,974	BLM 2
	$7,4 \cdot 10^{-2}$	$7,8 \cdot 10^{-5}$	15,24	29,6	2,126	BLM 1
	$5,1 \cdot 10^{-3}$	$4,7 \cdot 10^{-6}$	18,00	29,8	1,897	BLM 4
	$3,6 \cdot 10^{-4}$	$3,6 \cdot 10^{-7}$	16,90	29,5	1,886	BLM 3
II.	1,0	$1,02 \cdot 10^{-3}$	16,68	27,4	2,023	BLM 9
	$7,4 \cdot 10^{-2}$	$7,4 \cdot 10^{-5}$	15,98	27,9	2,001	BLM 8
	$7,4 \cdot 10^{-2}$	$7,2 \cdot 10^{-5}$	16,33	27,6	2,013	BLM 7
	$5,1 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-6}$	12,55	27,3	2,015	BLM 6
	$3,6 \cdot 10^{-4}$	$4,7 \cdot 10^{-7}$	12,90	27,5	1,977	BLM 5

v: nyírási sebesség; D: sebességgradiens; h: mintamagasság; W: viztartalom; $[\tau_n]$: térfogatsúly.

A különböző sebességgradiensek mellett kapott nyirószilárdság értékek alapján meghatározható a folyásgörbe. /2. ábra/.

A folyásgörbe tulajdonképpen az u. n. maradó, vagy permanens deformáció $/D_p/$ és a t igénybevételi idő közötti függvénykapcsolatot ábrázoló görbe /1. ábra/, amely adott $[\tau]$ nyirófeszültség mellett a szóban forgó rendszerre az adott körülmények között jellemző menetű [14]. Különböző $[\tau]$ értékek mellett elvégezve a kísérletet kapjuk az u. n. folyási diagrammot. A folyások jellegét szokás tanulmányozni a nyirási sebesség és a nyirófeszültség közötti összefüggés megállapításával is, s ma már általánosan elfogadott ezen görbéket is folyásgörbéknek nevezni, s a 2. ábrán ezen utóbbi értelmezés alapján ábrázoltuk a mádi bentonitos agyag folyásgörbéjét.

A laza kőzetek folyási viszonyait az irodalomban nem egységesen itélik meg, előfordulnak adatok konstans viszkozitás melletti egyszerű Bingham-viszonyokról éppugy, mint általános Bingham rendszerekről /TAN-TJONG-KIE [18]; DMITRUK SUCHNICKA [5]; KRAUSE [10]/.

Számos anyagi rendszernél az tapasztalható, hogy a nyirófeszültség és a sebességgradiens között kapcsolat nem lineáris, OSTWALD nyomán az ilyen folyást mutató rendszert szerkezeti viszkozitású rendszernek nevezzük. Amennyiben a szerkezeti viszkozitás a plasztikus deformációval egyidejűleg jelentkezik, azt jelenti, hogy a szóban forgó rendszer a folyást megelőzően folyáshatárral rendelkezik. Az ilyen rendszereket szokás általános Bingham vagy pseudoplasztikus rendszernek nevezni. E rendszerek reológiai egyenletei ma még zömmel csak empirikus uton állapíthatók meg, kísérletileg is igazolt elméleti összefüggések nem igen állnak rendelkezésre. /MÓZES-VÁMOS [14]/. Mivel az OSTWALD-görbe inflexiós pont alatti része gyakorlatilag parabolikus lefutású, ezért ezt a szakaszt bilogaritmikus rendszerben ábrázolva egyenest kapunk és ezért kedveltek a különböző hatványösszefüggések.

RAO, FARROW, LOWE és NEALE sík lapok közötti lamináris folyásra a

$$[\tau] = k D^n$$

összefüggést találták.

Figyelembe véve NADAI [16] és FISCHER [6] módosításait, az általános Bingham test viselkedését a következő egyenlet írja le:

$$\left[\tau = k \left(\frac{D - D_0}{D^*} \right)^n + \tau_0 \right]$$

ahol D_0 - a $\left[\tau_0 \right]$ gyakorlati folyáshatárhoz tartozó sebességgradiens

$$D^* = 1 \text{ S}^{-1} \text{ [NADAI]}$$

k - u. n. konzisztenciaállandó /Kp/cm²/.

Az általánosított BINGHAM-rendszer mechanikai modelljét a 3. ábrán láthatjuk, melyet a következő szimbóllummal jelölhetünk:

$$B = /N/St . V/ - H$$

ahol: B: az általánosított Bingham rendszer szimbóluma

N: Newton elem szimbóluma

st. V: St. Venant szimbóluma

H: Hooke szimbóluma

Szabakkal kifejezve, az általánosított BINGHAM-rendszer a párhuzamosan kapcsolt Newton-St. Venant elemek sorbakapcsolása Hooke elemmel.

A $D_0 = 10^{-7} /S^{-1}/$ sebességgradienshez megbecsülve $\left[\tau_0 \right]$ értékét, az eltérések négyzetösszegének minimuma alapján a két különböző víztartalmu mádi agyagra a következő eredményt kapjuk:

I. típus:

$$\left[\tau = 8,1587 C^{0,26799} + 1,560 /kp/cm^2/ \right]$$

$$\text{ill. } [\tau] = 8,00368 \cdot 10^6 D^{0,26799} + 1,53 \cdot 10^6 / \text{din/cm}^2 /$$

$$r = 0,959.$$

II. típus:

$$[\tau] = 13,4076 D^{0,2709} + 3,651 / \text{kp/cm}^2 /$$

$$\text{III. } [\tau] = 1,3153 \cdot 10^7 D^{0,2709} + 3,58 \cdot 10^6 / \text{din/cm}^2 /$$

$$r = 0,9056$$

ahol r : a korrelációs együttható.

A szerkezeti viszkózitást az

$$[\eta] = \frac{d[\tau]}{dD} \cdot nk \left(\frac{D - D_0}{D^*} \right)^{n-1}$$

összefüggésből nyerhetjük, s értékeit a sebességgradiens függvényében a 4. ábra tünteti fel.

A folyásgörbe meghatározása kuszásvizsgálatból

A kőzetek laboratóriumi nyomó-nyirókísérleteinél általában tapasztalható, hogy ha a terhelést egy $[\sigma_0]$ v. $[\tau_0]$ értéken rögzítjük, az alakvátlozások tovább folytatódnak. Ezt a jelenséget nevezzük kuszásnak, utóhatásnak [2].

/5. ábra/.

A kísérlethez szintén a mádi bentonitos agyagot használtuk $w = 29,8 \%$, $[\sigma_n] = 1,98 \text{ kp/dm}^3 / \text{fel}$, a kuszásvizsgálatnál a nyirófeszültség értékeket lépcsőzetesen $/0,3 \text{ kp/cm}^2 /$ értékkel/ pillanatszerűen változtattuk, a nyirási deformációkat $1/1000 \text{ mm}$ pontossággal mértük /6. ábra/.

A kuszásgörbéből megszerkeszthető a folyásgörbe /7. ábra/. Mint arra MURAYAMA-SHIBITA [15] rámutatott, a folyásgörbe egy bizonyos $[\tau_f]$ u. n. felső folyáshatárnál kisebb igénybevételeknél lineáris lesz. Ez a felső folyáshatár egy rendkívül lényeges érték, s tkp. ha a csuszató feszültség ezt a küszöbértéket meghaladja kuszás, lassu alakváltozás indul meg amennyiben a konst. alakváltozási sebesség biztosított. A magyar irodalomban, mint fundamentális nyírószilárdság ismert /KÉZDI [9] /, nemzetközileg is számos megnevezése használatos /pl. tartós szilárdság FISCHER [7], strukturális szilárdság KWIATEK-GLINKO [11] /.

A lineáris szakaszon is meghatározhatjuk a viszkozitás értékét, /amely nyilvánvalóan függvénye lesz a normáalterhelésnek, és az időintervallumnak is, amellyel a folyásgörbét meghatároztuk/ a következőképpen:

$$[\eta] = \frac{[\tau_f] - [\tau_a]}{D}$$

$$[\eta_1] = \frac{1,23 \cdot 9,8 \cdot 10^5 \text{ [din cm}^{-2}\text{]}}{4 \cdot 10^{-7} \text{ [S}^{-1}\text{]}} = \underline{\underline{3,0135 \cdot 10^{12} \text{ poise}}}$$

$$[\eta_2] = \frac{1,23 \cdot 9,8 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^{-7}} = \underline{\underline{6,027 \cdot 10^{12} \text{ poise}}}$$

A görbék adnak még egy alsó folyáshatár értéket is $[\tau_a]$, amely pontból mindegyik görbe tkp. kiindul, de ezen értékről egy mérés alapján messzemenő következtetéseket nem vonhatunk le.

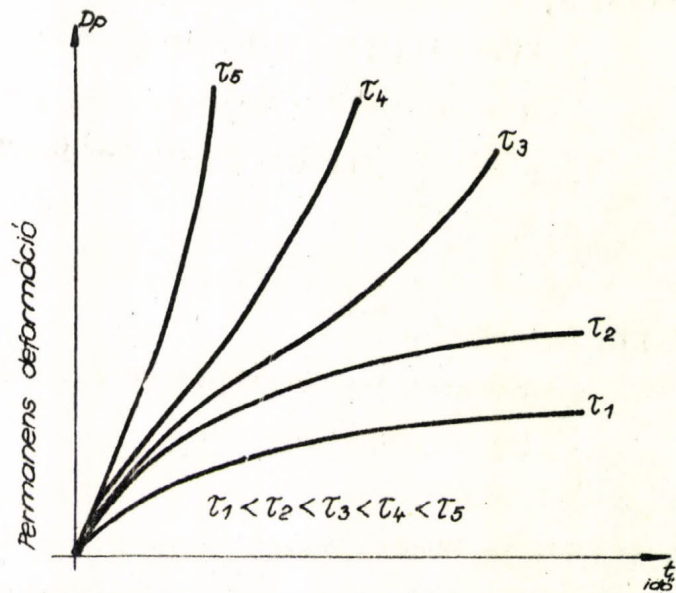
Amennyiben $[\tau > \tau_f]$ a fenti viszkozitásértékek csökkennek, s ugyanabba a tartományba jutunk, amelyet az előző pontban is tárgyaltunk. Természetesen egyetlen reológiai modellel is leírható a teljes tartomány, mint azt MURAYAMA-SHIBITA is tette.

IRODALOMJEGYZÉK

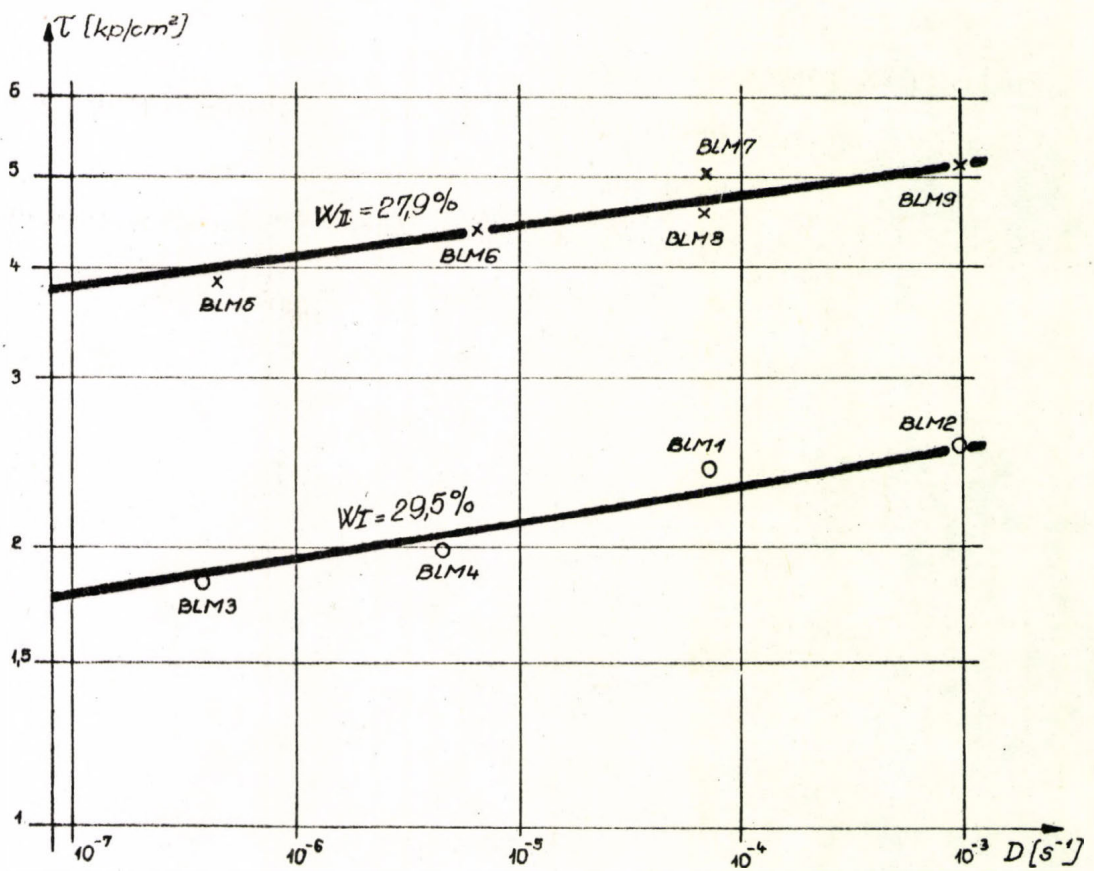
- [1] ASSZONYI, Cs. - HUSZÁR, I. - KAPOLYI L. /1971/:
Kőzetállandók laboratóriumi meghatározása kuszásvizsgálattal
Tatabányai Szénbányák Műszaki Közgazdasági Közleményei
1971. 4.sz. p. 177-183.
- [2] ASSZONYI Cs. - RICHTER R. /1975/:
Bevezetés a kőzetmechanika reológiai elméletébe. Nehézipari Minisztérium Továbbképző Központja, Budapest,
1974. p. 1-284.
- [3] ASSZONYI Cs. - KAPOLYI L. /1976/:
Kőzetek mechanikai jellemzőinek meghatározása
MTA Veszprémi Akadémiai Bizottsága Monográfiái
II. évf. 4. szám, 1976. p. 192.
- [4] BILZ, P. /1973/:
Langfristige Bewegungen in einem Böschungssystem aus geschütteten bindigen Mischböden infolge Grundwasseranstiegs
Neue Bergbautechnik 3. Jg. H. 3. März
- [5] DMITRUK, S. - SUCHNICKA, H. /1969/:
Koncepcja reologicznego modelu wytrzymałościowego gruntu, Archiwum Hydrotechniki 1969. T. XVI. No. 4,
p. 521-540.
- [6] FISCHER, P. /1970/:
Beitrag zur Anwendung rheologischer Untersuchungsmethoden in der Bodenmechanik Freiburger Forschungshefte A. 492.

- [7] FISCHER, P. /1970/:
Zur Anwendung rheologischer Untersuchungsmethoden in
der Bodenmechanik. Bergbautechnik. 20. Jg. H. 5. Mai.
- [8] HAEFELI, R. /1967/:
Kriechen und progressiver Bruch in Schnee, Boden, Fels
und Eis.
Schweizerische Bauzeitung 85. Jahrgang H. 1.
- [9] KÉZDI Á. /1969/:
Talajmechanika I-II.
Tankönyvkiadó, Budapest, p. 1014.
- [10] KRAUSE, I. /1966/:
Das rheologische Verhalten von Schluff Beim Kompressions-
versuch Mitt. aus dem Institut für Verkehrswasserbau
Grundbau und Bodenmechanik der Technischen Hochschule
Aachen.
- [11] KWIATEK J. - GLINKO, H. /1965/:
O własnościach reologicznych gruntów.
K. D. 532. 136: 624. 131. 3. Katowice
- [12] LANGER, M. /1967/:
Rheologie der Gesteine Zeitschrift der Deutschen
Geologischen Gesellschaft Jahrg. 1967. B. 119. 313-425.
- [13] MESZCSAN, Sz. R. :
Polzucsészty glinyisztűh grunтов Izv. A. N. Arm.
Sz. Sz. R. Jereván p. 318.
- [14] MOZES Gy. - VÁMOS E. /1968/:
Reológia és reometria Műszaki Könyvkiadó Budapest,
1968. p. 340.

- [15] MURAYAMA, S. - SHIBITA, T. /1964/:
Flow and stress relaxation of clays
Rheology and Soil Mechanics. Symposium Grenoble 1964.
p. 99-129. Springer Verlag Berlin /Heidelberg/ New
York 1966.
- [16] REINER, M. /1968/:
Rheologie in elementarer Darstellung. VEB. Fachbuchver-
lag Leipzig p. 360.
- [17] SZABÓ I. /1979/:
Lamináris alakváltozást megvalósító készülékek alkalma-
zása a talajmechanikai gyakorlatban, különös tekintettel
az egyszerű nyírásra. Doktori dissz. Kézirat.
- [18] TAN-TJONG-KIE /1964/:
Determination of the rheological parameters and the
hardening coefficients of clays
Rheology and Soil Mechanics, Symposium Grenoble 1964.
p. 256-272. Springer Verlag, Berlin /Heidelberg/ New
York 1966.

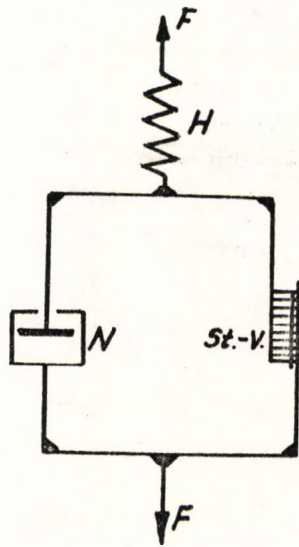


1. ábra. A permanens deformáció alakulása az idő függvényében különböző nyírófeszültség (τ) értékek mellett.

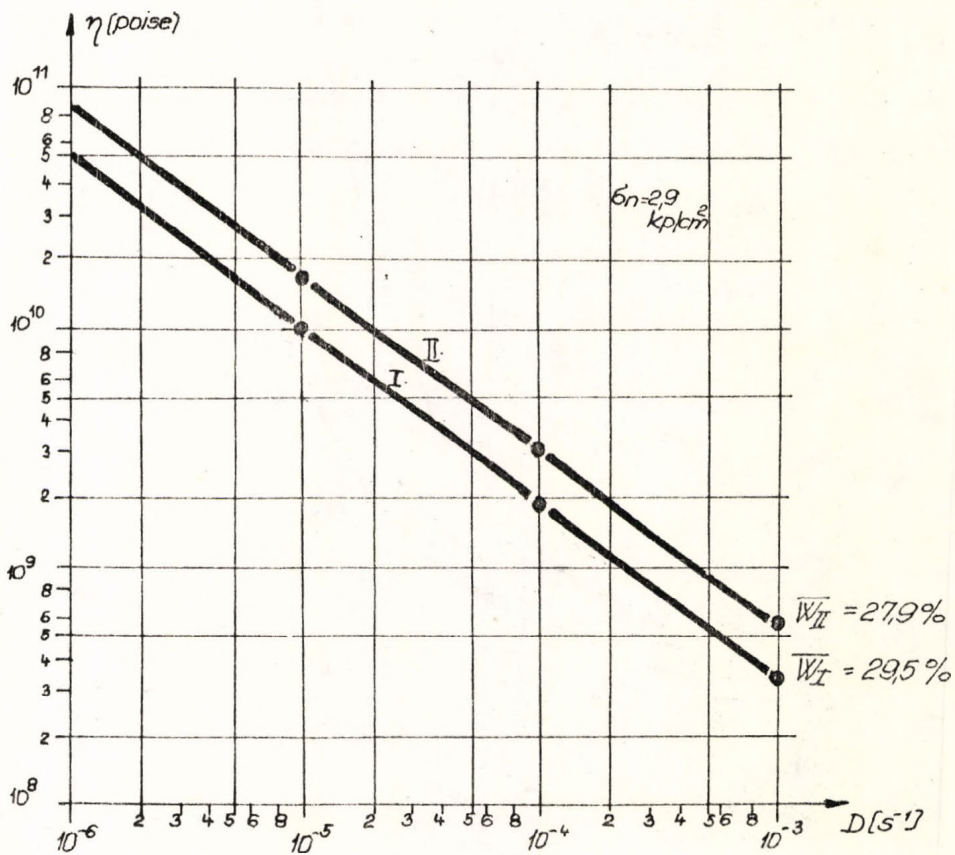


2286

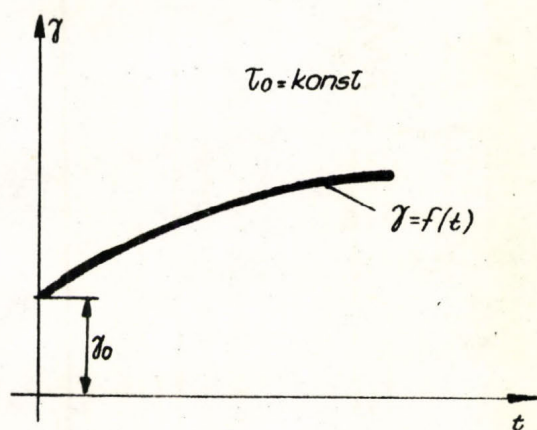
2. ábra. Mátyás agyag folyásgörbéje.



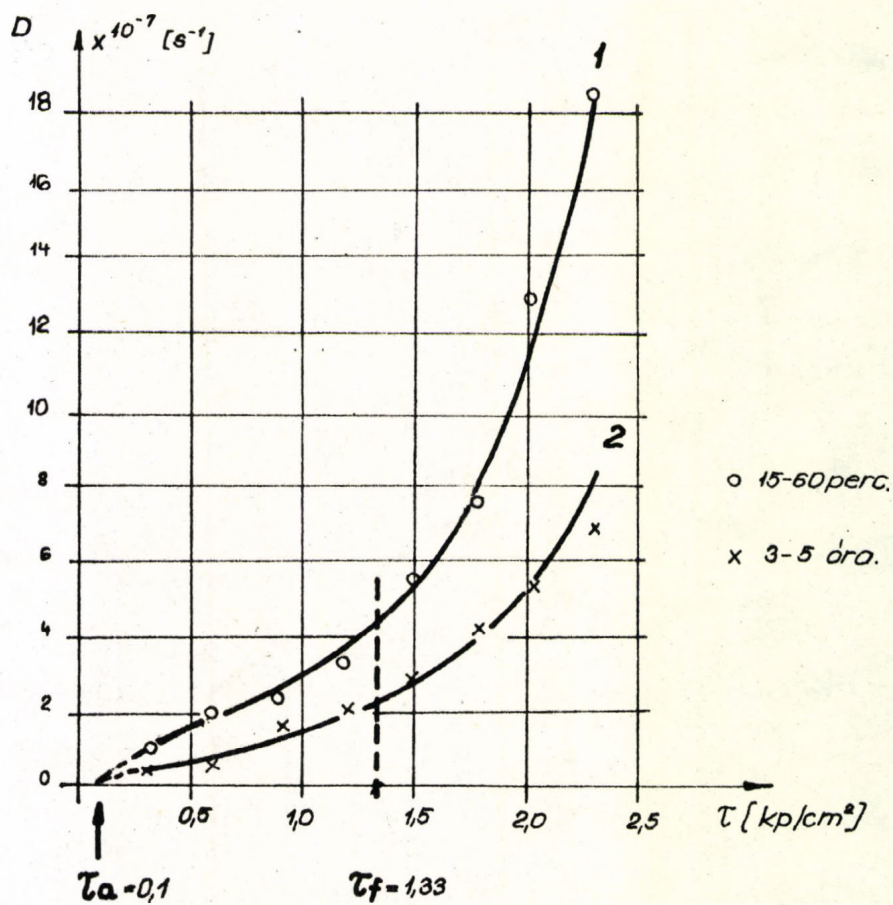
3. ábra. Az áttalanosított BINGHAM rendszer mechanikai modellje.



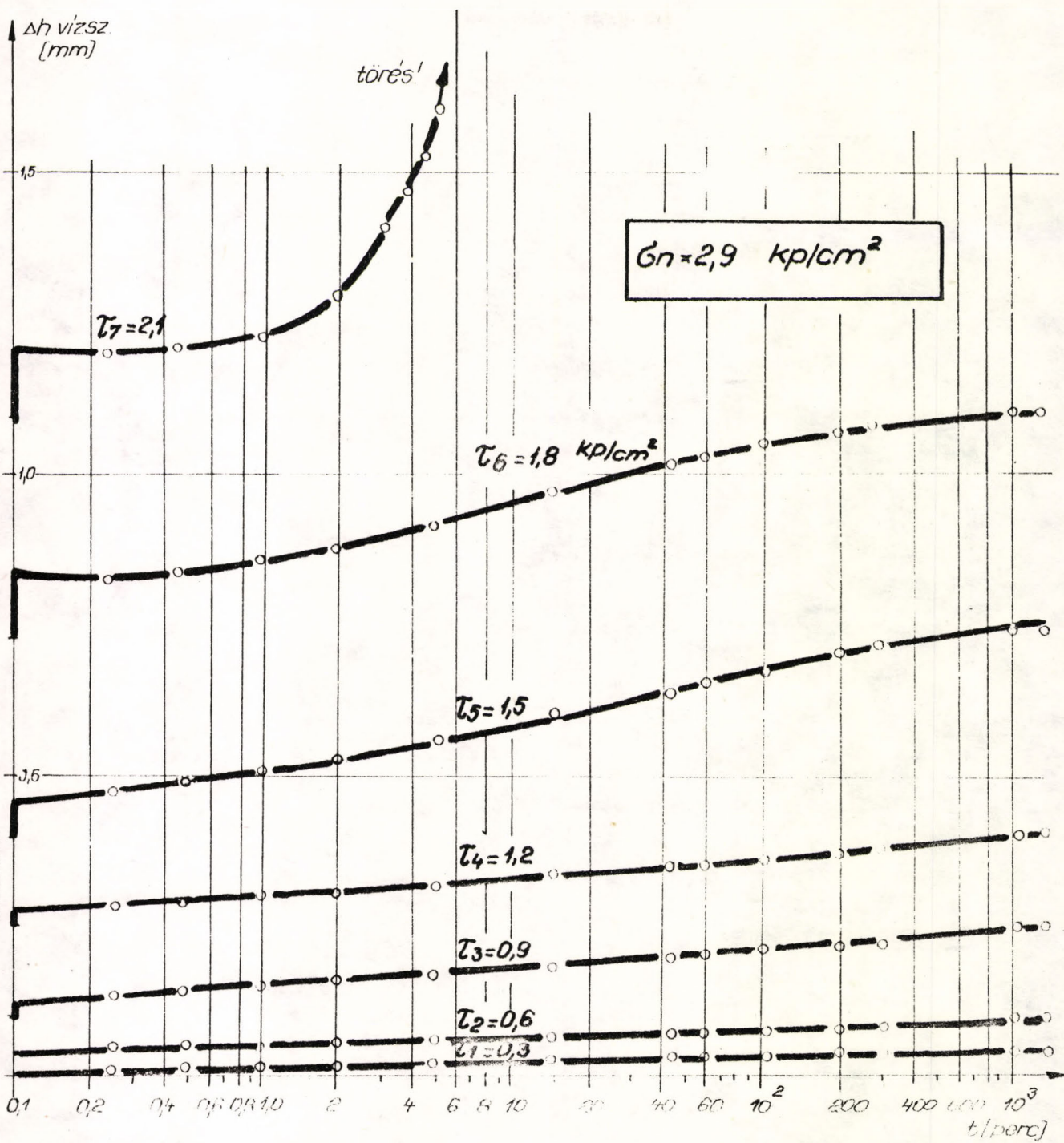
4. ábra. A szerkezeti viszkozitás és a sebesség-gradiens kapcsolata.



5. ábra. Állandó feszültség melletti kúszás.



7. ábra. Kúszásgörbék alapján meghatározott folyásgörbe.



Bábra. Mádi agyag kúszásgörbéi.

KÜLFEJTÉSES LIGNITTERÜLETEK MÉRNÖKGEOLOGIAI KUTATÁSA,
ESETTANULMÁNYOK TÜKRÉBEN

Deák János,

(Országos Földtani Kutató és Furó Vállalat, Miskolc)

Madai László

(Mátraaljai Szénbányák, Gyöngyös)

Molnár Imre

(Mátraaljai Szénbányák, Gyöngyös)

Szlabóczky Pál

(Országos Földtani Kutató és Furó Vállalat, Várpalota)

I. BEVEZETÉS

A külszíni művelési mód megjelenése a magyar szénbányászatban nagy jelentőségű az ország energiaellátásában, s alkalmazása a jövőben várhatóan tovább fokozódik. A külszíni művelésnek a mélyműveléstől lényegesen eltérő jellege ujszerű, elsősorban a meddő kőzetfésüléshez kapcsolódó problémákat vet fel, amelyek természetüket tekintve tulnyomóan mérnökgeológiai jellegűek. Ebből következően a külfejtéses bányatípus telepítését megelőző földtani kutatásnak kiterjedten kell foglalkoznia mérnökgeológiai feladatokkal is. A meddő kőzetfésülés nagyfokú kőzetfizikai változékonyságot mutatnak. Ezek kellő pontosságu meghatározására a megelőző földtani kutatás hagyományos tartalma alapján csak általánosságokban van lehetőség. A jövesztési technológia kidolgozásához viszont a konkrét helyszíni jellemzők teljes biztonságu megismerése szükséges. Csak így kerülhetők el a lignit kitermelését akadályozó fejtési, rézsüállékonysági és gépteherbirási problémák. Tanulmányunkban az első két témakört vizsgáljuk konkrét példák segítségével.

II. ESETTANULMÁNYOK

II. 1. A külfejtési rézsük állékonysága

Elemzett példáink mindegyikét a Visontai Thorez Bányüzem területéről vettük, ahol a csuszások döntő többsége hasonló okok miatt következett be.

A rézsük tönkremenetelének fő okai, egyrészt azok alsó részében települt rendkívül nagy plaszticitású / $I_p = 80-110 \%$ / agyagok kis reziduális nyirószi-
lárdtsága /gyenge rétegek/, másrészt az átmeneti kőzetfésések vizteleníté-
si problémái miatt fellépő szivárgási nyomás.

II. 1. 1. Gyenge rétegeken történő rézsücsuszások vizsgálata

II. 1. 1. 1. Szintesen települt rétegek

A visontai külfejtésen az MT-7 gép által jövesztett II. telep feletti meddő-
front Ny-i oldalán egy kb. 500 m-es szakaszon rendszeresen rézsüomlások
következtek be 1976-77-ben /5/. A fejtési rézsü magassága itt 23-24 m, át-
lagos hajlásszöge pedig mintegy 60° volt.

Az állékonysági vizsgálatokat az omlásos zóna legkedvezőtlenebb szakaszán
elhelyezkedő résmintavétel paramétereinek alapján végeztük el grafikus blokk-
-módszerrel /1/, amely a réteghatárokon fellépő csuszási ellenállás érté-
kének elegendő voltát vizsgálja. A méretezés alapjául szolgáló rétegsor és ta-
lajmechanikai jellemzők a következők /5/:

Sor- szám	Mélységköz m - m	A n y a g	W %	e	r	γ_0 mp/m ³	γ_m mp/m ³	c mp/m ²	ϕ	F %	S %	P _i %	K _i
1.	0,00- 3,50	barna kavicsos tufa											
2.	3,50- 5,00	barna tufás agyag	32,4	0,92	0,96	1,41	1,86	0,6	8,6				
3.	5,00- 6,70	kavicsos tufa											
4.	6,70- 7,50	világosbarna tuf. agy.	29,66	0,83	0,97	1,48	1,9	0,15	28,7				
5.	7,50- 7,80	vegyes tuf.agy. mozaikos	32,5	0,98	0,93	1,41	1,87	1,19	4,1	66,6	29,6	37,0	0,922
6.	7,80-12,30	szürke,sárga tuf.mo- zaikos agyag,szerves	30,2	0,92	0,92	1,46	1,90	0,75	10,4	61,8 67,3	28,6 27,0	33,2 40,3	0,952 0,921
7.	12,30-14,80	sárga,szürke vegyes lignitnyomos iszap, agyag	16,93	0,53	0,80	1,76	2,05	0,92	18,6				
8.	14,80-17,80	sárga homokliszt	27,1	0,79	0,94	1,54	1,95	1,08	7,78				
9.	17,80-21,30	szürke,sárga kemény iszap	30,0	0,86	0,94	1,47	1,92	0,45	23,5	54,6	30,0	24,6	0,998
10.	21,30-21,90	sárgafoltos szür- ke agy.	39,67	1,15	0,97	1,30	1,82	1,1	3,58	69,3	34,4	34,9	0,848
11.	21,90-22,60	sárga agyag	59,1	1,72	0,95	1,03	1,63	0,45	12,4	139,7	41,6	98,1	0,822
12.	22,60-22,85	vil.barna agyag	62,1	1,82	0,95	0,99	1,61	0,39	13,5	149,4	60,9	88,5	0,986
13.	22,85-23,00	vil.barna agyag	65,8	1,95	0,94	0,95	1,57	0,77	9,4	160,5	53,8	106,7	0,887
14.	23,00-23,50	zöld agyag	50,97	1,46	0,97	1,14	1,72	0,16	22,4	119,2	55,3	63,9	1,0617
15.	23,50-24,20	fekete agyag	59,3	1,80	0,93	1,00	1,59	0,83	18,1	136,9	57,5	79,4	0,997

Látható, hogy állékonyság szempontjából döntő a 23,50-14,20 m közötti fekete agyagréteg, valamint a 22,60-22,85 m közötti világosbarna agyagréteg. Vizsgálataink szerint - melyeket nem mellékelünk - az alsó agyagrétegen való megcsuszás a valószínűbb. A rézsű állékonysága a hajlásszög csökkentésével és támasztópadka létesítésével jelentősen növelhető.

Egységnyi biztonság érhető el, ha $[\beta] = 50^\circ$ -ban választjuk meg a rézsű hajlásszögét s 50 m széles 7,45 m magas támasztópadkát alkalmazunk.

Az említett tömbcsuszás különösen akkor veszélyes, ha progresszív törés kíséretében megy végbe, amelynek előfeltétele, hogy a kritikus talajréteg a nyírás során rideg viselkedést mutasson /2/. Ez azt jelenti, hogy a talaj nyírószilárdsága kezdetben gyorsan mobilizálódik, elér egy csúcserőértéket $[k]_{cs}$ /, majd a további elmozdulások hatására csökken, s egy végső reziduális értékhez tart. Progresszív törés feltételezésével megvizsgáltuk, hogy padka figyelembevétel nélkül ill. ennek figyelembevételével milyen szélességű sáv vesz részt az elmozdulásban, azaz milyen nagyságu az expanziós szakasz /1. ábra/, amelyen az E_0 -ból eredő csuszatófeszültség eloszlását parabolikusnak feltételeztük. Padka nélkül $l = 80,829$ m-t, padka figyelembevételével pedig $l = 108,939$ m-t kaptunk. Tekintettel arra, hogy az elmozdulás maximuma a rézsű alsó sarokpontjánál jelentkezik s innen csaknem exponenciálisan csökken a rézsű belseje felé haladva, a padka hatása igen kedvező. A nagy elmozdulások ugyanis éppen a padka területére jutnak, ahol hiányzik a rézsű felső részében települt, függőleges síkok mentén elválási hajlamot mutató, ridegen viselkedő tufás réteg, amely a nagy vízszintes elmozdulásokra, omlásokkal igen érzékenyen reagál.

II. 1.1.2. Befelé dőlő rétegek.

Ez a példa azért tanulságos, mert látszólag biztonságos rézsű esetében mutatja be, hogy a "gyenge rétegek" jelenléte még ilyenkor is omlásokat, csuszásokat okozhat.

A külfejtés D-i határán, a II. telep feletti meddőfront Ny-i szakaszán 1969 őszén hosszú időn keresztül megfigyelhető volt, hogy az átl. 20 m magasságu, háromlépcsős, 55° hajlásszögű rézsű /geometriáját 2. ábránk mutatja be/ az alsó harmadában $2-3^{\circ}$ -al befelé dőlő "gyenge rétegek" mentén előretolódott kb. 3 cm/nap sebességgel, s a kitolódott szakasz általában hetente leomlott. /8/

A rézsű földtani - talajmechanikai felépítése:

Sorszám	Mélységköz m - m	A n y a g	C_r mp/m ²	ϕ_r fok	$[\gamma]_{n\frac{3}{3}}$ np/m ³
1.	0,00-6,00	vörösbarna agyag			
2.	6,00-9,00	agyagos görgeteg			
3.	9,00-17,40	szürke agyag			
4.	17,40-17,30	szerves agyag	1,00	6	
5.	17,50-19,50	szürke agyag			1,85
6.	19,50-19,60	szerves agyag	1,00	6	
7.	19,60-31,00	szürke agyag			
8.	31,00-32,20	homok			
9.	32,20-34,70	agyag			
10.	34,70 -	II. lignittelep			

Számításaink szerint a felső "gyenge réteg"-re vonatkozó expanziós szakasz 52,66 m, míg az alsóra számított 58,13 m volt, amelyet az adott szituációban igen jelentősnek mondhatunk.

II. 1.2. Áramlási nyomás okozta rézsűomlások

A gravitációs uton nem vízteleníthető átmeneti kőzetfésélyek potenciális veszélyt jelentenek a rézsűk állékonyságára, mivel az áramlási nyomás fellépése, a rézsű talpának átázása következtében rézsűomlásokat okozhatnak.

Ilyen tényezők miatt léptek fel káros mértékű mozgások 1976. II. félévében, az I. meddőszelvény Ny-i határán kiképzett végrézsű egyes szakaszain. /6/. Az érintett területre ezen a bányaviztelenítő részleg 5 db talajmechanikai főcélu kutatófurást mélyített, melyek alapján a részűt felépítő rétegsor az alábbi paraméterekkel rendelkezik /6/:

A vizsgálati eredmények alapján egyértelműen megállapítható, hogy a rézsű felépítésében résztvevő, 8,0 m alatti átmeneti kőzetek víztartalmukat gravitációsan nem adják le, így víztelenítésük csak vácuumos, vagy elektro-ozmotikus módszerrel lenne lehetséges, amelyet nagy idő és jelentős költségigénye miatt eleve elvethetünk.

A megoldás másik módja, tört felületű rézsűprofil kialakítása. Ezt az is indokolja, hogy a felső 8 m-es és az alsó 5 m-es szakaszt alapvetően különböző rétegek építik fel.

A kutatófurások a felső 8 m-t teljes szelvényben harántolták, ezért az erre a szakaszra vonatkozó belső surlódási szöget csak közvetett úton lehetett meghatározni oly módon, hogy lemértük a terület közvetlen közelében, ezen rétegsor anyagának keverékéből álló depónia rézsűjének hajlásszögét. A kapott érték 34° volt, amely jó közelítéssel egyezik a surlódási szöggel.

Mivel ebben a felső szakaszban áramlási nyomás nem lép fel, $[\beta] = 34^{\circ}$ -ban ez a szakasz állékony.

Az alsó, átmeneti kőzetekből álló 5 m-es szakasz állékonyági vizsgálatát dr. Kézdi Árpád által kidolgozott módszerrel végeztük /3. ábra/. A szerkesztésnél a laboratóriumi és helyszíni vizsgálatok eredményeire támaszkodva figyelembe kellett venni a részűt felépítő rétegek által tartalmazott víz szivárgási nyomását is. Ez ugyanis negatívan befolyásolja a rézsű állékonyágát, illetve ennek következtében megnövekszik az állékonyág biztosításához szükséges nyírószilárdság nagysága. A szerkesztés során meghatároztuk az állékonyági görbét szivárgási nyomás nélkül, illetve annak figyelembevételével. A kapott eredmények alapján a biztonságos rézsűprofil az alábbiak szerint kell kialakítani. Az alsó 5 m magasságú szakaszban $[\beta] = 45^{\circ}$ hajlász-

Sor- szám	Mélységköz m - m	A n y a g	W %	e	r	γ_o mp/m ³	γ_n mp/m ³	c mp/m ²	ϕ fok	k m/s
1.	0,00- 1,00	humusz								
2.	1,00- 4,80	barna meszes agyag							34	
3.	4,80- 8,00	andezitgörgeteg								
4.	8,00-10,14	finomhomokréteges homokliszt, homokkő	30	0,80	1,00	1,50	1,95	0,3	20	5×10^{-7}
5.	10,14-10,40	finomhomokos iszap	30	0,85	1,00	1,50	1,95			
6.	10,40-11,06	sárga iszap	40	1,12	0,99	1,30	1,82			
7.	11,06-11,76	szürke, kövér agyag	65	1,93	0,96	0,96	1,58	0,46	4,5	
8.	11,76-12,83	lignitnyomos, kövér agyag	32	0,97	0,93	1,42	1,88	0,72	3,4	
9.	12,83-13,05									

szöggel, a felső 8 m-es magasságu szakaszban $\beta = 34^\circ$ hajlásszöggel ki-
képzett rézsűszakaszok közé 7 m szélességű padkát kell létesíteni.

II. 2. A fejtési ellenállás változásai

A visontai külfejtés területén 1970-1973 között a nem várt homokkőrétegek
megjelenése miatt igen jelentős termelés kiesés volt az MT-5-ös kotrógépen.

1970-ben	2 257 e.m ³	/44 %/
1971-ben	712 e.m ³	/14 %/
1972-ben	610 e.m ³	/12 %/
1973-ban	2 163 e.m ³	/34 %/
Összesen:	5 742 e.m ³	

A négy év alatti összes termelés kiesés megfelel a kotró egy évi munkájának.
Ez is nagymértékben hozzájárult ahhoz, 1974-re a külfejtés "beszorult", vagy-
is a fejtési front lecsökkent, ami végeredményben a fejtésre előkészített lignit
mennyiségét befolyásolja. Fenti konkrét példánkkal igazolni kívántuk a réteg-
sor inhomogenitásából eredő fejtési ellenállás változásainak rendkívüli befo-
lyását a külfejtési üzem tevékenységére, valamint felhívni a figyelmet, hogy
ezekkel a kérdésekkel már a kutatás időszakában behatóan foglalkozni kell!
A 4. ábrán 3 db dőlésirányú szelvénybe eső talajmechanikai furás alapján
vizsgáltuk a meddő fejtési ellenállásának változását a bükkábrányi területen
/7/. Ezzel arra kívántunk rámutatni, hogy a bányaművelést lényegesen befo-
lyásoló fejtési ellenállás

- a./ a rétegsorból eredően, de attól eltérően változik
- b./ ez a változékonyság úgy vertikálisan, mint horizontálisan igen
erőteljes.

A fejtési ellenállást NDK-beli külfejtések tapasztalatai alapján az egyirányú
nyomószilárdságból határoztuk meg. A fejtési osztályok gyakoriságának réteg-
2286

vastagság szerinti megoszlása a vizsgált 3 furásban a következő:

Rétegvastagság /m/	Fejtési osztályok				
	I.	II.	III.	IV.	V.
< 1	0	20	20	40	25
1 - 2	0	38	24	23	15
2 - 5	23	20	38	10	9
5 - 10	22	22	12	33	11
> 10	100	0	0	0	0

A táblázatból látható, hogy a kisebb vastagságu rétegeknél gyakoribb a magasabb fejtési osztály.

Az eredményt lényegesen befolyásolja, az, hogy a karotázsszelvény alapján eltérő keménységűnek mutakozó összes rétegből történt-e nyomószilárdsági vizsgálat, vagy legalább az azonosítás véghez vihető-e a rétegsor és a fejtési osztályozás között.

III. CÉLFELADATOK /4/

Az elemzett példák mindegyike konkrét földtani képződmények megjelenéséhez kapcsolódik, s egyértelműen hatással van a külfejtés gazdaságosságának mértékére. Ilyen értelemben kijelölhetőek azok a kritikus kőzettípusok, amelyek kimutatása és talajmechanikai jellemzése a mérnökgeológiai kutatás célfeladatait kell hogy képezze.

Rézsüállékonysági szempontból rendkívüli fontosságú a kis reziduális nyírószilárdsággal rendelkező, nagy plaszticitású, kis térfogatsúlyú, fellazult szerkezetű ún. "harnisos" agyagok, továbbá a gravitációsan nem vízteleníthető átmeneti kőzettípusok kimutatása.

A cuszásveszélyes zónák és az átmeneti kőzettípusok előzetes meghatározása alapján lehetőség van a fejtési szintosztást és a részü geometriáját úgy alakí-

tani, hogy a kritikus szakaszok minél kisebb nyirási igénybevételt kapjanak. Ez nagyban fokozza a külfejtési gépi berendezések elhelyezésének és kihasználásának biztonságát.

A rézsűparaméterek végsősoron a kisajátítandó terület nagyságára is befolyással vannak. Ha a tervezettnél laposabb részüket lehet kialakítani, az már csak a kitermelhető szénvagyon rovására végezhető el. Tehát a rézsűállékonysági problémák ipari vagyon csökkenéshez is vezethetnek!

A fejtési ellenállás változása szempontjából leglényegesebb a szivós, nagy keménységű, esetenként csak robbantással jöveszthető homokkövek kimutatása. Megbízható előrejelzés alapján ugyanis a gépi beruházások mennyisége és minősége optimalizálható.

Az alultervezés termelés kieséseket okoz, a túlméretezés viszont a beruházási költségeket növeli.

A felsorolt földtani képződmények előzetes felmérése nagy segítséget nyújt a kifejezetten mérnökgeológiai - talajmechanikai célu kutatólétesítmények helyének megválasztásában és kivitelezésében, ezért rendkívüli fontosságu a földtani - geofizikai - hidrogeológiai kutatás eredményeinek mérnökgeológiai szempontból való értelmezése.

A következőkben ennek az interpretációs munkának a módját és lehetőségeit vizsgáljuk meg.

IV. A FÖLDTANI KUTATÁS MÉRNÖKGEOLÓGIAI INFORMÁCIÓTARTALMA

IV. 1. Csuszásveszélyes agyagrétegek kijelölésének lehetőségei a földtani rétegsor és geofizikai szelvény alapján.

A makroszkópos kőzetleírások már nyújtanak támpontokat a "harnisos" agyagok felismerésére. A fellazult szerkezet, esetenként magas szerves anyag-talom, nagy plaszticitás a terepi munka során is kisebb-nagyobb valószínűséggel meghatározható.

Ez a módszer azonban meglehetősen szubjektív, s nincs mód több furás egzakt összehasonlítására.

Fenti hibát küszöböli ki a karotázsszelvényekre támaszkodó módszer, amely a keresett agyagrétegeknek a többitől eltérő kőzetfizikai paramétereire alapján jelöli ki a kritikus szakaszokat. A kapott eredményeket kontrollképpen a talajmechanikai vizsgálatokkal vetettük össze.

Az 5. ábrán bemutatott furási szakasz a toronyi lignitkutató területéről származik. Balról jobbra haladva feltüntettük a helyszínen leírt terepi rétegsort, a talajmechanikai mintavételek helyét, a karotázs szerinti rétegsort, de mindkettőt a méretarány adta kis felbontóképesség miatt - összevont kőzettani jelkulccsal. A feltüntetett karotázsgörbék közül a természetes-gamma szelvény csucsei jelzik az agyagrétegeket. A kompenzált gamma-gamma szelvényből folyamatosan processzorral számított "in situ" térfogatsúly szelvényre a kaliberszelvény kaverna értékei is hatnak.

Összehasonlításképpen jelöljük a pontszerűen jelentkező talajmechanikai térfogatsúly értékeit is.

Az összevetésből látható, hogy a karotázs szelvény térfogatsúly felbontóképessége lényegesen nagyobb, mint a laboratóriumi vizsgálatoké. A számszerű eltérést részben a labor minták alacsonyabb víztartalma /vizvesztes/, másrészt az összehangoló vizsgálatok hiánya okozza. A vizsgált 50 m-es szakaszon karotázs szelvényből 51 db, talajmechanikai vizsgálatból csupán 9 db, $0,1 \text{ Mp/m}^3$ értékkel eltérő önálló értéket kapunk. A kétféle vizsgálat térfogatsúly eloszlását a 6. ábra mutatja.

Fentiek alapján vizsgáljuk, hogy a karotázsszelvény alapján milyen lehetőség van a csuszásveszélyes u. n. "gyenge zóna" folyamatos kijelölésére. Az eredményt összevetjük a pontszerű információt nyújtó talajmechanikai vizsgálati adatokkal.

A karotázs értékelés menete a következő: a természetes-gamma szelvényen kijelöljük az "agyagcsucokat". A térfogatsúly szelvényből kiválasztjuk az ezekkel egy szintbe eső minimumokat. A kaliberszelvényből pedig figyelembe vesszük az agyagrétegekbe eső maximumokat, mivel feltételezzük, hogy egyenletes furási lyukfal igénybevétel mellett a laza pld: mozaikos vagy harnisos agyagrétegek kavernásodtak 30 mm lyukátmérőt /20 %-ot/ meghaladóan. Tehát a fenti módszerrel potenciálisan csuszásveszélyes "gyenge zónának" itéljük azokat a - term. -gamma görbe alapján is agyag - szinteket, amelyek térfogatsúly minimumot és általában jelentős kavernásodást mutatnak. A példaként bemutatott furás folyamatban levő talajmechanikai - laboratóriumi vizsgálatából a kőzetfizikai értékeléshez még csak a konzisztencia és hézag-tényező vizsgálatok álltak rendelkezésünkre. Ezekből biztosan "gyenge zónának" itéltük azokat a szinteket, amelyek mintáiban a konzisztencia index I_c / kisebb vagy egyenlő mint 1,0, és a hézag-tényező /e/ nagyobb vagy egyenlő 1,0-el. Ezzel a meghatározással a plasztikus, átázott, laza kőzetanyagot jelöltük ki.

A közölt furási szakaszon belül az alábbi szinteket kell értékelnünk az ábra szerinti sorszámokkal.

1. szint. A talajmechanikai vizsgálat szerint ez "gyenge zóna" $I_c = 0,96$; $e = 1,2$, de a sűrűség- és kaliberszelvény a csövezett szakaszban, a tárgyi vizsgálat szempontjából, nem értékelhető.

2. szint. Az erőteljes hézag-tényező minimumot a saru alatti homokréteg okozza.

3. szint. A karotázs szerint az agyagréteg term. -gamma csucsának mélységében, kavernásodás és hézag-tényező minimum jelentkezik, ami az agyagon belüli "gyenge zónát" jelzi. Bár a konzisztencia index 1,05, de hézag-tényező meghatározás nem történt, így az agyagszint talajmechanikailag még "lehetséges gyenge zónának" is minősíthető.

4. szint. A talajmechanikai mintával nem vizsgált agyag /term.-gamma/ csucsánál kaverna és hézagtenyező minimum jelentkezik, ezért ezt csuszásveszélyes zónának minősítjük.

5. szint. A jelentős agyag csucsánál, kisebb hézagtenyező minimum és kavernasodás jelentkezett. A zóna csuszásveszélyességét az innen vett talajmechanikai minta vizsgálati eredménye is bizonyítja. $I_c = 0,89$; $e = 1,16$.

6. szint. A hézagtenyező minimumot homokréteg okozza.

7. szint. A nagy agyagcsucshoz tartozó jelentős hézagtenyező minimum és kisebb kavernasodás igazolja, hogy a karotázs szerint ez jelentős "gyenge zóna". Ezt a talajmechanikai eredmény feltételesen igazolja. $L_c = 0,97$; e -t nem vizsgálták/.

8. kettős szint. Karotázs szerint "gyenge zóna" de talajmechanikai eredmény nem igazolja. Lehetséges, hogy a mintavétel a rétegen belül nem a "gyenge zónába" esett.

9. szint. A kavernasodást homokréteg okozza.

10. szint. Az agyagcsucs környékén a talajmechanikai minta vizsgálata szerint "lehetséges gyenge zóna", a karotázs szerint azonban nem minősül annak.

11. kettős szint. A karotázs szerinti "gyenge zóna"-ban nem volt talajmechanikai vizsgálat.

12. szint. Az agyagcsucson a talajmechanika szerinti "gyenge zóna", a karotázs szerint nem minősül annak.

Összevetve a talajmechanika és karotázis által kijelölhető "gyenge zónákat", az ábra jobb oldalán 10 helyet jelölünk "biztos" vagy "lehetséges" jelzéssel. Ebből 3-at a talajmechanika és a karotázis is igazol, további 3 db csak a talajmechanika, valamint 4 db csak a karotázis alapján minősül "gyenge zónának". A csak talajmechanika által kimutatott 3 db gyenge zóna közül 2 db csak feltételesen az, és csupán egyetlen szint látszik biztosan gyenge zónának /12./, amelyet a geofizika nem jelzett. Ez elfogadható a módszer abszolút hibájaként is.

Tehát a vizsgált 50 m-es furási szakaszon a talajmechanika alapján kijelölhető volt 6 db, karotázis alapján 7 db "gyenge zóna".

Fentiek alapján lehetőség látszik a pontszerű talajmechanikai információkkal szemben, folyamatos információt nyújtó karotázis görbeseregéből, a potenciális csuszásveszélyt jelentő, "gyenge zónák" kijelölésére, ami egyrészt a talajmechanikai furások pontszerű kitűzését, másrészt az azokban végzett talajmechanikai mintavételezést könnyíti meg. A karotázis alapján "gyenge zónának" minősíthető mélység szintekhez kell igazítani a talajmechanikai mintavételeket. Csak így lehet kellő biztonsággal előre meghatározni a várható "gyenge zónák" helyét. Ellenkező esetben a talajmechanikai szelvényben nem jelenik meg a rossz kőzetfizikai paraméterű szintek egy része, mint ahogyan a feldolgozott példánkban is az 50 m-es furásszakaszból 4 gyenge zónát nem mutat ki a talajmechanikai vizsgálat, ide eső mintavétel hiánya miatt.

IV. 2. Átmeneti kőzettípusok meghatározása terepi leírás és karotázisszelvény segítségével.

Átmeneti kőzet fogalma alatt a homok-agyag közötti, mértékadóan kőzetliszt frakciót értjük, amelynek szemnagysága 0,1-0,002 mm közötti. Kézenfekvő tehát, hogy a terepi leírásnál ezeket a lisztszerű finomságú szemcsékből fel-

épülő rétegeket kell figyelni, amelyek kellő gyakorlattal elkülöníthetők a homok, ill. agyag rétegektől. A terepi módszer szubjektivitását kűszöböli ki a karotászfelvételeket hasznosító kiértékelés. Az átmeneti kőzettípusok az alábbi viszonylagos geofizikai paraméterekkel jellemezhetők:

Sp	R_1	R_3	Mikro	T_γ	$[\gamma - \gamma]$	$[N - N]$	Bőség
kissé nega- tiv	köze- pes	köze- pes	elvá- lik	magas	nem jell.	közepes	szakaszosan kavernásodó

Az összehasonlítás alapja a terepi földtani leírás által kijelölt átmeneti ill. tiszta homok és agyagrétegek geofizikai jellemzőivel adható meg, s ilyen értelemben mindig területi értékelést kíván.

IV. 3. A különböző fejtési ellenállású kőzettípusok elkülönítése makroszkópos anyagleírás és geofizikai szelvény alapján.

A homokkő, agyag, homok és átmeneti kőzettípusok meghatározása nem okoz problémát a terepi munka során. Annál inkább az adott kőzetek precíz mélységhatára és vastagsága, valamint határesetekben a minőség eldöntése. Ilyenkor igen jól használható a karotázsszelvény, amely megbízható objektív információkat szolgáltat, teljesszelvényű furási szakaszokból is.

A fejtési ellenállás eltéréseiből adódó problémák egy részét a kőzetminőség megállapításának helytelensége okozta.

Erre a kérdésre röviden, a Füzesabony-Kál-Kápolnai területen közelmúltban mélyült furás értékelésével mutatunk rá. A makroszkópos helyszini rétegleírás szerint készült földtani napló, valamint a rétegsor ismeretének hiányában értékelt karotázs szelvény szerinti /tehát egymástól függetlenül készült/ rétegsorokból a vizsgált három kőzettípus aránya az alábbi volt:

Kőzet típus	Földtani naplóból /fm/	Karotázsból /fm/
Homok	35,1	21,7
Homok-agyag és tufás-homok	70,2	71,1
Agyag, tufás agyag	36,7	46,4
Egyéb	22,0	24,8
Összesen:	164,0 fm	164,0 fm

A példa különösen azért tanulságos, mert bár az átmeneti kőzetek mennyisége mindkét rétegsorban közel azonos, de a homok és agyag rétegek összesítésénél lényeges eltérés van.

Az említett kőzettípusok az alábbi viszonylagos geofizikai paraméterekkel jellemezhetők:

	SP	R_1	R_3	Mikró	$T\gamma$	$\gamma - \gamma'$	N - N	Bőség
Homok-kő	jellegtelen	igen nagy	igen nagy	igen nagy elváló	alacsony	igen alacsony	magas	nem kavernásodik
Homok	nagy negatív	nagy	nagy	nyagy	elvá-	alacsony	kevésbé magas	kavernásodik
Agyag	0	ki-csi	ki-csi	együtt fut	magas	nagy	alacsony	kavernásodik

Az átmeneti kőzetek geofizikai adatait már előző fejezetünkben megadtuk.

V. JAVASLATOK /3/

V. 1. Előkészítő - felderítő fázis

Továbbra sem tartunk szükségesnek talajmechanikai főcélu kutatófurások mélyítését, ellenben nagyon fontosnak véljük a földtani - geofizikai ismeretek és adatok mérnökgeológiai szempontból való interpretálását, mégpedig a következő fázis ilyen irányú kutatásainak megtervezése szempontjából.

V. 2. Előzetes fázis

A mérnökgeológiai kutatások tulnyomó többségét ebben a fázisban javasoljuk elvégezni, hogy ezáltal ismertté váljanak a meddő kőzetek - végsősoron a beruházásra kiható - külön leges tulajdonságai.

A talajmechanikai furások mintavételezését a rendelkezésre álló földtani - geofizikai információk célirányos felhasználásával kell irányítani.

A fejtési vagy állékonysági szempontból kiemelkedően kedvezőtlen kőzetféléseket egyes földtani kutatófurásokban is vizsgálni ill. mintázni kell, a pontosabb lehatárolás érdekében.

A kizárólag lignitkutatási célból mélyült furásokat a földtani - geofizikai ismeretanyag mérnökgeológiai értelmezése segítségével interpolációs adatokként fel kell használni a területi értékelésnél.

V. 3. Részletes fázis

Ebben a fázisban már csak célirányos talajmechanikai furások mélyítését javasoljuk, mivel a bányanyitás fő műszaki, és ezen belül kőzetmechanikai kérdéseit már az előzetes fázisu kutatásban el kell dönteni beruházási szinten.

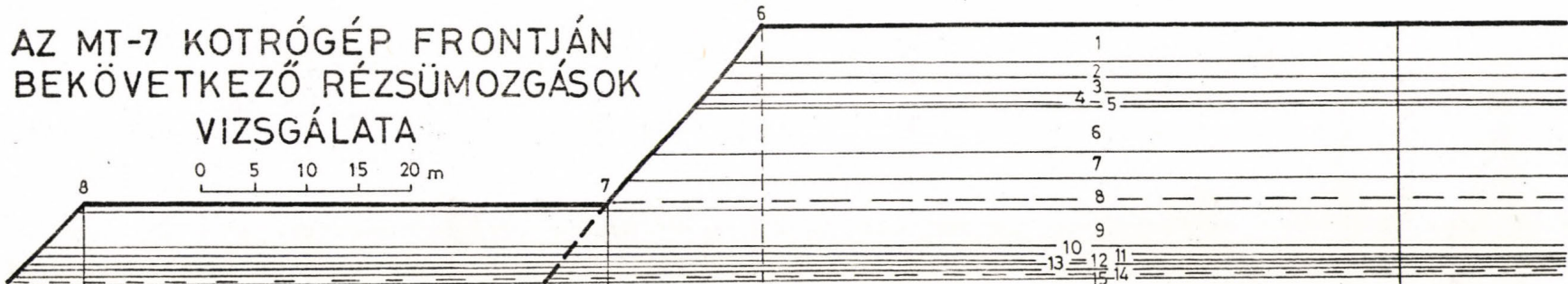
A vázolt program megvalósításának egyik kulcskérdése a földtani - geofizikai ismeretanyag talajmechanikai szempontu értékelhetősége. Az eljárás megbízhatóságát nagymértékben növelné, ha a folyamatban levő toronyi vagy a jövőben folytatódó Kápolna-Füzesabony-i területen összevetnénk a földtani - geofizikai és a talajmechanikai eredményeket, s ennek alapján elvégeznénk a szükségessé váló korrekciókat.

Felhasznált irodalom:

1. BME Geotechnikai Tanszék: Külfejtések talajmechanikai problémái. I. sz. jelentés. Külfejtések rézsüinek állékonysága. 1968. /MSZV. Adattár/
2. BME Geotechnikai Tanszék: Szakvélemény a tervezett bükki külfejtéses bányüzem egyes geotechnikai kérdéseiről. 1976. /MSZV. Adattár./
3. Madai L.: A mátraaljai /visontai/ lignitkutatás értékelése alapján javaslat a lignitbányászatra alkalmas területek kutatási módszereire. /Kézirat./
4. Molnár I.: A visontai külfejtés földtani szolgálatának talajmechanikai tevékenysége. /Kézirat./
5. Molnár I.: Az MT-7 kotrógép által jövesztett meddőfrontban bekövetkezett rézsüomlás vizsgálata. 1977. /MSZV. Adattár./
6. Molnár I.: Az I. meddőszelvény Ny-i határrézsüjének állékonysági vizsgálata. 1977. /MSZV. Adattár./
7. OFKFV.: A bükkábrányi részletes fázisu lignitkutatás összefoglaló földtani jelentése. 1969. /OFKFV. Adattár./
8. Szlabóczky P.: Középszerkezeti elemek /diszlokációk/ kőzetállékonysági jelentősége/. Mérn.geol.szle. 1971./7/.

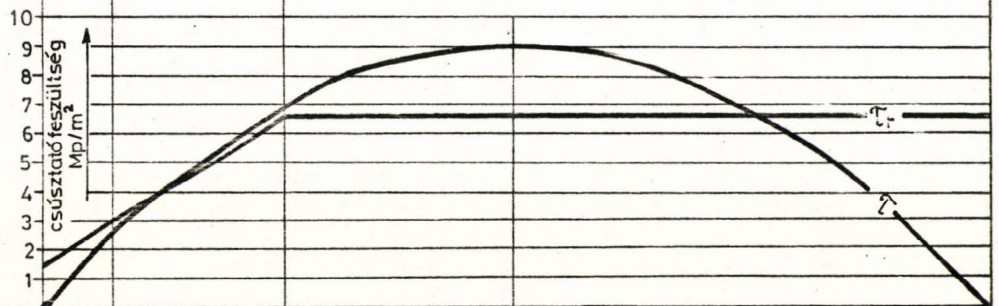
AZ M7-7 KOTRÓGÉP FRONTJÁN BEKÖVETKEZŐ RÉZSÜMOZGÁSOK VIZSGÁLATA

0 5 10 15 20 m



$\phi_r = 6,5^\circ$
 $C_r = 1,5 \text{ Mp/m}^2$
 $K_0 = 1 - \sin \phi_r = 0,89$
 $E_0 = K_0 \frac{h^2 \gamma}{2}$
 $x = \frac{484,3 - 83,476}{6,644} = 60,329 \text{ m}$
 $E_0 = \int_0^l \tau_r dt$
 $l = 80,829 \text{ m}$

5 A 23,50-24,20 m közötti fekete agyagrétegben kialakuló expanziós szakasz feszültségeloszlása padka figyelembevétele nélkül

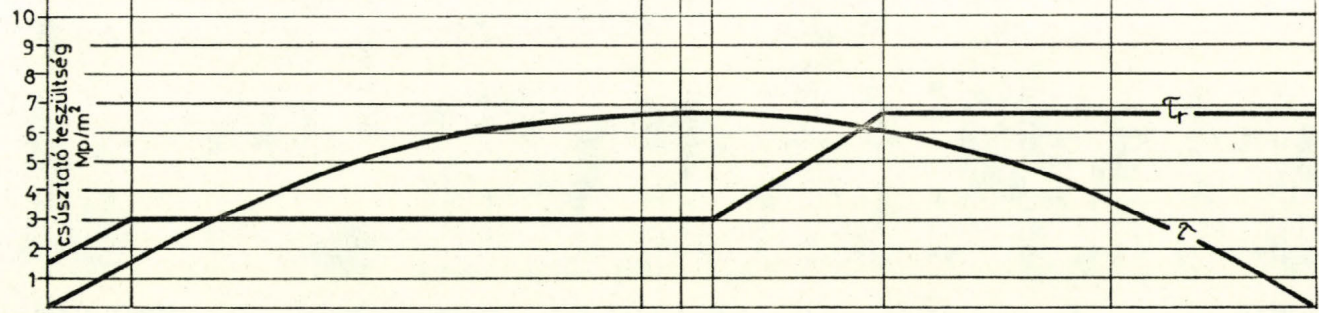


A 23,50-24,20 m közötti fekete agyagrétegben kialakuló expanziós szakasz feszültségeloszlása padka figyelembevételével

$$\tau_r = \sigma \text{tg} \phi_r + C_r$$

$$\tau = 6 \frac{E_0}{l} \left[\frac{x}{l} - \left(\frac{x}{l} \right)^2 \right]$$

l = 108,939

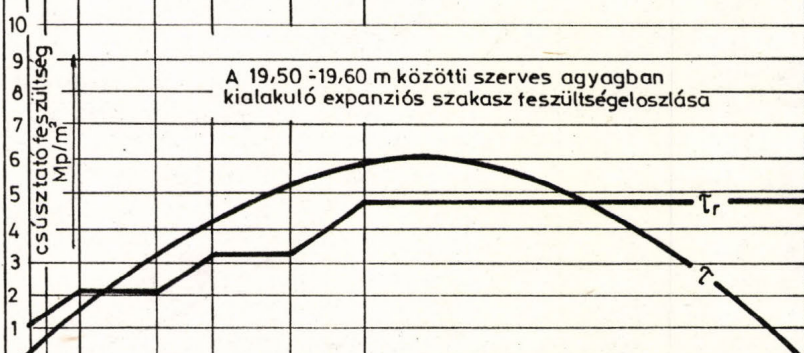
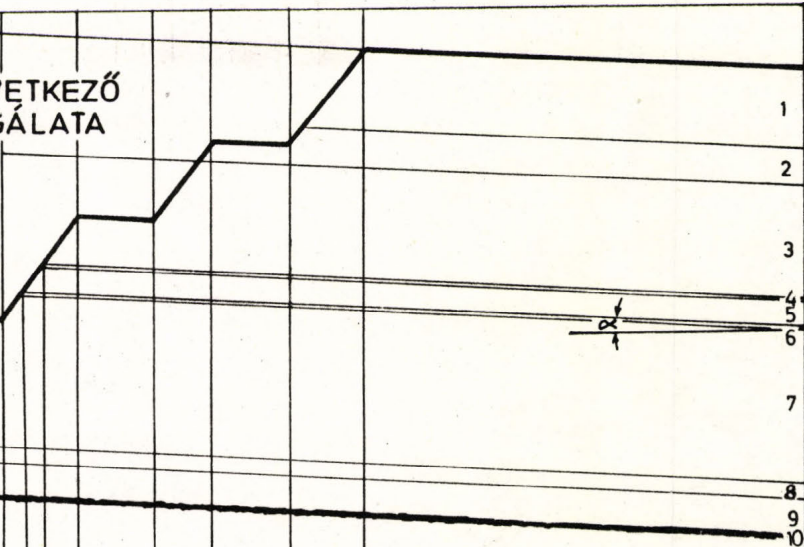


1. ábra

**A D-I FEJTÉSI FRONT
NY-I SZAKASZÁN BEKÖVETKEZŐ
RÉZSÜMOZGÁSOK VIZSGÁLATA**

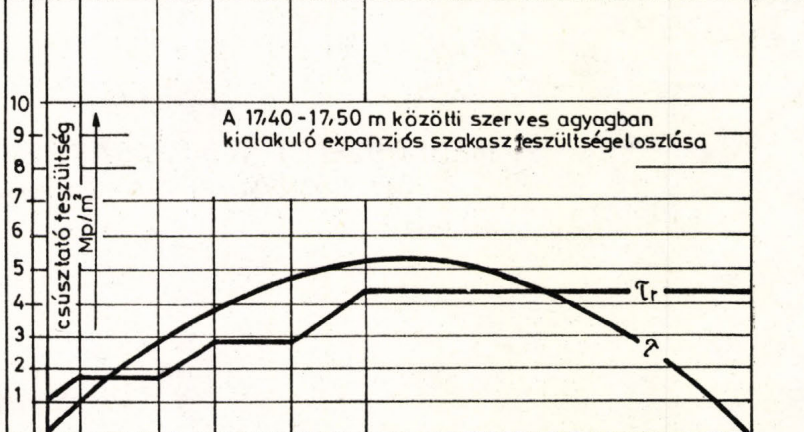
0 5 10 15 20 m

$\gamma_a = 1,85 \text{ Mp/m}^3$
 $\phi_r = 6,0^\circ$
 $C_r = 1,0 \text{ Mp/m}^2$
 $K_0 = 1 - \sin \phi_r = 0,8955$
 $E_0 = K_0 \frac{h^2 \gamma}{2 l}$
 $E_0 \cos \alpha = \int_0^l \tau_r dl$
 $l = 58,133 \text{ m}$

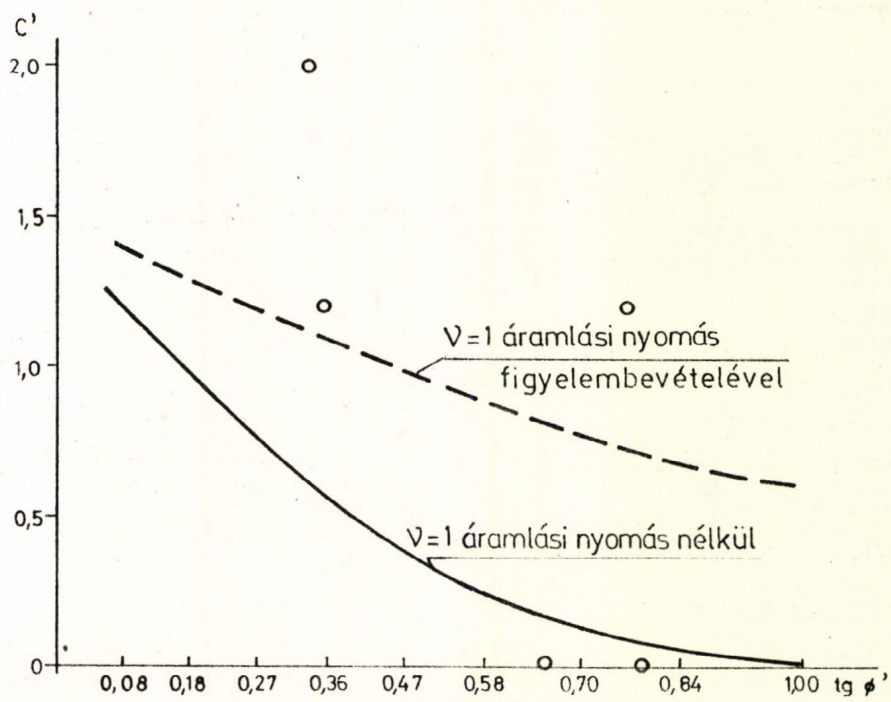


$l = 52,66 \text{ m}$

$\tau_r = \sigma' \sin \phi_r \cos \alpha + C_r$
 $\gamma = \epsilon \frac{E_0 \cos \alpha - G \sin \alpha}{l} \left[\frac{x}{l} - \left(\frac{x}{l} \right)^2 \right]$

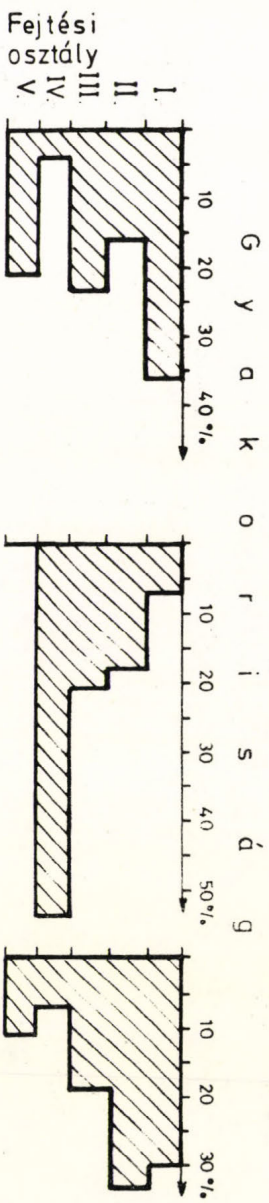


2. ábra



3. ábra

I. MEDDŐSZELET NY-I HATÁRRÉZSÜJÉNEK
ÁLLÉKONYSÁGI DIAGRAMJA



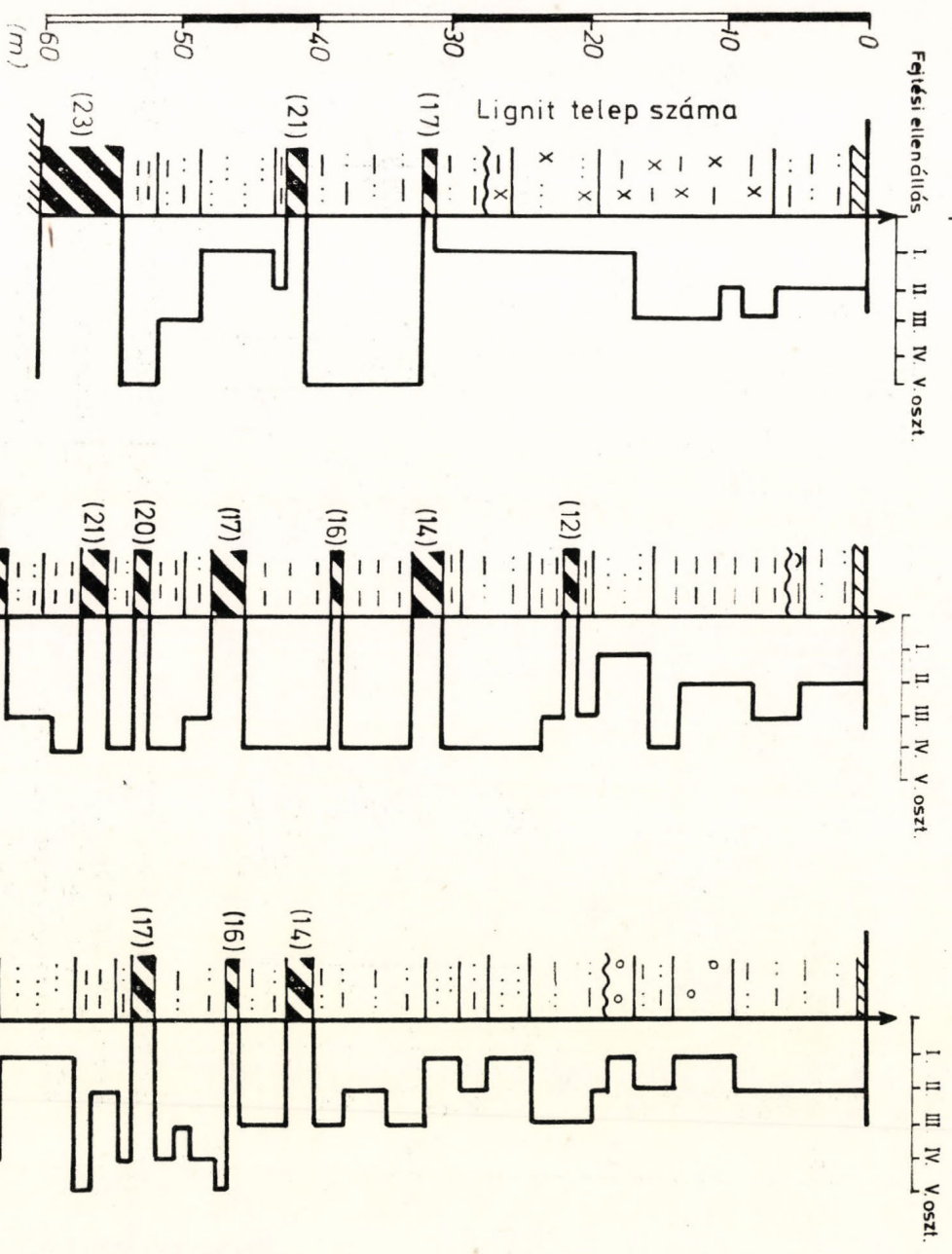
BHR-24

BHR-27

BHR-32

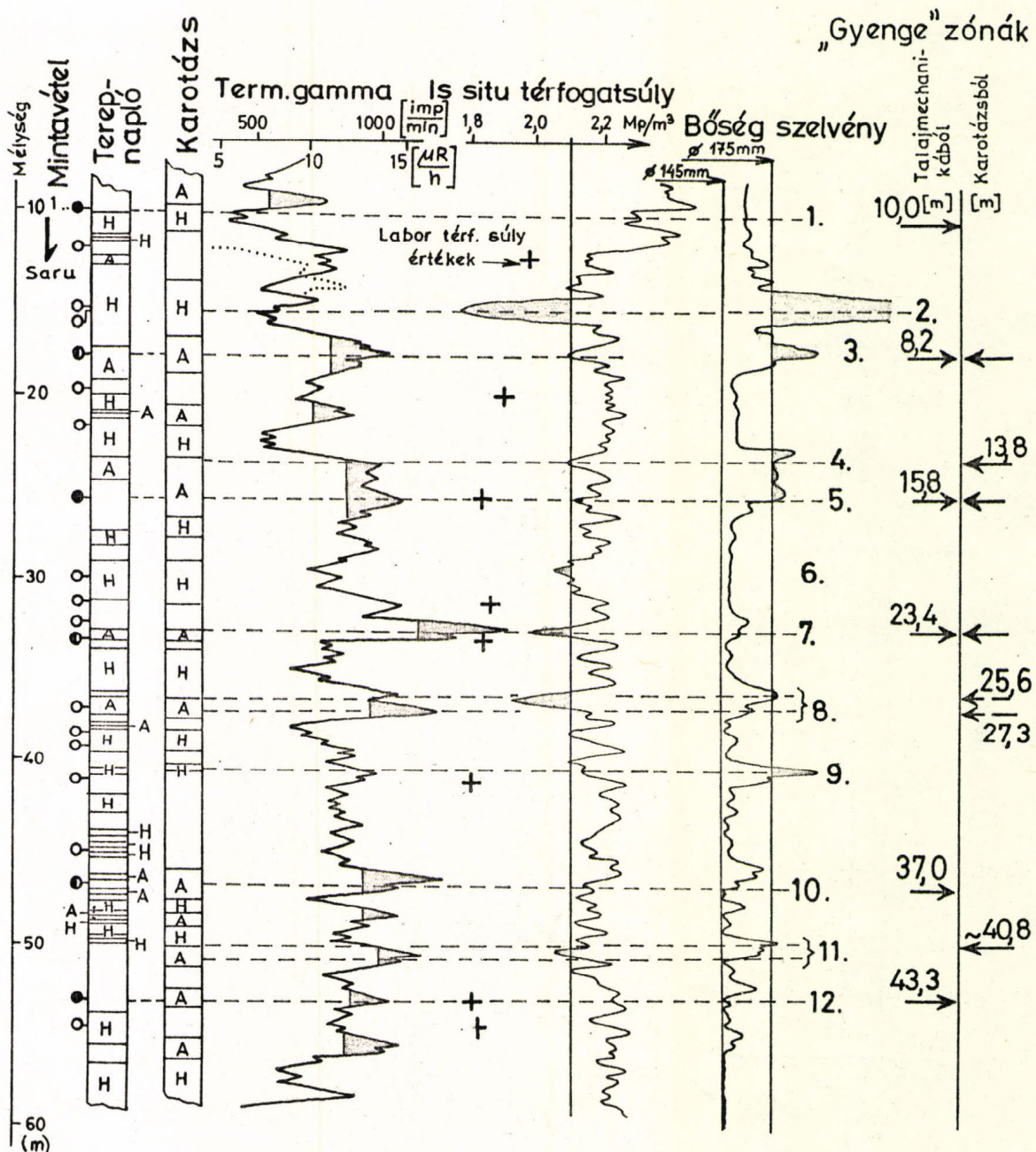
1060 m

1070 m



A FEJTÉSI ELLENÁLLÁS
VÁLTOZÁSA

4. ábra

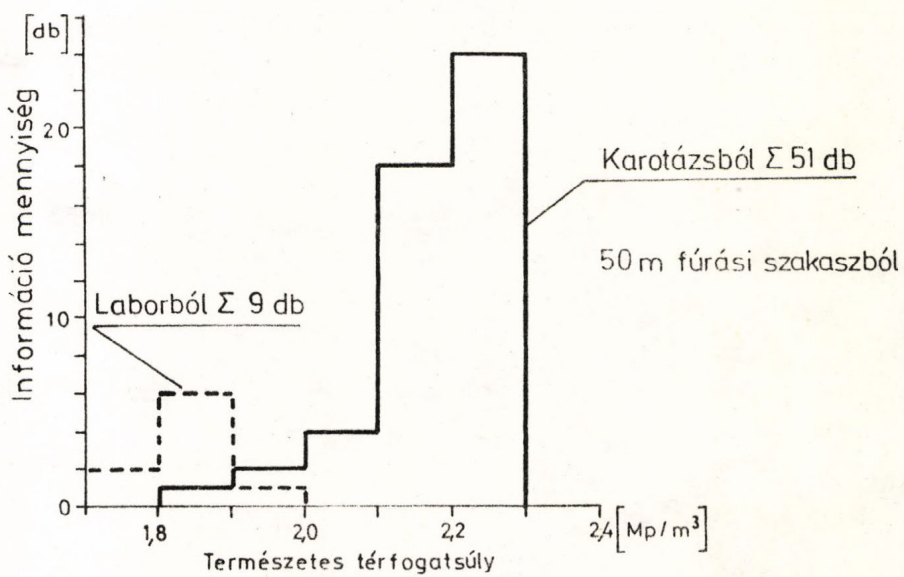


- Talajmechanikai mintavétel helye
- Biztos gyenge zóna ($J_c \leq 1,0$; $e \geq 1,0$)
- Lehetséges gyenge zóna ($J_c \leq 1,0$; $e = ?$)

- A Agyag, kőzetlisztes agyag
- Átmeneti kőzetek
- H Homok, kőzetlisztes homok

„GYENGE ZÓNÁK” KIJELÖLÉSE KAROTÁZS SZELVÉNY ÉS TALAJMECHANIKAI VIZSGÁLAT ALAPJÁN

5. ábra



6. ábra

**A LABOR - ÉS KAROTÁZS TÉRFOGATSÚLY
FELBONTÓ KÉPESSÉGE**

BÁNYAMÜVELÉS ÁLTAL KIVÁLTOTT FELSZINMOZGÁSOK

Bogár Sándor - Moyzes Antal
Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat

A bányászati műveletek erős beavatkozást jelentenek a természetes környezetben, ezért a műveleteket mozgásproblémák kísérik

- nyílt fejtések oldalfelületei csuszának,
- a mélyművelés felszínig terjedő törésfelületei átszakítják a rétegeket, dombos területen csuszások kiindulópontjai, de megváltoztatják a vízföldtani viszonyokat is,
- hányók lazán felhordott anyaga leszakad, nagyobb víztartalom esetén folyásjelenségek is fellépnek,
- hányók terhelése dombblejtőket hoz mozgásba.

A Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat évtizedek óta foglalkozik a felszín - mozgásos területek vizsgálatával, újabban kataszterezésével, és a területek állékonyságának, helyreállításának tervezésével is.

A bányászatkodás hatására kialakult felszínmozgások lényegében hasonló vizsgálati módszereket igényelnek, mint a természeti hatásokra és a bányászattól független antropogén hatásokra (utbevágás, munkagödör stb.) kialakult felszínmozgások. Tipusaik azonban jellegzetesek és sok esetben különleges kifejlődésűek.

A felszínmozgásokat kiváltó bányászatkodásnak két fő típusa van: mélyművelésű bányászatkodás (felszínalatti vágatok) és a felszíni bányászatkodás (bányagödörök, bányaudvarok), de mozgásokat váltanak ki a hányók is.

A mélyművelésű bányák okozta felszínmozgások (felhagyott vágatok beszakadása stb.) általában a felszín süllyedésében, depressziós térszinalakulatok formájában jelentkeznek. Egyes esetekben azonban a depressziót egyéb felszínmozgás jelenségek is követik. Ezek a második fázisban kialakuló mozgások - a felszínközeli földtani képződmények milyensége, települése, valamint a felszínalatti vizek helyzetének függvényében - alakulnak ki omlás, csuszamlás, vagy folyás formájában. Ezek közül elsősorban a csuszamlás mozgásforma a leggyakoribb. Mélyművelés esetén a felszín-süllyedés és a fedő átszakadása jelenti a veszélyt. A törésfelület mozgáspálya kiindulóhelye lehet, de a megváltozó hidrogeológiai helyzet miatt állapotromlás, víztulnyomás is felléphet. Különösen sok ilyen jellegű mozgás lépett fel a Nógrád-Heves-Borsod megyei bányaterületeken (Mizserfabánya, Mátranovák, Mátraszele, Arló). Esetenként ezek a mozgások tájképfőmáló méreteket is elértek. Az 1. sz. ábra az Arló Szohony völgyi suvadás vázlatos szelvényét szemlélteti, melyből kitűnik, hogy a mozgást a bányászkodással kapcsolatos fedőmozgás hozta létre, a leszakadt és völgyfeneket eltorlaszoló földtömeg a völgy kis patakját felduzzasztotta és egy 9 ha nagyságú tavat hozott létre. Bányaműveletekkel kapcsolatos víznyomásnövekedés okozta Mizserfabányán az 1970-es években bekövetkezett suvadást (2. sz. ábra). A dombtelep fedője alkotja; melyben jelentős mennyiségű szivárgó víz mozog, a domblábánál számos vízkilépés volt észlelhető.

Természetes, hogy a nyílt fejtések oldalrészűjét a még megengedhető legmeredekebb hajlással igyekszünk kialakítani a gazdaságosság érdekében. Így az oldalrészű rogyása (Erdőbénye), vagy íves pályán megismétlődő lecsuszása (pl. Bántapuszta, Oroszlány) következik be. Tipikus példát szemléltet az Erdőbényei Kovaföldbánya külfejtés szelvénye, ahol a fedőagyagban a túl meredek oldalrészű rogyást eredményezett (3. sz. ábra).

Hasonló mozgásformák tömegesen következnek be téglagyárak agyaggödreiben (pl. Pilisborosjenő, Solymár, Hejőcsaba, Sásd), vagy homok-kavics -

fejtés gödreiben is (pl. Diósd). Morfológiailag suvadás típusu felszínmozgás a Mátraszelei tó melletti dombblejtő mozgása (4. sz. ábra), mely a külszíni és mélyművelés együttes hatására jött létre a régi külfejtés üregében.

Veszélyességük mellett jelentős ásványvagyron elszennyeződést is jelentenek, fennakadást okoznak a termelésben, ezért kivédésük elsőrendűen fontos.

A mozgáspálya ritkábban síkfelület (pl. Lábatlan), gyakrabban íves (körhenger) felületen jön létre. Elhanyagolt esetben igen összetett suvadásos jelenségek is kialakultak. Jó példa erre az Óbudai agyagbányákban bekövetkezett mozgások sorozata.

A hulladékanyagok, meddő-elhelyezése hányók létesítését kívánja meg. Ezek lazán felhordott anyaga is mozoghat. Hányók síkcsuszása igen gyakori, ritkábbak az összetett szakadófelületek (pl. Pálháza). A legkellemtlenebbek a folyásos mozgások (pl. Visonta), midőn a vízzel telített anyag a hányófelhordás rövid ideje alatt nem képes vizét leadni és így a pórusviznyomás következtében egészen lapos rézsüvel sem áll meg.

A hányók terhelése is veszélyt jelenthet, mozgások kiindítója lehet (pl. Rudabánya, Ajka-Csinger völgy). Ezek a mozgások rendszeren a lejtővel párhuzamos síkcsuszás formájában alakulnak ki, hosszabb idő alatt azonban megismétlődve igen összetett, nagyméretű és veszélyes mozgásformákhoz vezethetnek.

A változatos mozgásformák miatt eltérőek az állékonyságszámítás módszerei. A Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat komplex mérnökgeológiai-geotechnikai vizsgálati metodikát alakított ki a bekövetkezett felszínmozgások okainak felderítésére, az állékonyság vizsgálatára, a stabilitás biztosítására.

A mérnökgeológiai vizsgálatok egyértelműen meghatározzák a mozgás morfológiai típusát, a földtani és hidrogeológiai viszonyokat. Ezek figyelembevételével készülnek a részletes talajfeltáráson alapuló geotechnikai vizsgálatok. E téren meghatározó szerepe van a mozgás morfológiai típusának, kiterjedésének, a talajrétegződésnek, a hidrológiai viszonyoknak, esetleges műtárgyak jelenlétének. A talajfeltárást követő laboratóriumi vizsgálatok megadják a talajfizikai jellemzőket, elsősorban a nyírószilárdsági paramétereket, melyeket az állékonyságszámításnál figyelembe kell venni.

Az állékonyságszámítás feladata a biztonság számszerű értékének meghatározása az esetleges tervezett beavatkozást is figyelembevéve. Alapelve, hogy az állékonysági biztonság a mozgást gátló és a mozgást előidéző nyomatermek hányadosaként definiálható. Az alkalmazott számítási módszert a mozgás jellege határozza meg.

Sikcsuszás (rétegcuszás) esetén sik csuszólap felvétellel számolunk az 5. sz. ábrán közölt elvi vázlat alapján. Ives szakadólap, körccszúsás vizsgálatára több közismert, már klasszikusnak mondható módszer van (Taylor, Bishop-Morgenstern, Bell, Kérisel, Fröhlich, Jáky). Itt csak a közismert Jáky-féle grafikus megoldást említjük. A 6. sz. ábrán közölt szerkesztéssel, vektorpoligon segítségével kell megkeresni azt a legveszélyesebb csuszólapot, amelynek állékonyságához a legnagyobb kohézióra van szükség. Ezt a tényleges kohézióval összevetve kapjuk meg a biztonsági tényezőt. Megemlíthető még a még ma is gyakran alkalmazott elemi lamellák módszere, mely vektorpoligonok szerkesztésével adja meg a biztonsági tényezőt.

A vizsgálat az említett módszerekkel fáradtságos, időtrabló munkát igényel. A szerkesztés matematikai átfogalmazással számítógépre programozható. Ma már kiterjedten alkalmazunk gépi számítást az állékonyságszámításnál. Rövid idő alatt szükség esetén 20-30 körccszúzólapra külön-külön meghatá -

rozható a biztonság, melyek halmazából izoaszfáliák (biztonsági rétegvonalak) szerkesztésével, vagy szélsőérték módszerével határozható meg a legveszélyesebb körcsuszólap középpontja, az abszolút minimális biztonság (7., 8. sz. ábrák).

A mérnökgeológiai- geotechnikai vizsgálatok alapján adható javaslat a mozgás megállapítására, a védekezésre.

A bányászati tevékenységet a térben és időben változó beavatkozás és az egyéb mérnöki beavatkozásokhoz képest a rendkívüli méretek jellemzik. Ezek a tényezők a védekezés módszereit jelentősen determinálják. A gazdaságosság érdekében csak a termelés alatt kell fokozott biztonságra törekedni, általában azonban meg kell elégedni az egyszerűbb védekezési módszerekkel.

A legfontosabb a vizvédelem; mind nyílt fejtéseknél, mind mélyművelésnél fontos az elővizztelenítés. Helyi problémák esetén - termelés közben - hangsúlyozni kell a vízszintes furásokkal való vizmegcsapolás előnyeit. Ezt a hazai mélyépítési gyakorlat még alig alkalmazza.

A nagy méretek miatt megtámasztás (támfal, cölöp) céltalan. Nehéz a szivárgó építés is, esetleg célravezető lehet egyszerű, géppel kiemelt nagy árok kővel betöltve.

A vízzel telített anyagból való hányókiképzésnél gondot kell fordítani a konszolidációt meggyorsító drenálás szükségességére is.

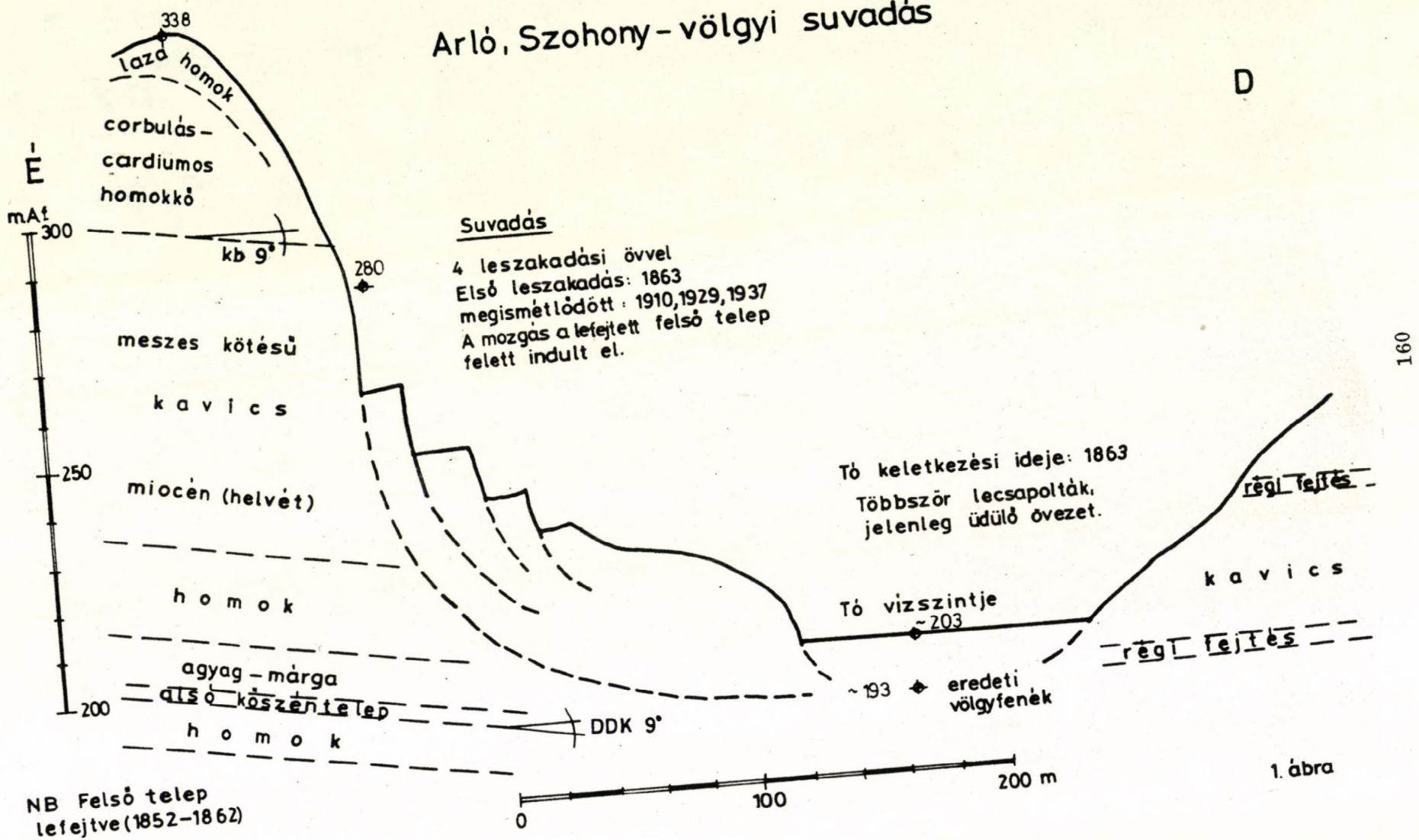
A tehermentesítés ritkán jelent megoldást, e vonatkozásban figyelembe kell venni, hogy azonos köbtartalmu letermelés esetén nagyobb hatás érhető el padkás letermeléssel, mint laposabb rézsüfelület kialakításával.

Végül hangsúlyozni kell, hogy különösen a nagy kiterjedés miatt rendkívül fontosak a biológiai védekezési módszerek. Nyers, magára hagyott mozgásterületek szinte sohasem nyugszanak meg, ezzel szemben füvesített, erdősített dombtelepeken, hányókon felgyorsul a stabilizálódási folyamat.

Ábrák jegyzéke

1. ábra Arló, Szohonyvölgyi suvadás szelvénye
2. ábra Mizserfabánya, lakótelep melletti domboldal suvadása
3. ábra Erdőbénye kovaföldbánya külfejtése
4. ábra Mátraszelei tó melletti dombfejű suvadása
5. ábra A sikcsuszás számítási módszere
6. ábra Állékonyságszámítás Jáky-módszerrel
7. ábra Izoaszfáliák módszere
8. ábra Szélsőértékek módszere

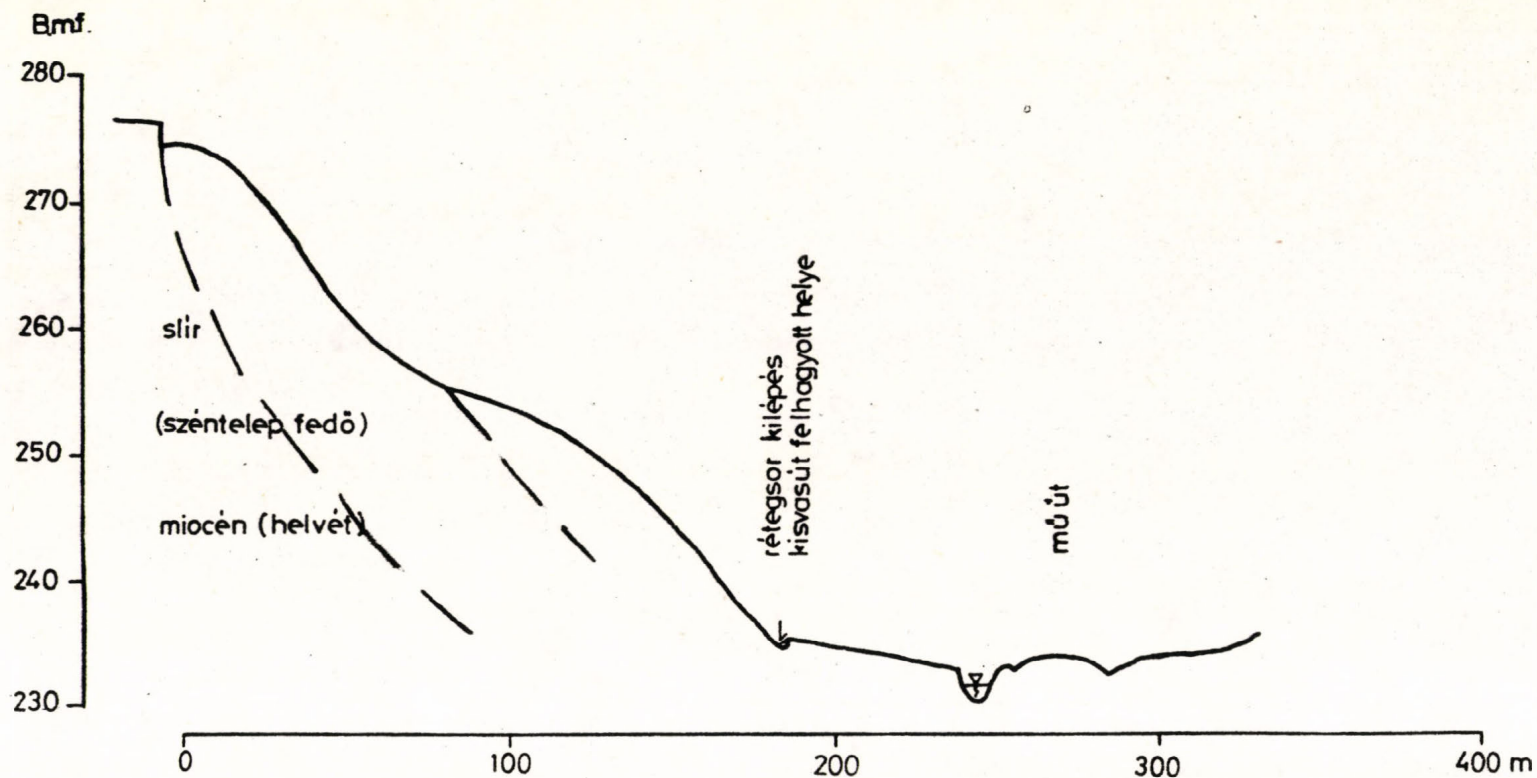
Arló, Szohony-völgyi suvadás



Mizserfabánya lakótelep melletti domboldal suvadása

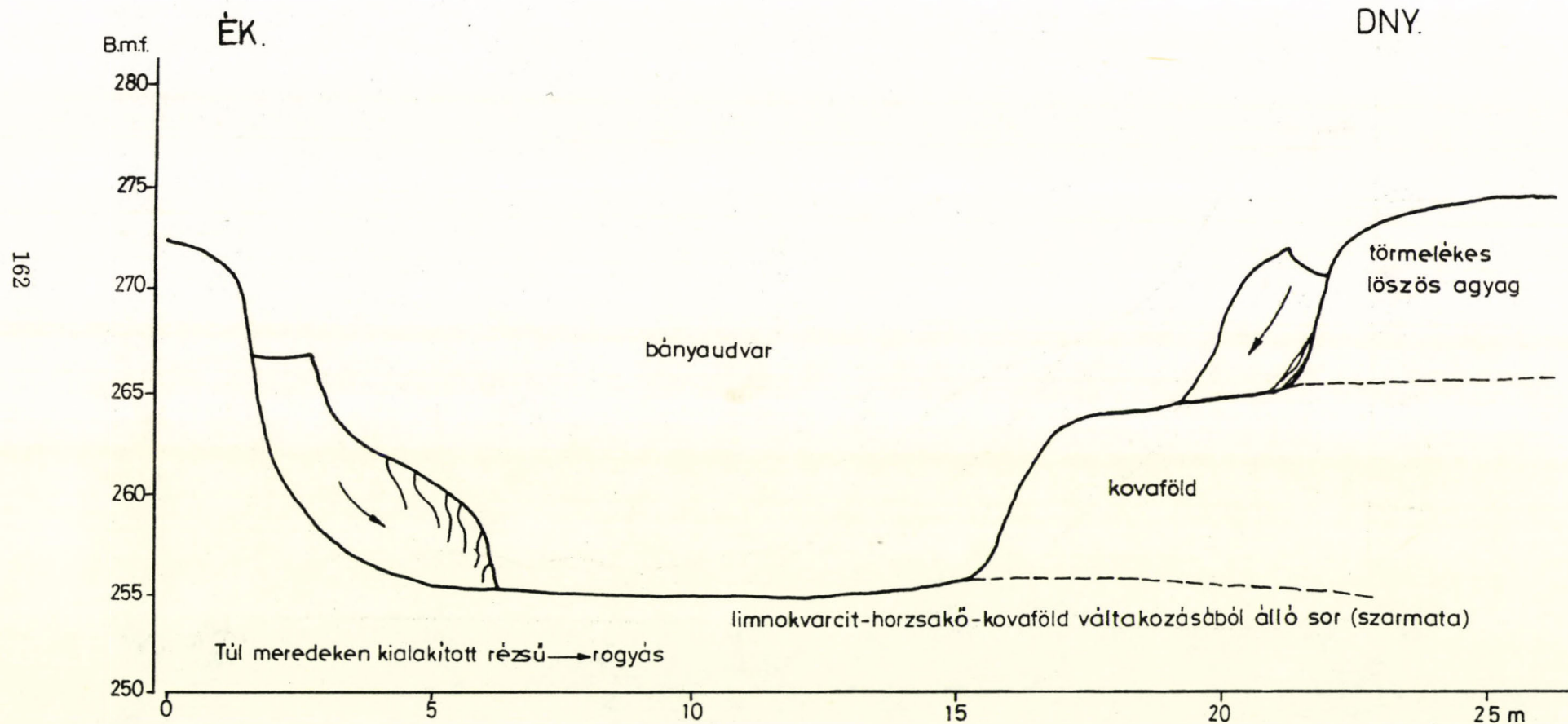
D.

É.



2. ábra

Erdőbénye kovaföldbánya külfejtés

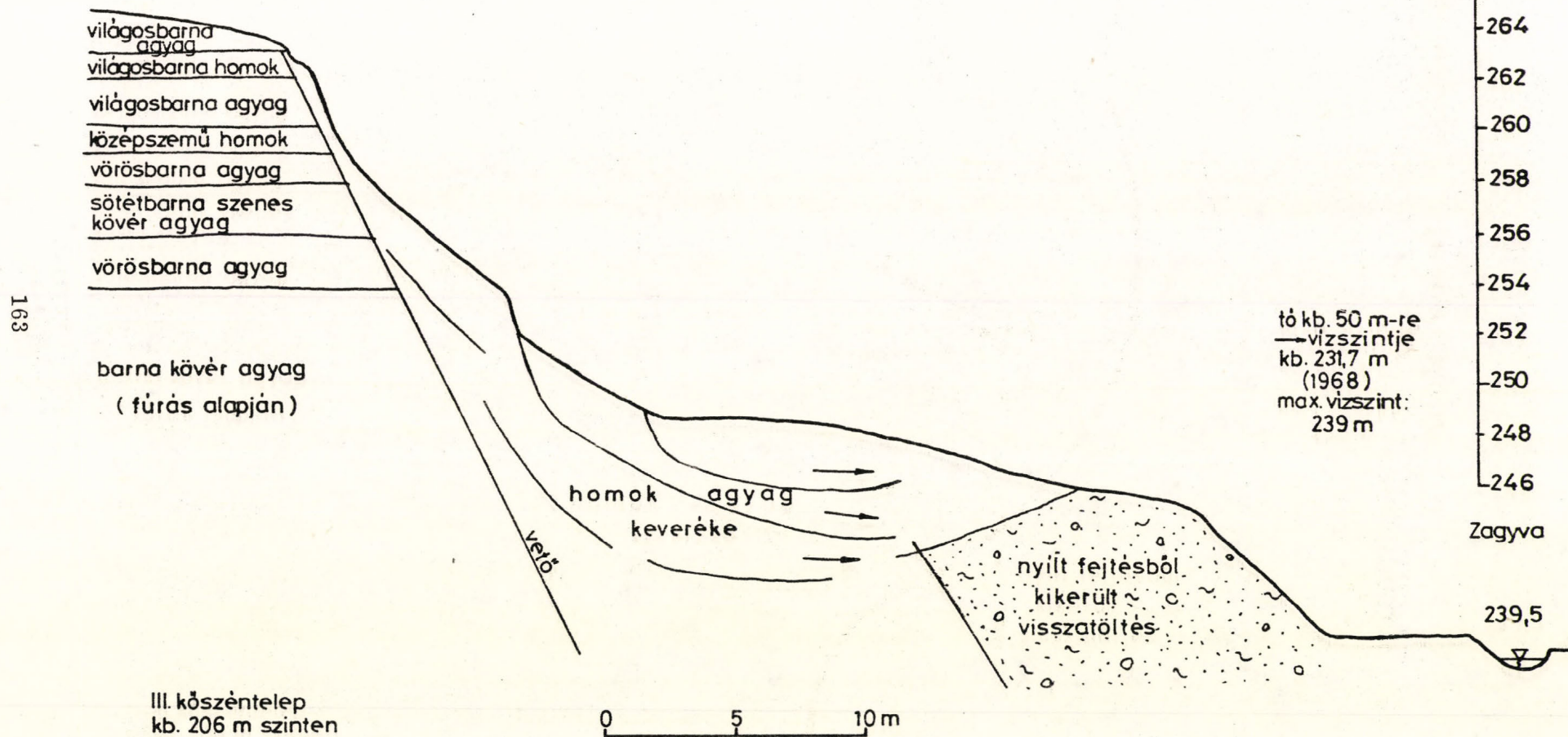


3. ábra

DNY.

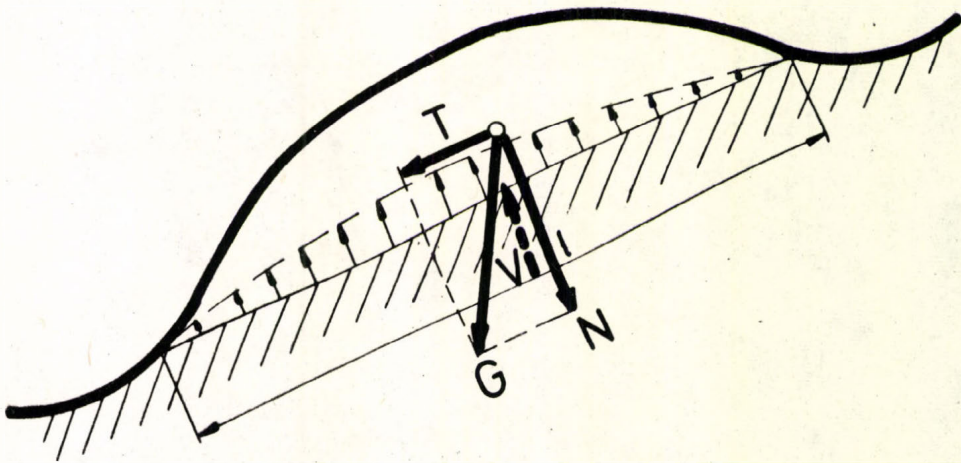
Mátraszelei tó melletti domblejtő suvadása

ÉK.



4. ábra

A SÍKCSÚSZÁS SZÁMITÁSI MÓDSZERE



$$\text{Biztonság: } n = \frac{|N - V/\text{tg}\Phi + c \cdot l}{T}$$

N = normálerő

V = csúszólapon működő
viznyomás eredője

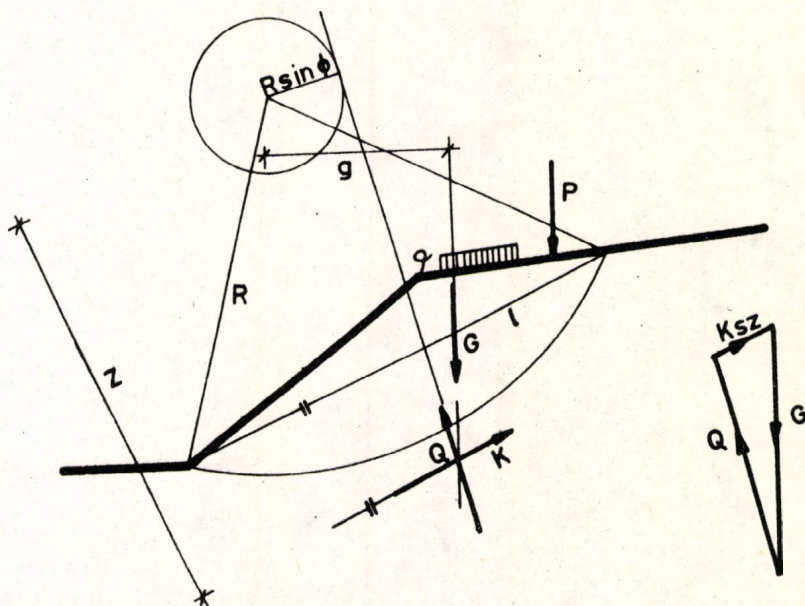
Φ = surlódási szög

C = kohézió

T = a csúszást előidéző erő

5. ábra

ÁLLÉKONYSÁGSZÁMITÁS JÁKY— MÓDSZERREL

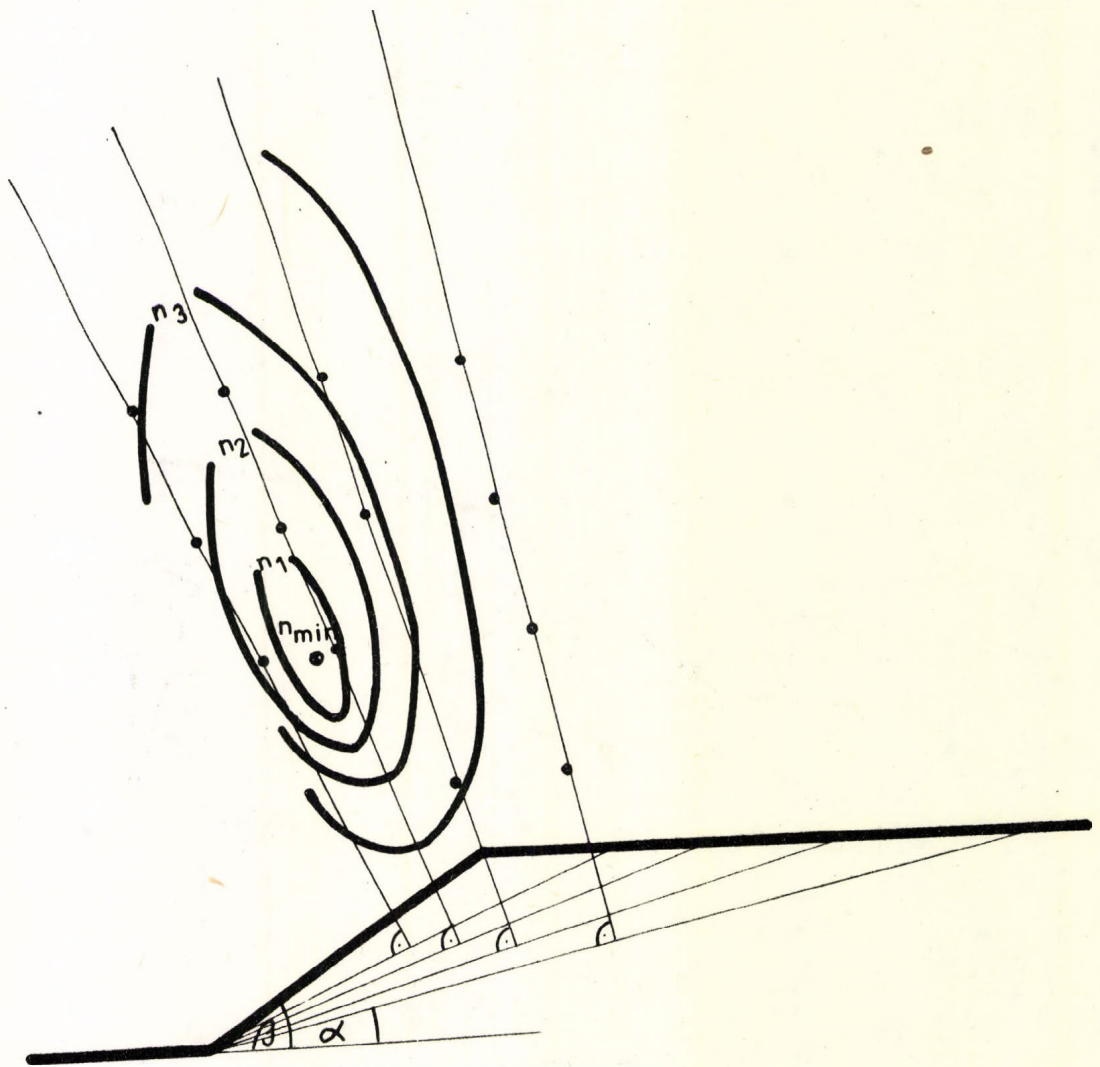


$$K_{\text{tényl}} = c \cdot l$$

$$\eta = \frac{G \cdot R \sin \phi + z \cdot c \cdot l}{G \cdot g}$$

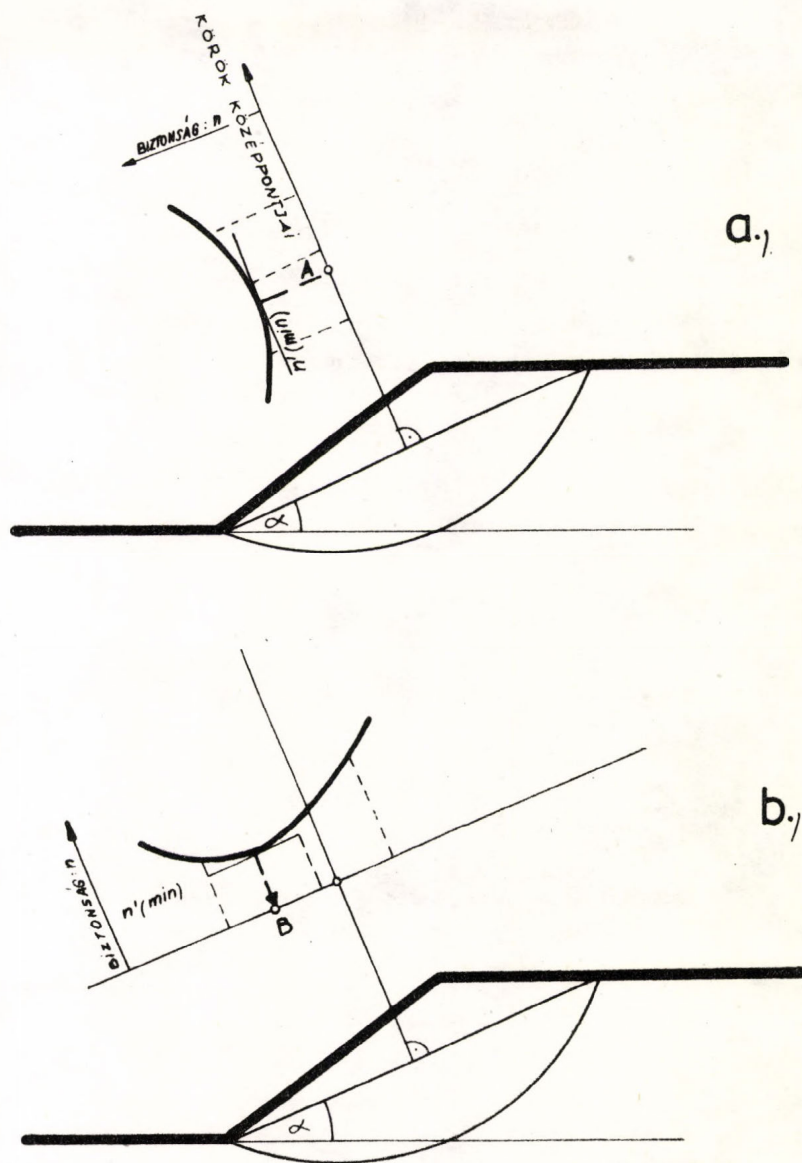
6. ábra

IZOASZFÁLIÁK MÓDSZERE



7. ábra

SZÉLSŐÉRTÉK MÓDSZERE



8. ábra

AZ ÉPÜLŐ MÁRKUSHEGYI EOCÉN SZÉNÁNYA

BÁNYAFÖLDTANI MUNKÁI

Gondozó György

Márkushegy - a bányaiüzem névadója - a Vérteshegység DNy-i eocén barna - kőszénmedence része, + 253 m Af.-i magasságu domb. A területén 1958-ban mélyült az első márkushegyi szénkutató furás, a 625 számú, amely a mai Márkushegyi Bányaiüzem teljes megkutatásához adott alapot.

1976. évtől - az eocén program első bányalétesítéseként - nagyberuházás szintjén kezdetét vette a 19 km² -nyi kiterjedésű, és 51 Mt. kitermelhető barnakőszén vagyonu korszerű üzem építése. A bányaművelő mérnökök a jelenlegi technikai szintek ismeretében korszerű építést, korszerű termelést programoztak. Véleményükkel azonosulva valljuk, hogy korszerű bányászat-hoz, korszerű bányaföldtan kell, hogy tartozzon. A földtan tudománya mai szintjén alkalmas arra, hogy szakemberei a tudomány és az ipar művelőinek kvantitatív - kvalitatív adatokat szolgáltatassanak. Gyakran arra is szükség van, hogy a bányatervezők - előkészítők - művelők tudjanak igényelni, kérdezni a geológustól. Az igény támasztásához ajánlatok kellenek.

Nyílt, őszinte és szavatolt szerénységgel kell ezt tennünk, mert a szemléltető - leíró földtani gyakorlatunkat a technikai - technológiai szakemberek nem túlzottan értékelik.

A saját és a környező tudományok műszerezettségben, modell technikáikkal, konkrét mérési adataikkal olyan lehetőséget adnak az ipari geológus kezébe, amely átfogó - komplex feldolgozással egyértelmű tervezés - termelés alapjául szolgálhat. Bányaeépítési munkák ma már nemcsak a nyersanyagról igé-

nyelnek adatokat, hanem az építés során fellelhető, az építés technológiáját - költségét befolyásoló összes természeti paramétereiről. Ezek nagyon igényes adatszolgáltatások.

Ez már nem az általános törvények variációinak igénye, hanem konkrét hely, konkrét célú mennyiségi - minőségi adatközlést jelent. Ilyen közlést a szakterületét jól ismerő, rokon tudományokkal lépést tartó, termelő - alkotó közegben dolgozó kollégáinktól lehet elvárni és igényelni.

Mi az Oroszlányi Szénbányák területén, a Márkushegyi Bányüzem - tervezése - építése során kísérletet tettünk - Vass László okl. bányamérnök vállalati főmérnök vezetésével, Ponyi Imre, Nagy Imre, Dr. Schmieder Antal, Dr. Kesserü Zsolt, Dr. Bodonyi József, Sáfár Iván bányamérnök kollégák, Dr. Fábiáncsics László geofizikus és Tima Zsuzsa geológus kollégák igen megértő és aktív közreműködésével - az olyan bányaföldtani adatok szolgáltatására, amelyek véleményem szerint a korszerű bányaeépítéshez - korszerű bányaföldtant biztosítanak.

Tehát nem új dolgokról, hanem az újra való törekvésről és kísérletről fogok szólni Önöknek tudva, hogy Önök közül bizonyára sokan hasonlóan, vagy még jobban végzik komoly igényű munkájukat ! Nagy és szép feladatnak tekintem az aktív közreműködést egy korszerű alkotás - bányaeépítés munkájában !

Földtani kutatás adatai

A földtani kutatás, tervezés és kiértékelés igénye általában erőteljesen nyersanyagcentrikus. Az utóbbi években kissé előre lépett az olyan igényű kutatás, amely a nyersanyag kitermelhetőségét műszaki-gazdasági-biztonsági szempontból döntően befolyásoló természeti paraméterekre is kiterjed.

Szerintem a korszerű felfogás ebben a szemléletben: a nyersanyagról mindent tudni, a nyersanyag fekü- és fedőkőzeteiről annyit kell tudni, amennyi az építési - termelési - biztonsági technológia helyes kiválasztását elősegíti. Ezek összefonódó, merev határok nélküli kivánalmak.

A részletes földtani kutatás: 111 db, 47 km terjedelmű kutatófurás biztosította Márkushegyen a szénvagyon mennyiségi: 51 Mt. kitermelhető vagyon, minőségi: 3720 kcal/kg adatait. Tisztázta a tektonizáltságot, 40 db/km², telephelyzetét: ÉK-irányban, 4^o-os dőlés, telepek száma: 3, telep fekü-kisérő kőzete: édesvízi homokos agyag, telep fedő-kisérő kőzet: tengeri osztreas márga.

A telepek a nyugalmi karsztvizszint alatt helyezkednek el, maximálisan biztosított védőrétegekkel.

Kissé leegyszerűsítve a több kötetnyi zárójelentés szükséges és hasznos anyagát, ez lenne az általános kép a Márkushegy területéről, amelyet a geológus adhat. Ezek az adatok kellő alátámasztással a beruházási cél meghatározásához nagyon is szükségesek. A konkrét tervezéshez ennél több kell !

A kőzetviszonyok általános ismerete, a mélység, a telepek elhelyezkedése és műszaki - technológiai megfontolások alapján döntés született, hogy három függőleges akna és egy lejtősakna mélyítendő a Márkushegy szénvagyonának kitermelésére.

Lejtős- és függőleges aknák építése

A függőleges akna tervezése - mélyítése kivételes igényű. Kezdődik a helykiválasztás analitikájával. A korszerű számításokhoz szükséges: a nyersanyag területi kiterjedésének, területegységek tektonikai viszonyainak, telepek térbeli dimenzióinak ismerete, hasznosítható anyag tektonikai egységenkénti mennyisége, vízföldtani paraméterek. Ez az anyagmennyiség több kötetben rögzítve van a zárójelentésekben.

Ritka tervező, aki a zárójelentéseket el tudja olvasni és abból "feltárni" a speciális területére értendő anyag leírását, annak összefüggéseit. Szükséges volt tehát a kutatási zárójelentésekből egy komplex rendszerben foglalt összefoglalást adni: amely összefüggésében adja a földtan - kőzettan - nyersanyag - hidrológia - geofizika - kőzetmechanika megállapításait. Ezt az összefoglalót, az érintett szakemberekkel egyértelműsített anyagot rossz, de a lényegét tükröző elnevezéssel: geoműszak dokumentációnak hívjuk.

- Előrejelzések

A lejtősakna helyének kiválasztása után, ugynevezett tengely vonalban, komplex természeti paraméterek meghatározása céljából kutató furásokat telepítettünk. A telepítés helyének, furás technikai kivitelezésének, mintanyag kezelésének, feldolgozásának, geofizikai szelvényezésnek, vízföldtani méréseknek módozatait a tervezővel - a kivitelezővel - a kutatóval egyeztetve szerveztük meg. A környező szénkutató és a komplex célú furási vizsgálati anyagokból minden szakterület egyedi dokumentációinak felhasználásával készítettük el az előrejelzésünket, a Részletes műszaki - földtani szelvénylapok a Márkushegyi lejtősakna nyomvonalában címmel. Ez a dokumentáció a tervezői alternatívákat egyértelműsítette, és 1650 fm hosszban a lejtősakna építőinek alap geoinformációja lett 97 - 98 %-os megbízhatósággal.

A függőleges aknák tervezéséhez és kivitelezéséhez hasonló geoműszaki dokumentációt készítettünk. Az előrejelzést itt az aknatengely furásra, valamint az abból nyert komplex geoműszaki paraméterekre építettük. Az előrejelzés itt a technológiai sorban csak elemi veszélyekre vonatkozott elsősorban.

Konkrétan: rétegvízveszély - kőzetduzzadás.

A bányaföldtani munka tervezési időszaka az építés előkészítési fázisa a fentiekkel lezárult. Az építés megindulásának kezdetével a napi helyszíni felvételezések, konkrét adatgyűjtések is megindultak. Itt már szükség volt a bányaeépítők és a bányageológus szoros, napi együttműködésére. A lejtős-aknában a homlokszelvényezés, a függőleges aknában a talp, illetve az oldalfal szelvényezés és azok grafikus ábrázolása, a kőzetanyag, a kísérő tényezők leírása, mérése egy jól gépesített, 15-20 m² nyitott bányatér - ségben nem egyszerű bányaföldtani feladat. A gyors mintavételezést, annak express kőzetfizikai vizsgálatainak elvégzését Dr. Bodonyi József messze- menő segítségével, Csánk Ferenc gépésztechnikus gyors kőzetmintavevő ké- szülék kialakítójával és az építési üzem bányaföldtani szakszolgálatával meg tudjuk oldani úgy, hogy 2-3 napon belül döntéshozó felelős-műszaki vezető kezében volt az igényelt kőzetparaméterek távirati közlése.

A függőleges aknák és a lejtősakna is monolit beton biztosítással mélyültek. Ez a korszerű technológia nem teszi lehetővé a kőzetek ismételt vizsgálatait. Minden kőzettípusból több etalon mintát vettünk és őrzünk a Márkushegyi kőzettárolóban.

Az épülő Márkushegyi eocén szénbánya bányaföldtani munkái összefonódott része az ott folyó bányaeépítésnek. A sokszor megoldatlannak látszó nehézségek közepette is érezhetik a bányageológusok, hogy minden konkrét közlésért, adatért, információért nagyon hálásak a bánya építői. A bányageológus korszerű bánya építésénél nélkülözhetetlen.

A napi feladatok már a bányáépítés során is több rétűek:

- mindent úgy kell dokumentálni, hogy az nyelvezet és értelmezés szempontjából egyértelmű legyen. Ez nagyon fontos!
- az ismeretlen, bizonytalan természeti paraméterek feltáráshoz eszközök, gépek, műszerek kellenek, amelyek a bányászati munkákat nem zavarják, azok részei ;
- a bányaföldtani szakembereket erkölcsi-anyagi vonatkozásban érdekeltté kell tenni a termelés megbízható tervezése -vezetése területein ;
- fokozni kell a továbbképzés, tapasztalatcserek, jó módszerek információjának terjesztését.

PUTNOK - MOCSOLYÁS FÜGGŐAKNA TENGELYFURÁSÁBAN
ÉS A FURÁSBÓL SZÁRMAZÓ MINTAANYAGOKON VÉGZETT
KŐZETMECHANIKAI VIZSGÁLATOK FOLYAMÁN FELMERÜLT
GYAKORLATI KÉRDÉSEK

Sinyei István

Borsodi Szénbányák

A bányászat fokozatosan, egyre nagyobb mélység felé tolódik el, mert csak így biztosítható a megfelelő minőségű hasznos ásványvagyon. Ez azt eredményezi, hogy az eredeti primér feszültségi állapottól egyre jobban eltérő szekundér, illetve terciér feszültségi állapotot, deformációs mezőket hoznak létre.

Ezek a tények egyre pontosabb elméleti megközelítéseket tesznek szükségessé és ezen a téren igen jelentős a fejlődés magyarországi viszonylatban is. Az elméleti megfontolások természetesen csak akkor adnak megbízható eredményeket, ha biztosított a kőzetkörnyezet fizikai-mechanikai tulajdonságainak pontos megismerése. A pontos megismerésen nemcsak azt értjük, hogy nagy érzékenységi műszerekkel, gondos munkával végzett vizsgálatok eredményét kell és szabad felhasználni, hanem - és azt szeretnénk aláhuzni - a vizsgálatok megfelelő mennyiségét is.

Ezt megkívánja a kőzetek inhomogenitása. Egy-egy eredmény nyilvánvalóan nem vonatkoztatható egy medencére, vagy egy bányüzemre, de még egy telepre sem. Szükséges a bányászat következtében létrehozott üregek környezetének helyi, részletes megismerése. Az ismeretanyagot nagyrészt laboratóriumokban elvégzett vizsgálati eredmények szolgáltatják. E laboratóriumi vizsgálatok közül kívánunk néhányat röviden ismertetni, melyeket a Borsodi Szénbányák területén végzünk és a Putnok-Mocsolyási függőakna tengelyfurásának vizsgálatánál is felmerültek.

Már említettük, hogy a legjobb és nagy körültekintésről tanuskodó elméleti számítások csak akkor adhatnak megbízható eredményeket, ha a kiindulási adatok jók. Ide kell számítanunk már a mintaanyagvétel helyének kijelölését, a mintavételt, a csomagolást, a szállítás-tárolás módját és idejét - az utóbbit erőteljesen aláhuzva, mert a nedvességtartalom-veszteség igen nagy mértékben befolyásolja a vizsgálat eredményét, - továbbá a vizsgálati mód megválasztását és a vizsgálat végrehajtásának körülményeit.

A fent felsorolt befolyásoló tényezők közül - a felsorolás nem tekinthető teljesnek - kiválasztottuk a vizsgálatokat, melyekből ismertetünk néhányat. Hangsúlyozni kívánjuk azt, hogy nem tudunk a kutatóintézetekkel azonos minőségű vizsgálatot elvégezni, de a vizsgálatok nagyobb száma, a vizsgálatok mintavétel után azonnali elvégzése - úgy érezzük - bizonyos mértékig ellensúlyozza a kisebb felkészültséget.

1. A törési határgörbe meghatározása egyszerűsített rutinszerű vizsgálatokkal

1.1 Egyirányu nyomószilárdság meghatározás $\left[\sigma_{ny} \right]$ alakváltozási görbe felvételével.

A vizsgálatához szükséges próbatestek kialakítása laborban történik furógéppel (1. ábra).

A vizsgálat folyamán betartandó követelmények:

- Ere deti nedvességtartalom megőrzése
- Próbatestek alakja henger, átmérő 40 vagy 50 mm (2. ábra)
- Próbatestek magassága az átmérő kétszerese
- Terhelés növekedés folyamatos: 2 kp/cm²/sec (3. ábra)

A fentiek betartása elkerülhetetlen, mert a próbatest vizsgálatánál a közet inhomogenitásából fakadóan a szóródás jelentős lehet, nem célszerű ezt még növelni az eltérő vizsgálati móddal.

A leirt módszerrel a próbatest terhelését a törésig folytatva, az eredményeket rögzítve az egyirányú törési szilárdságon és összenyomódó moduluson túlmenően, további közelejtjellemzőket is meghatározhatunk:

Elfogadva a Coulomb feltevését, hogy a törés nyírás következtében áll elő, akkor megmérhetjük a törés során létrejött csuszólap és a homloklap által bezárt $[\alpha]$ szöget.

Ezen adatok birtokában számítással vagy szerkesztéssel meghatározzuk a surlódási szög (Φ) , a kohézió (c) , a nyírószilárdság $[\tau]$ értékeit (4. ábra):

$$[\Phi] = 2 \left([\alpha] - 45^\circ \right)$$

$$c = \frac{[\sigma]_{ny}}{2} \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{[\Phi]}{2} \right)$$

$$[\tau] = \frac{[\sigma]_{ny}}{2} \cos [\Phi]$$

Amint ismeretes, a törés állapotában uralkodó $[\sigma]$, c és $[\tau]$ feszültségek összefüggése általában görbe vonallal ábrázolható. E görbe vonal a töréshez tartozó feszültségállapotot jellemző Mohr-féle főfeszültségi körök burkolója. A görbe által a $[\tau]$ tengelyből lemetszett darabot a kohézióknak, a görbének egy adott ponthoz tartozó érintőjének a vízszintessel bezárt szögét a surlódási szögnek nevezzük. A görbe helyett a legtöbb esetben megfelel a Mohr-Coulomb féle törési feltevés, mely a görbét egy egyenessel helyettesíti és adott viszonyok között állandó surlódási szöggel dolgozik. Ezt az egyenest és vele a többi adatot már az egyirányú nyomószilárdsági vizsgálatból is meghatározhatjuk, de ennek a módszernek van egy gyenge pontja, és pedig az, hogy a töréskor létrejött csuszási lapok kialakulása nem mindig szabályszerű és az $[\alpha]$ hajlásszög meghatározása bizonytalanságot rejt magában.

A bizonytalanság csökkentését elősegítheti több próbatesten végrehajtott vizsgálat, és ellenőrzési lehetőséget ad az egyirányu húzószilárdsági vizsgálat elvégzése.

1.2 Egyirányu húzószilárdság meghatározása

1.21 Tiszta húzószilárdsági vizsgálat

A vizsgálat végrehajtása technológiailag egyszerűen megoldható, a korábban leírt követelmények betartásával (5-6. ábra). Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni - üledékes kőzetekről van szó - a gyengített zónákat. A gyengített zóna az eltérő üledékképződésből adódik: pl. növénymaradvány, kőülethéj-feldusulás, homokos réteg betelepülés, stb. A gyengített zónák jelenléte az adott kőzet viselkedésére természetesen nagy hatással van, de a próbatestek méreténél ez a hatás még fokozódik, a kis méret miatt jelentőségénél jobban kihangsúlyozódik. Ennek eredménye az, hogy ilyen vizsgálatoknál igen nagy a szórás.

1.22 Húzószilárdság meghatározása összetett feszültségi állapot előidézésével, számítással

Véleményünk szerint megbízhatóbb eredményt kapunk a húzószilárdságra az u.n. Brazil módszerrel, mert ennél a gyengített zónák nincsenek oly mértékben kihangsúlyozódva. Hengeres próbatestet alkotó mentén terhelve (7. ábra) egyirányu nyomás segítségével egy összetett feszültségi állapotot hozunk létre, melyből azután számítással meghatározható a húzószilárdság értéke. Ezzel a módszerrel már nem mutat olyan szórást az egyirányu húzószilárdság értéke. További számításoknál ezt az értéket használjuk.

A fent leírt módon elvégzett vizsgálatok eredményét foglalja össze a 8. ábra, mely a Királd 31. számú furás (Putnok-Mocsolyás függőakna tengely-

furása) 271,9–272,5 m mélységből vett mintaanyagát reprezentálja. A kőzetnek az alábbi jellemzőit ismerjük meg:

Egyirányú nyomószilárdság:	$[\sigma]_{ny}$
Egyirányú húzószilárdság:	$[\sigma]_h$
Rugalmassági modulus:	E
Brinke hányados:	B
Nyirószilárdság:	$[\tau]$
Kohézió:	c
Surlódási szög:	$[\phi]$

2. Poisson szám meghatározása

A Poisson szám a kőzet fontos tulajdonságáról ad felvilágosítást, annak ellenére, hogy nem tekinthető kőzetállandónak, hiszen a kőzet fizikai tulajdonságain kívül a terhelés függvényében változik az értéke. A Poisson szám meghatározásánál a hosszirányú alakváltozás meghatározása általában nem jelent problémát, hiszen a terhelés és az összenyomódást regisztráló görbe erre egyértelmű felvilágosítást ad. A keresztirányú alakváltozás mérése már nem ilyen egyértelmű. Az aknatengely furásból vett minták vizsgálati eredményeinek ellenőrzésére az aknamélyítés folyamán újra végeztünk vizsgálatokat. Tekintve, hogy ez esetben bőven állt rendelkezésünkre mintaanyag, négy féle módszert hasonlítottunk össze a keresztirányú alakváltozás mérésénél:

- 2.1 Fényképezés
- 2.2 Mikrométeres mérés
- 2.3 Szögmérés teodolittal
- 2.4 Kerületmérés csuszógyűrűvel

A 2.1 és 2.2 pontok alatt felsorolt módszereket nem kívánjuk részletesen ismertetni, mert itt csak összehasonlítási alapnak használtuk fel.

2.3 Teodolittal történő szögmérésből számítva az átmérőváltozást (9. ábra)

A méréshez Wild T_2 teodolitot használtunk 40-szeres nagyítással.

A próbatest és a teodolit távolsága a mérés folyamán 1300 mm. Ezt a távolságot a teodolit élesre állíthatósága határozza meg.

A mérés kezdetén szálkeresztjének függőleges vonala a henger alakú próbatest alkotójával párhuzamos, majd a terhelés hatására létrejövő deformáció folyamán az alkotó dongásodik, ezért csak kijelölt vonalak mentén lehet a mérést végezni. A két szélső alkotó megfelelő pontjai a terhelés függvényében távolodik egymástól, ezt a távolodást a távolság (teodolit - próbatest) és a mért szög segítségével számíthatjuk (10. ábra). Az átmérőnek 0,1 mm-rel történő növekedése 15" szögeltérést jelent. A teodolit egyszeri szögmérési hibája 2", melyet a mérés többszöri megismétlésével 1" alá lehet csökkenteni. A "Run" hiba, mely a mikrométer nem tökéletes illeszkedéséből adódik a koincidencia két irányból történő elvégzése esetén kiküszöbölhető. További tényező, amit figyelembe kell venni, hogy a szélső alkotó, melyet a műszeren keresztül látunk, nem egyenes, a kőzet és a megmunkálás jellegeből adódóan 40-szeres nagyításban igen durva vonalat ad, és e miatt feltétlenül kell számolni irányzási hibával. Meg kell még említeni, bár ez - véleményünk szerint - a mérést nem befolyásolja, hogy a teodolitban látható két szélső alkotó nem pontosan 180° -ra van egymástól, ez azonban az adott méretek (1300 mm távolság és 40 mm átmérő) mellett elhanyagolható. A 10. ábrából fakadóan, ahol:

$$\begin{aligned}
 L &= 1300 \text{ mm} \\
 r &= 20 \text{ mm} \\
 A &= \left[\sqrt{L^2 - r^2} \right] \\
 c &= L \operatorname{tg} \left[\frac{\alpha}{2} \right] - r \left[\approx \right] 0,002 \text{ mm} \\
 a &= \frac{L}{\cos \left[\frac{\alpha}{2} \right]} - A \left[\approx \right] 0,3 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tehetjük ezt azért is, mert a mérés feladata elsősorban nem a pontos átmérő számítása, hanem az átmérőben bekövetkezett változás meghatározása; másrészt az ebből adódó hiba jóval alatta marad az irányzási hibának. Összefoglalva a fenti tényezőket, az irányzási pontosság $\pm 3''$, ami az átmérő 0,02 mm változásának felel meg.

2.4 A csuszógyűrűvel történő mérésnél 5 mm széles acélszalag öleli körül a próbatestet - szükség esetén több helyen is - mely a próbatest alakváltozásának függvényében elcsuszik egymáson, mutatva a kerületváltozást. Az elmozdulást mikroszkóp segítségével 0,01 mm pontossággal lehet leolvasni (11. és 12. ábra). Ez az érték a próbatest átmérőjére vonatkoztatva: $0,01/3,14 = 0,0032$ mm. Kérdéses e módszernél a csuszási ellenállás mértéke, és ennek az ellenállásnak a befolyása az elmozdulásra. Ezt úgy igyekezünk csökkenteni, hogy a csuszógyűrű terheletlen állapotban nagyjából felveszi a próbatest kerületének nagyságát.

A fenti módszerekkel végeztünk vizsgálatot, és meghatároztuk a Poisson számot ugyanazon kőzetanyagból, melynek eredményét - az áttekinthetőség érdekében - az alábbi táblázatban foglaljuk össze:

A vizsgálati körülményeket és a terhelő feszültséget azonosnak vettük minden esetben (45 kp/cm^2).

A kőzet anyaga: szürke, finomszemű homokkő.

Vizsgálati módszer	Poisson szám (m)				Átlag érték
	1. vizsg.	2. vizsg.	3. vizsg.	4. vizsg.	
Fényképezés	3,51	3,92	2,89	2,48	3,20
Mikrométeres mérés	3,81	2,11	2,68	3,08	2,92
Teodolittal szögmérés	2,22	4,57	3,50	4,21	3,62
Csuszógyűrűvel kerületmérés	3,20	2,92	3,40	3,52	3,26

3. Összefüggés a kőzetek szilárdsági értékei és a geofizikai mérések eredményei között

A Putnok-Mocsolyás függőakna tengelyfurásában, mint általában minden furásban, geofizikai méréseket végeztetünk. Felmerült a kérdés, hogy megfelelő geofizikai vizsgálatok és a kőzet szilárdsági értékei között milyen összefüggés található. A furás lehetőséget adott, hogy egy lépést tegyünk ebben az irányba. A kérdés tisztázása, amennyiben pozitív eredményt hoz, nagy jelentőségű volna, hiszen ez esetben a szilárdsági értékek változása folyamatosan követhető lenne, illetve maghiány esetén is legalább közelítő értékkel rendelkezniénk. A geofizikai méréseket az OFK FV. Északmagyarországi Üzemvezetőségétől B. Szabó László geofizikusmérnök végezte. Előljáróban megjegyezzük azt, hogy bár szoros összefüggést esetünkben nem sikerült megállapítani az elvégzett geofizikai vizsgálatok és a szilárdsági értékek között, mégis - illetve éppen ezért - szükséges az ilyen értelmű módszereket kiszélesíteni, mert a módszerek változtatásával az összefüggés egyre szorosabbá válik. Ugy gondoljuk, hogy egyenlőre a mélyfurási

geofizikával nem általános érvényű, hanem inkább területi jellegű korrelációs függvények, kapcsolatok megteremtésére kell törekedni.

A vizsgálatok folytatását a fent felsoroltakon kívül indokolják az alábbi megfontolások is:

- Az eredeti feszültségi és alakváltozási állapot megváltozik, amint a mintaanyagot az eredeti környezetéből kivettük, ezért a laboratóriumi mérések csak a primér állapothoz tartozó secunder állapotot rögzítik.
- Ezen túlmenően a minták - a leg gondosabb kezelés mellett is - még további elváltozáson mennek keresztül (kiszáradás, stb.),
- A vizsgált minták a statikus és egyszeri értékei miatt bizonytalanságot hordoznak.

A Királd 31. számú furásban 12 féle geofizikai vizsgálatot végeztek, melyből a makro- és mikroellenállás mérések bizonyultak legalkalmasabbnak összefüggés keresésére az egyirányú nyomószilárdsággal. Célszerű volt továbbá figyelembe venni a lyukbőséget és a természetes gamma értéket regisztráló szelvényeket is, nem hagyva figyelmen kívül a többi eredményt sem.

Lényegét tekintve a vizsgálat feladata az alábbiakban foglalható össze:

- Létezik-e valamilyen kapcsolat a szilárdsági értékek és a geofizikai mérések között ?
- Maghiány vagy egyéb más okból szilárdsági vizsgálattal nem rendelkező részek állékonyságának megbecslése még laza kapcsolat esetén is.
- Utkeresés a kapcsolat erősítése irányában.

Egészen röviden értékelve a vizsgálatok eredményét, a következőket rögzíthetjük:

- A 40 cm-es potenciálszonda indikációját összevetve az egyirányú nyomószilárdsággal, megállapítható, hogy az összefüggés nem lineáris, és a nyomószilárdság értéke 25 ohmm fölött egyre kevésbé függ az elektromos ellenállástól. A kevésbé porózus kőzeteket jellemző 5-20 ohmm-es intervallumban a szórás kicsi és 10 ohmm alatt a $[\sigma]_{ny}$ erősen függ a $[\sigma]_1$ -től, azaz jól kötött aleuritokban az összefüggés határozott.
- A furás azon szakaszának értékeit összehasonlítva, melyek nem változékonyak, összefüggés fedezhető fel a szilárdság és a normál ellenállásszelvény között. A pontokat lin-lin koordináta rendszerben ábrázolva, 5-35 ohmm-es tartományban egyenessel közelíthető meg

$$[\sigma]_{ny} = -5[\sigma]_1 + 190 \text{ (kp/cm}^2\text{)} \pm 30 \text{ (kp/cm}^2\text{)}$$

Ez az egyenes felhasználható arra, hogy az adott esetben ± 30 kp/cm² pontossággal a meg nem mintázott helyeken a szilárdság értékeit becsülni lehessen.

- Mikrolog görbék adatait is felhasználták az összefüggés keresésére, tekintve, hogy porózus iszaplepleny képződésre alkalmas kőzetekről van szó. Tekintve, hogy a porozitás növekedése irányában a szilárdság csökken.

Ebből kiindulva

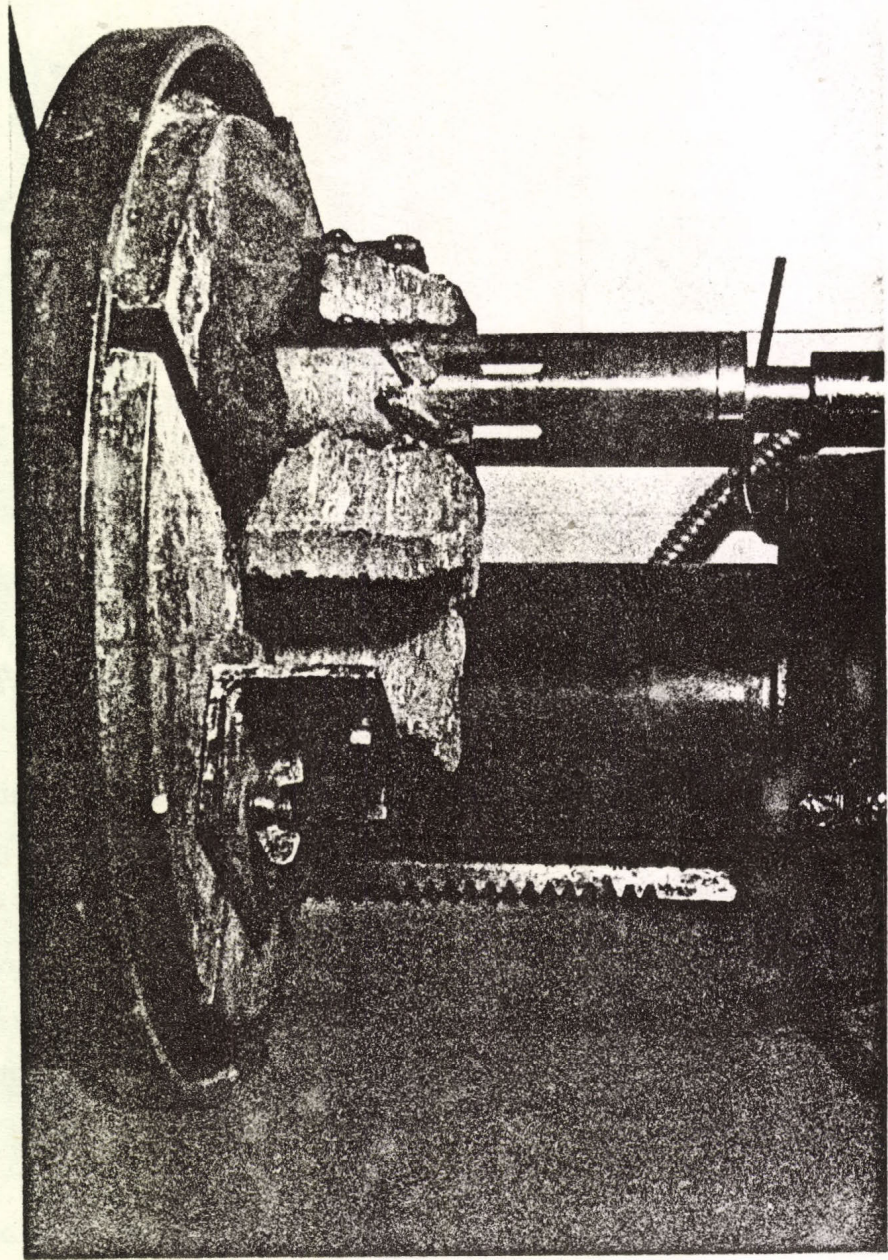
$$A = \frac{[\sigma]_1 \times 1}{[\Delta \sigma]_M}$$

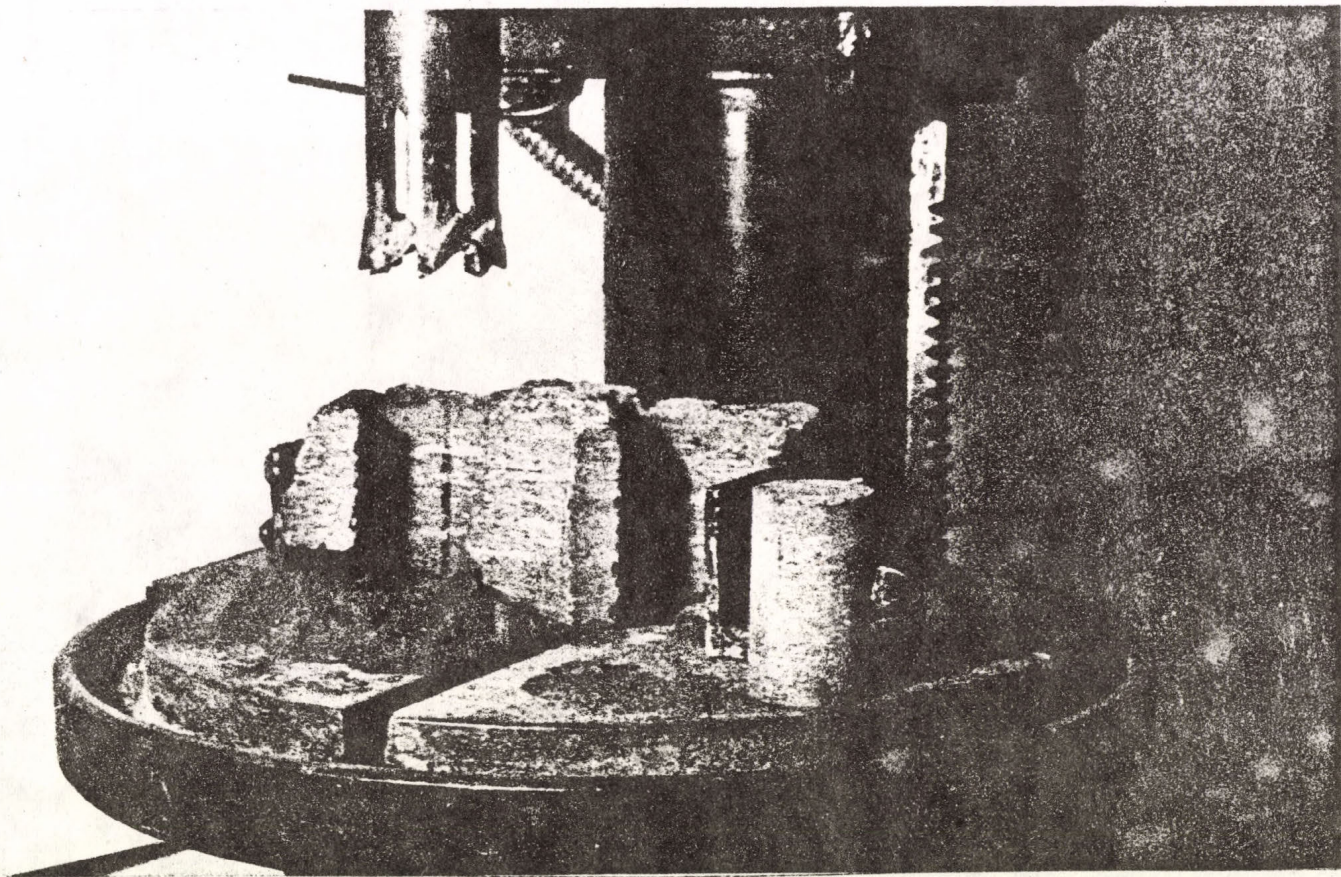
ahol: $[g]_{1 \times 1}$ = a mikroszonda indikációja
 $[\Delta g]_M$ = a normál és a gradiens értékek különbsége
a "pozitív elválás".

Az "A" és a " G'_{ny} " értékeit koordináta rendszerben ábrázolva az látszik, hogy a szemcseméret és az osztályozatlanság növekedésével a szórás növekszik. Kicsiny "A" értékekhez (laza kőzetben) elég jó összefüggést hozott ez a feldolgozás. Erősen cementált kőzetekben a szórás igen megnövekszik.

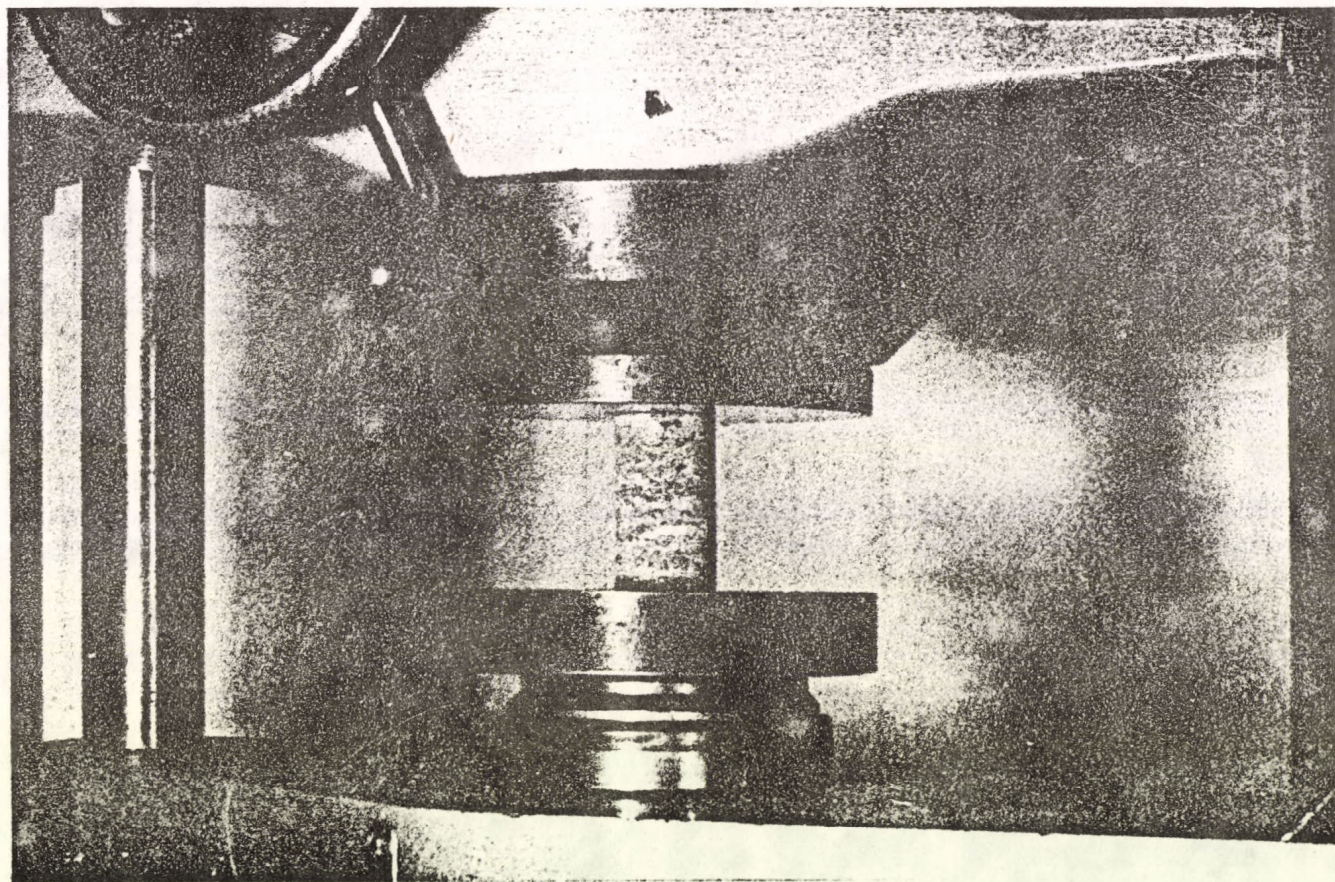
Befejezésképpen utalunk arra, amit már korábban is feladatul tüztünk ki, hogy e vizsgálat utkeresés a kapcsolat erősítésének irányában. Ez az irány pedig arra mutat, hogy a kőzetek dinamikus jellemzőinek és a geofizikai méréseknek összefüggését vizsgáljuk.

1. ábra

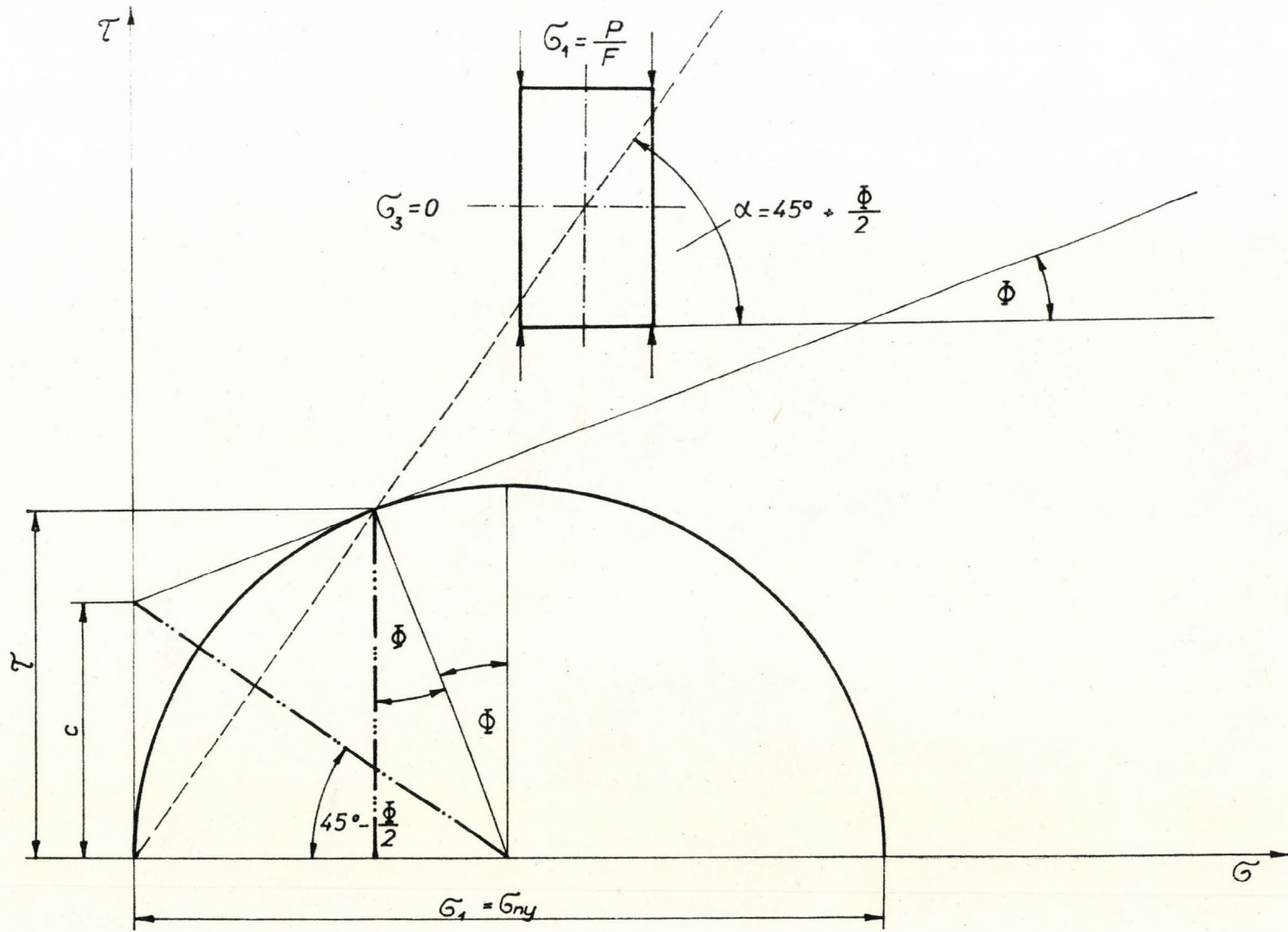




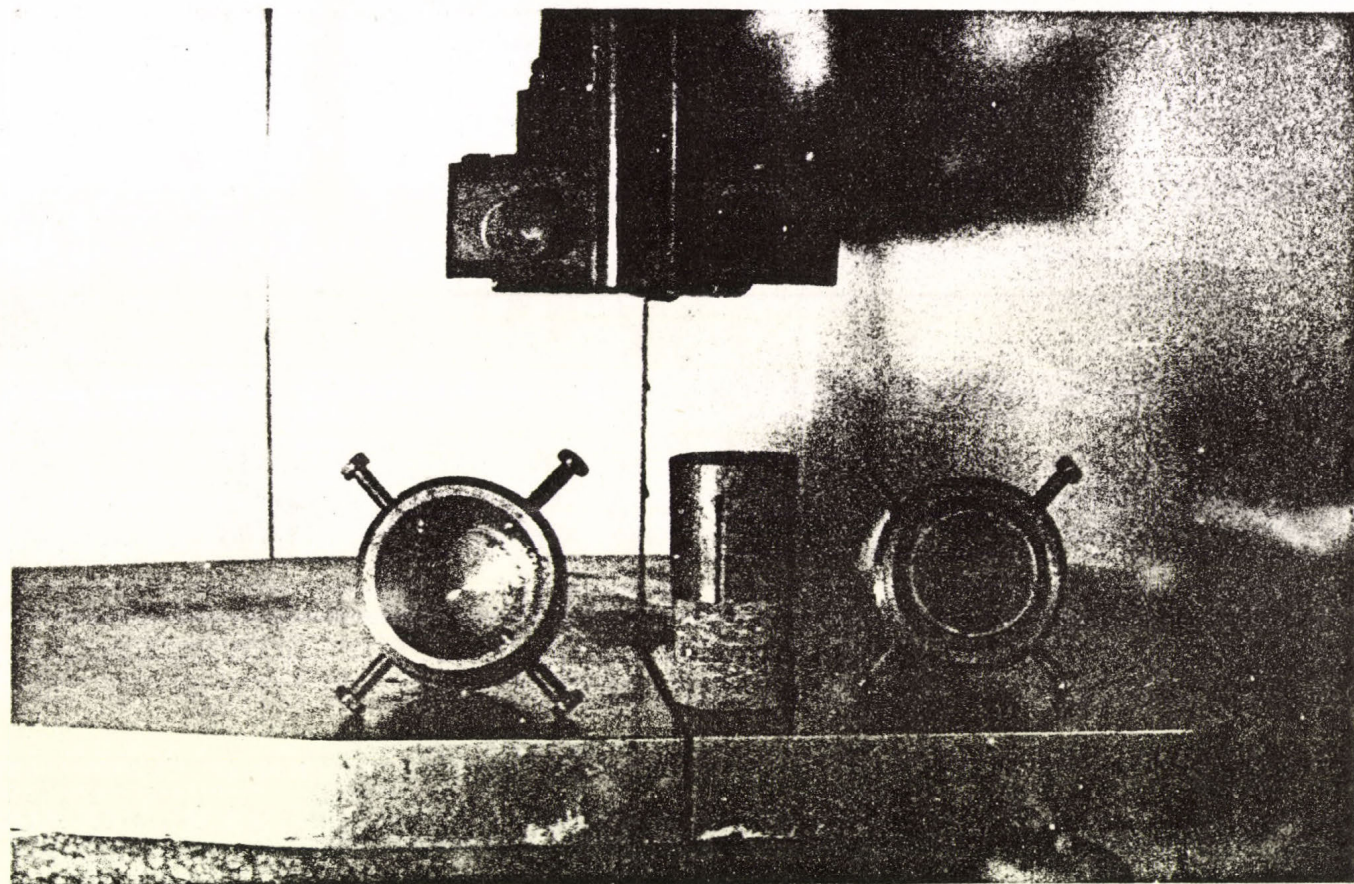
2. ábra



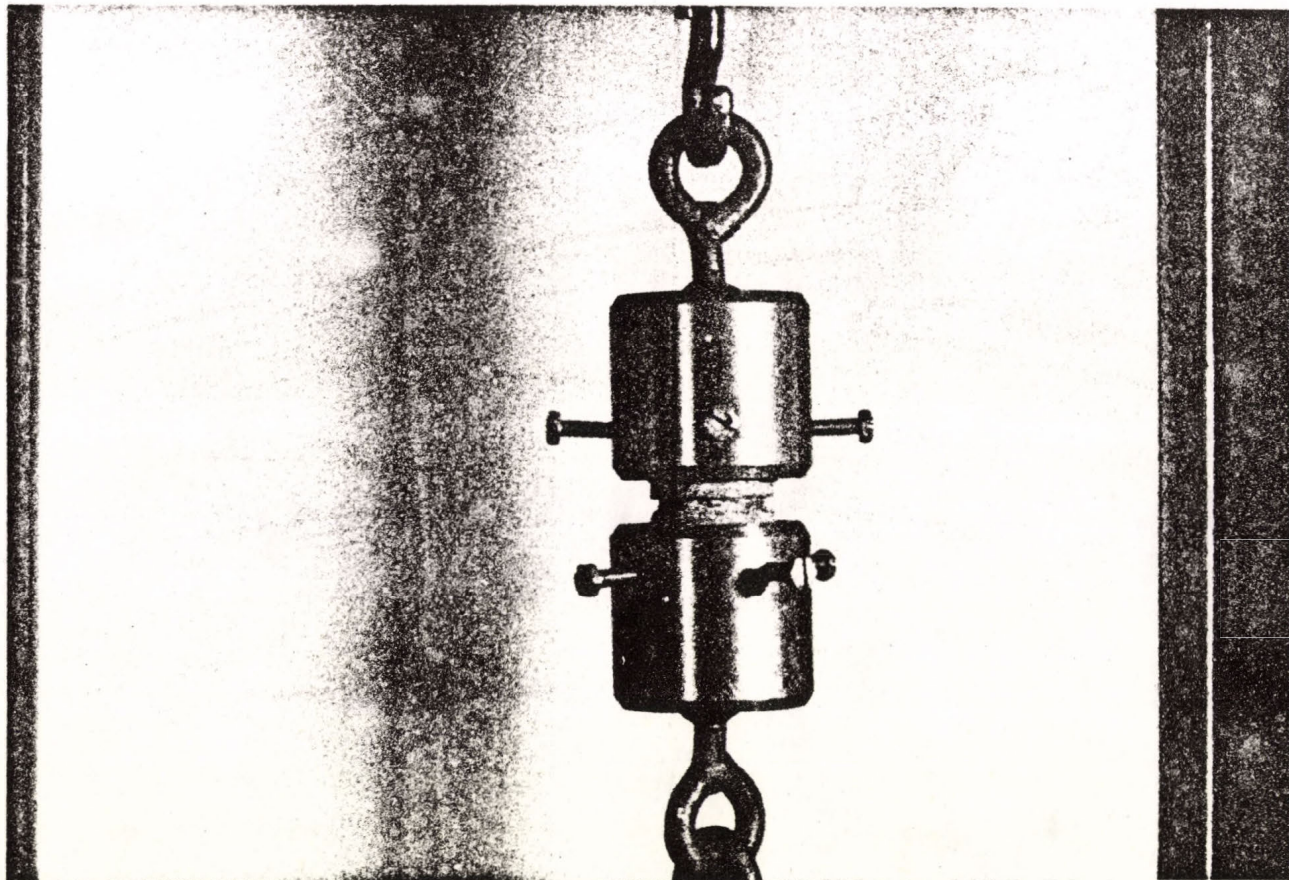
3. ábra



4. ábra

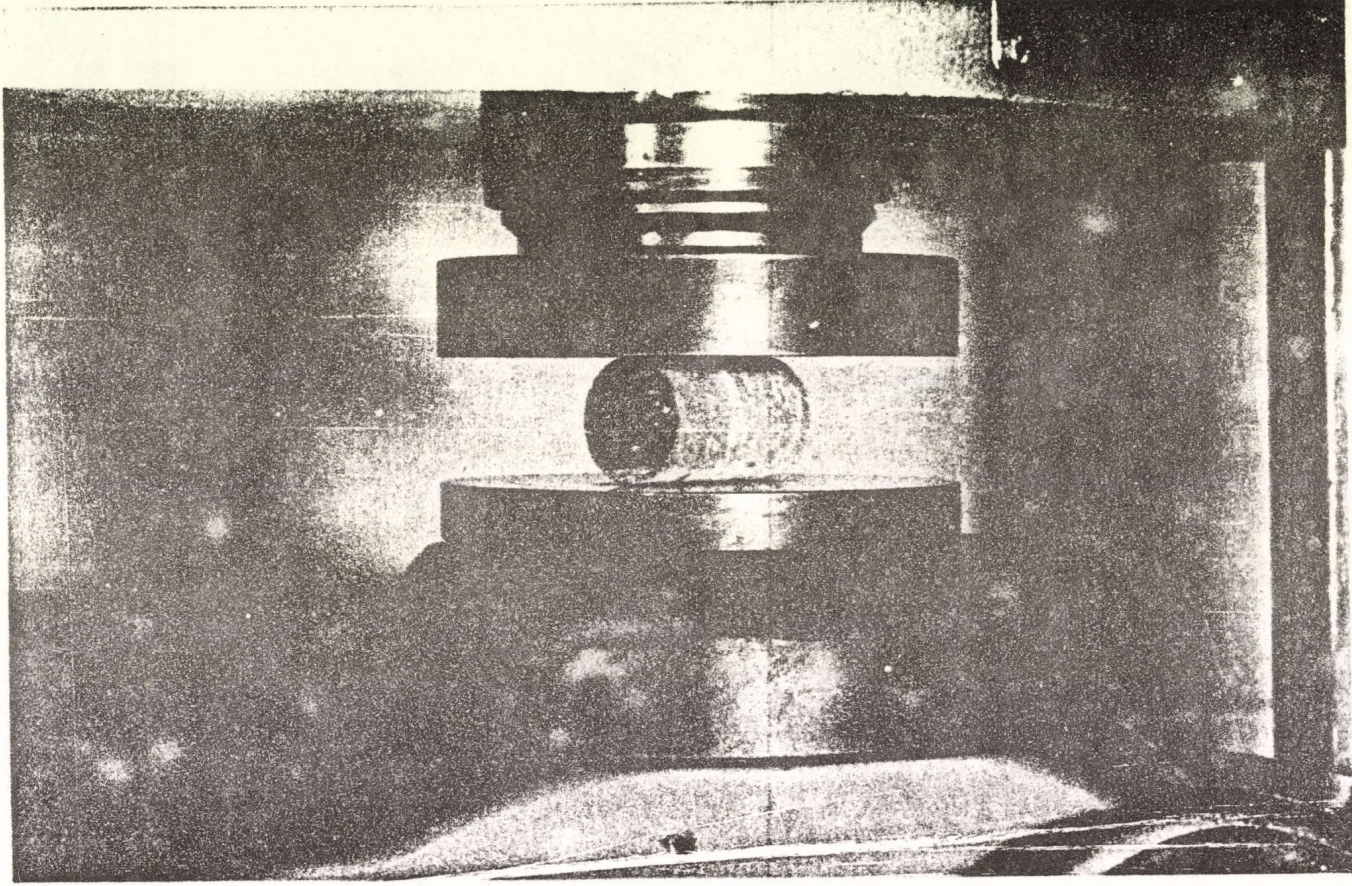


5. ábra



6. ábra

7. ábra

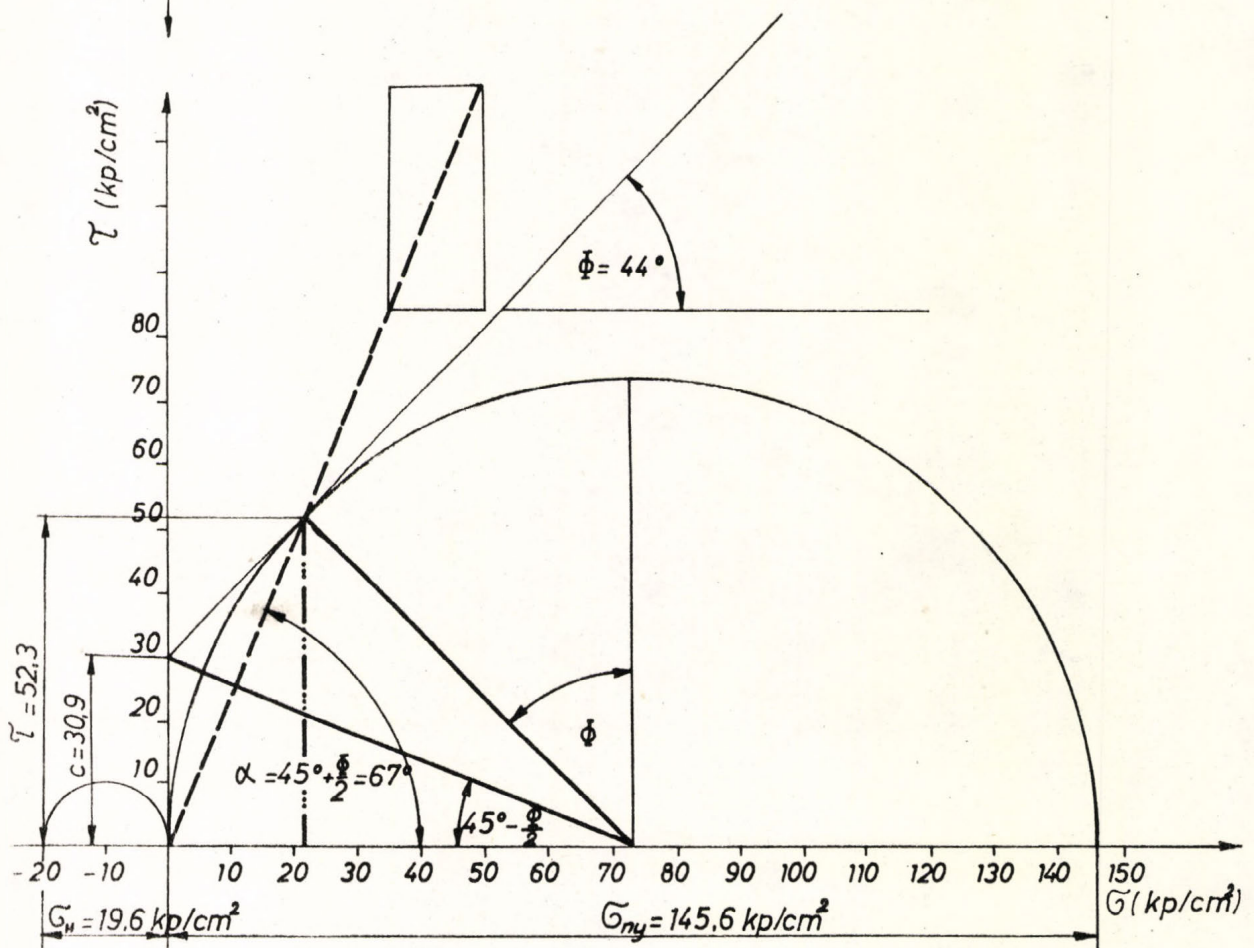
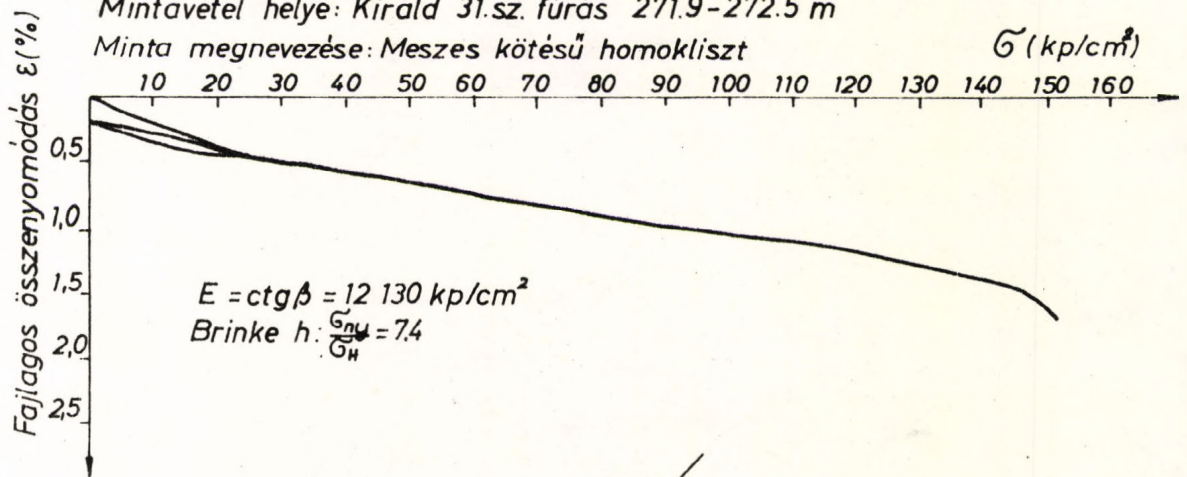


EGYIRÁNYÚ NYOMÓSZILÁRDSÁGI VIZSGÁLAT
ALAKVÁLTOZÁSI GÖRBÉJE ÉS MÓHR-FÉLE
FESZÜLTSEGI KÖRÖK

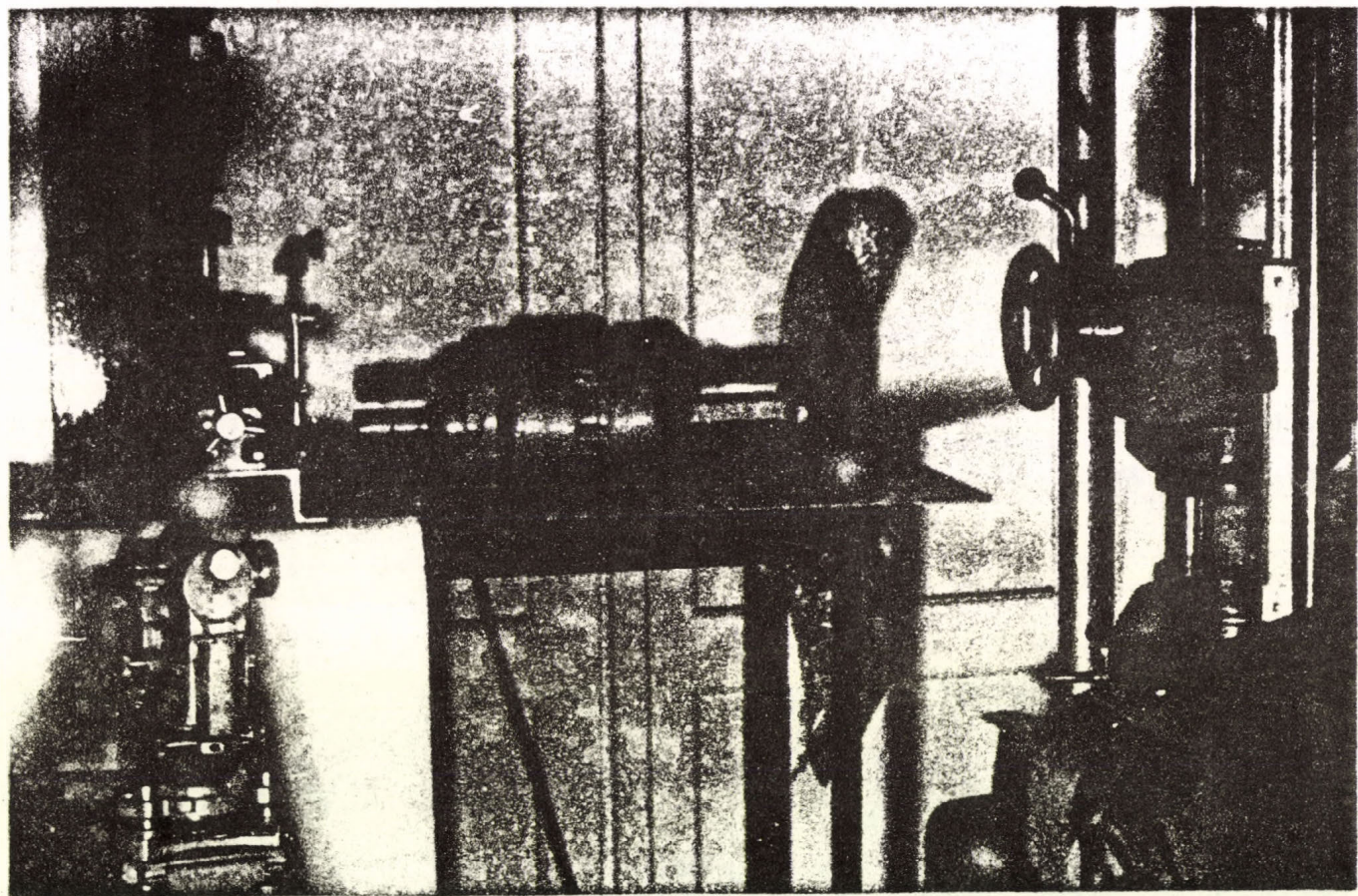
Mintavétel helye: Királd 31.sz. fúrás 271.9-272.5 m

Minta megnevezése: Meszes kötésű homokliszt

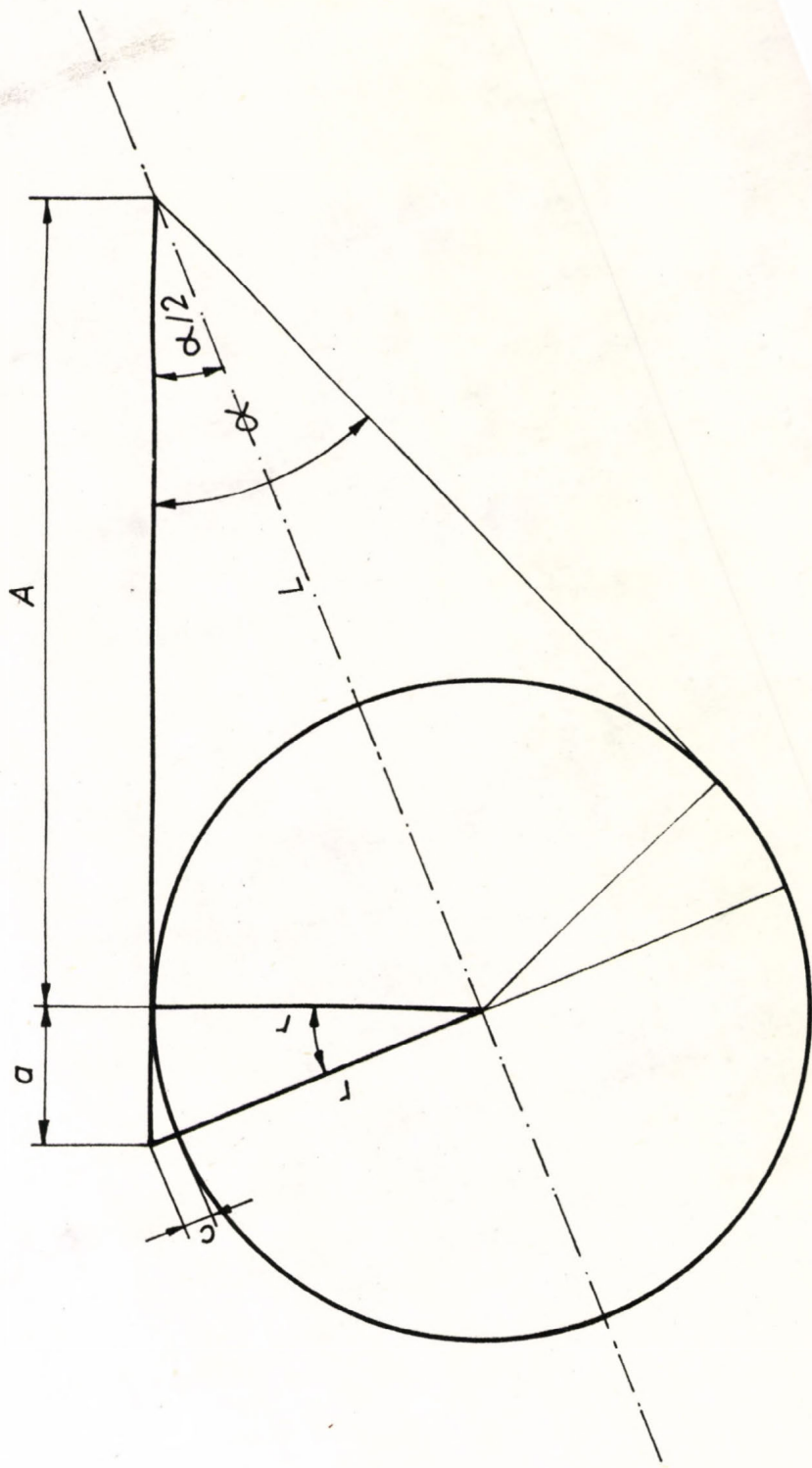
σ (kp/cm²)



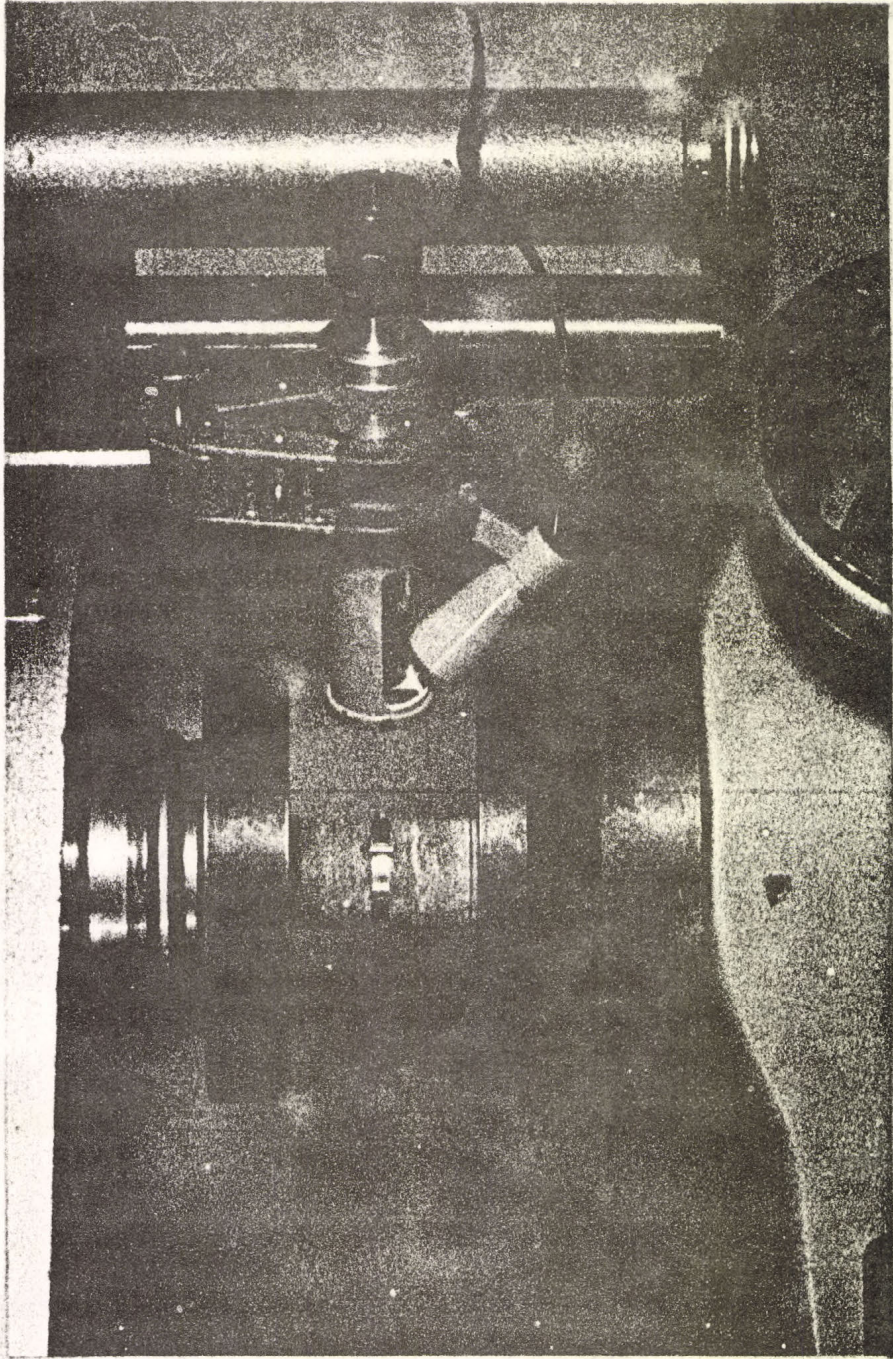
8. ábra



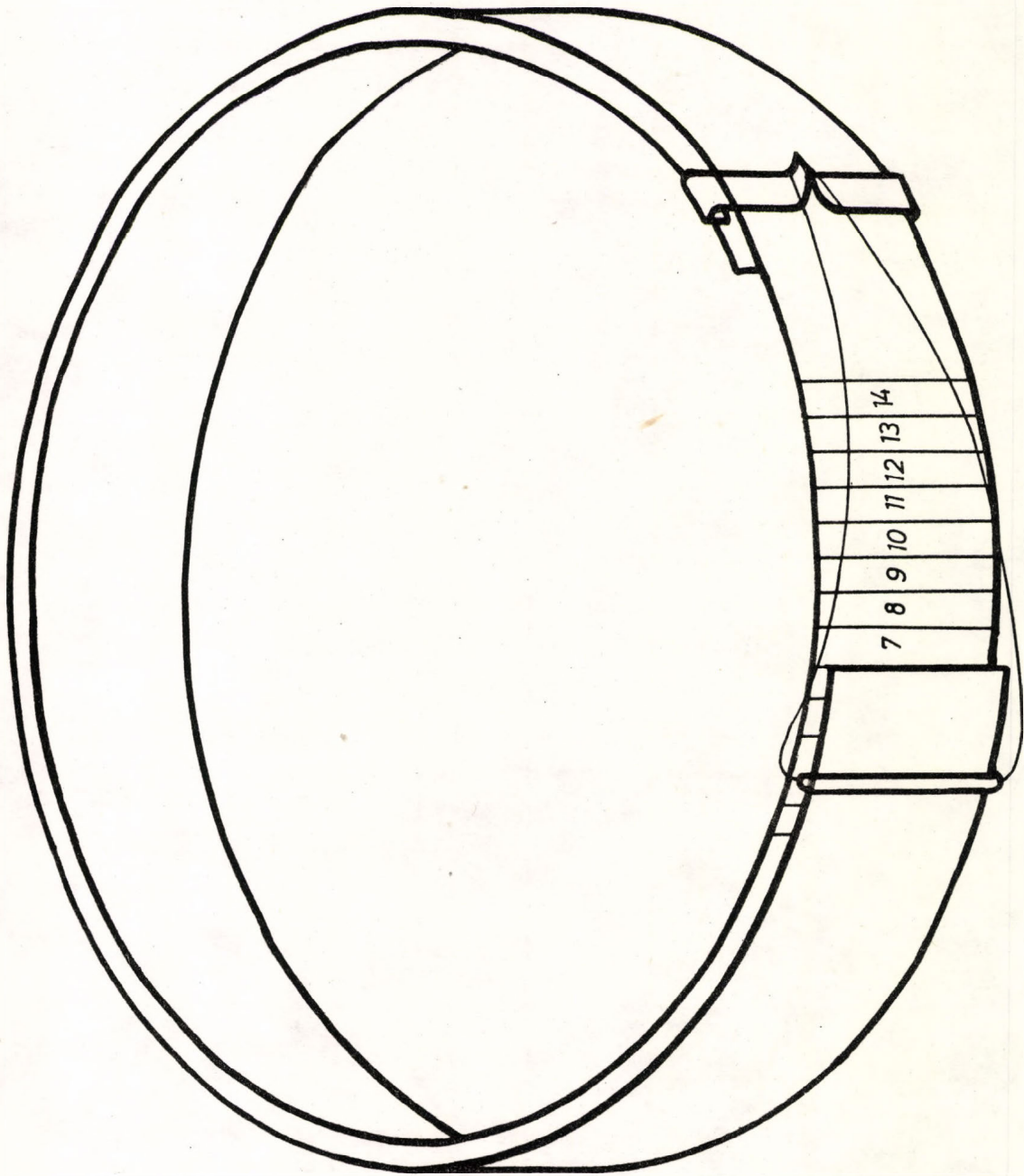
9. ábra



10. ábra



196



12. ábra

KÖTÖTT TALAJOK TÉRFOGATVÁLTOZÁSÁNAK ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI KÉRDÉSEIRŐL

Somosvári Zsolt

Nehézipari Műszaki Egyetem,
Bányaművelési Tanszék

Közismert jelenség, hogy egyes kötött talajok víztartalomváltozás hatására térfogatukat jelentősen változtatják, átázásra duzzadnak, kiszáradásra zsugorodnak. A térfogatváltozásból eredő talajmozgások létesítményeket veszélyeztetnek, sokszor károsítanak is.

1. A térfogatváltozás fizikai magyarázata

A térfogatváltozás jelenleg általánosan elfogadott egyszerű fizikai magyarázata az alábbiak szerint foglalható össze. A vizsgált talajrög rugalmas kapilláris csőrendszerek halmazaként fogható fel. Ha a talajrög vízzel telített, akkor a talajrög belsejében - mivel nincs jelen levegő fáziskapilláris erők nem alakulhatnak ki. A talajrög felületén viszont jelen van a szilárd-levegő-víz fázishármas, ezért a felületen kapilláris erők lépnek fel. Ezek mint külső erők hidrosztatikus nyomófeszültségnek teszik ki a talajrögöt. Felületi párolgás, vizeltávolítás hatására a rugalmas kapilláris csőrendszer összenyomódik, a talajrög térfogata csökken. Ha még több víz párolog el ez a folyamat előrehalad, a talajrög telített marad. Az összenyomódással azonban a talajrög belső ellenállása egyre növekszik, s egyszer csak egyensúlyi helyzet áll elő, a felületi kapilláris erők már nem képesek térfogatcsökkenést előidézni, a zsugorodás megszűnik. Ekkor van a talajrög a zsugorodási határon, a talajrög még éppen telített. További száradáskor a víz eltávolításával - mivel a hézagok tovább már nem kisebbednek - levegő jut a pórusokba, a talajrög telítetlenné válik. Telítetlen, de még nem száraz állapotban a talajrög belsejében és a felületén is mű -

ködnek kapilláris erők, amelyek mint belső erők kiegyenlítik egymást, térfogatváltozás ezért nem következik be.

Agyagok térfogatváltozásához hozzájárul az is, hogy egyes agyagásványok maguk is térfogatváltozóak. Montmorillonitot, illetve tartalmazó agyagok térfogatváltozása különösen nagy. Ezen ásványok lemezes szerkezetébe a vízmolekulák könnyen beépülnek, az ásvány ekkor duzzad, ill. ha a vízmolekulák eltávoznak az ásvány zsugorodik.

A fenti térfogatváltozási mechanizmusból következik, hogy a fajlagos térfogatváltozás

$$v = \frac{V}{V_0} = \frac{\gamma_0}{\gamma_v} (w - w_{zs}) \quad (1)$$

ahol:

- γ_v - a víz fajsúlya,
- γ_0 - a talaj száraz térfogatsúlya,
- w_{zs} - zsugorodási határ,
- w - víztartalom.

2. A térfogatváltozás hatása a talajfizikai jellemzőkre

A térfogatváltozás talajfizikai jellemzőkre gyakorolt hatásával a mai gyakorlat nem számol. Pedig ez a hatás sokszor tetemes, nem elhanyagolható.

A víztartalom hatására bekövetkező térfogatváltozás - egyes agyagásványok térfogatváltozásától eltekintve - a talaj hézagtérfogatának rovására megy végbe, a víztartalom változásával a hézagtérfogató változik. Mint ismeretes a hézagtérfogató:

$$e = \frac{V - \frac{G_0}{\gamma_s}}{\frac{G_0}{\gamma_s}} = V \frac{\gamma_s}{\gamma_0} - 1 \quad (2)$$

ahol : V - teljes térfogat,
 G_o - száraz súly,
 γ_s - fajsúly.

Az (1) összefüggésből

$$\frac{V}{V_o} = \frac{[x] - w_{zs}}{\gamma_v} \gamma_o + 1 \quad (3)$$

ahol: V_o - száraz térfogat

Ennek felhasználásával

$$e = (w - w_{zs}) \frac{\gamma_s}{\gamma_v} + V_o \frac{\gamma_s}{\gamma_o} - 1$$

Mivel

$$V_o \frac{\gamma_s}{\gamma_o} - 1 = e_o$$

ezért a hézagtenyező

$$e = e_o + (w - w_{zs}) \frac{\gamma_s}{\gamma_v}; \quad w \geq w_{zs} \quad (4)$$

ha $w \leq w_{zs}$, akkor $e = e_o$, ahol e_o - a száraz állapothoz ($w = 0$) tartozó hézagtenyező. Tekintettel arra, hogy a zsugorodási határ alatti víztartalomnál már térfogatváltozás nincs a száraz állapothoz tartozó hézagtenyező megegyezik a zsugorodási határhoz tartozó hézagtenyezővel, azaz $e_o = e_{zs}$.

Térfogatváltozó talajoknál tehát a hézagtenyező a víztartalommal lineárisan változik. Megfordítva ez viszont azt jelenti, hogy a zsugorodási határ függ a talaj elő-

életétől is, attól, hogy előbb milyen terhelések érték a talajt, s ezek a terhelések mennyire módosították a talaj hézagtenyezőjét. A hézagtenyező befolyása a zsugorodási határra az alábbiak szerint mutatható ki. Mint ismeretes a telítettség (relatív nedvesség):

$$S = \frac{w \gamma_s}{e \gamma_v} \quad (5)$$

Ez az összefüggés azonban térfogatváltozó talajnál csak akkor helyes, ha e a w víztartalomhoz tartozó hézagtenyező.

A (4) egyenlet felhasználásával a telítettség:

$$S = \frac{w \gamma_s}{e_o \gamma_v + (w - w_{zs}) \gamma_s} = 1; \quad w \geq w_{zs} \quad (6)$$

Ha $w < w_{zs}$, akkor

$$S = \frac{w \gamma_s}{e_o \gamma_v} \quad (7)$$

A zsugorodási határon $w = w_{zs}$, $S = 1$, ezért

$$w_{zs} = e_o \frac{\gamma_v}{\gamma_s} \quad (8)$$

A zsugorodási határ tehát a száraz állapothoz tartozó hézagtenyezővel lineárisan változik.

A (7) képlet még egy körülményre felhívja a figyelmet. Tekintettel arra, hogy a tipikusan térfogatváltozó talajok térfogatváltozó agyagásványokat tartalmaznak, ezért a fajsúly (γ_s) nem állandó érték, hanem az a víztartalommal változik.

Ezért a zsugorodási határ is függvénye kell legyen a térfogatváltozási egyenes meghatározása során alkalmazott kiinduló víztartalomnak.

Közismert, hogy talajok térfogatsulya:

$$\gamma = \gamma_s \frac{1 + w}{1 + e} \quad (9)$$

Ez az összefüggés azonban térfogatváltozó talajnál csak akkor helyes, ha e a w viztartalomhoz tartozó hézagtenyező.

A (4) egyenlet felhasználásával a térfogatsuly:

$$\gamma = \gamma_s \frac{1 + w}{1 + e_o + (w - w_{zs}) \frac{\gamma_s}{\gamma_v}} ; w \geq w_{zs} \quad (10)$$

Ha $w < w_{zs}$, akkor

$$\gamma = \gamma_s \frac{1 + w_{zs}}{1 + e_o} \quad (11)$$

A száraz térfogatsuly ($w = 0$):

$$\gamma_o = \frac{\gamma_e}{1 + e_o} \quad (12)$$

Tekintettel arra, hogy az (5) összefüggés szerint $S = 1$ esetén

$$e = w \frac{\gamma_e}{\gamma_v} \quad (13)$$

a telített állapothoz tartozó térfogatsuly:

$$\gamma_t = \frac{1 + w}{\frac{1}{\gamma_s} + \frac{w}{\gamma_v}} \quad (14)$$

Azaz tehát térfogatváltozó talaj esetén a telített állapothoz tartozó térfogatsúly függvénye a vız tartalomnak.

A hézagté nyező laboratóriumi meghatározása a mai gyakorlat szerint a természetes nedvességtartalomhoz tartozó térfogat mérésből (V) és száraz súly meghatározásából (G_0) áll. Térfogatváltozó talajnál az így meghatározott hézagté nyező a kiindulási vız tartalom függvénye. A (4) összefüggés szerint minél nagyobb a vız tartalom, annál nagyobb hézagté nyező értéket határozunk meg. Térfogatváltozó talajoknál minden igényt kielégítően úgy kellene a hézagté nyező meghatározni, hogy a fentiek mellett meghatározott hézagté nyező mellé azt a vız tartalmat is meg kellene adni, amelyhez tartozik, továbbá a száraz térfogat (V_0) mérésével a száraz állapothoz tartozó hézagté nyező (e_0) is szükséges megadni.

Tekintettel arra, hogy a térfogatváltozás befolyásolja a hézagté nyező - amely elsősorban a talaj előéletétől függ - befolyásolja a zsugorodási határ értékét, ezért a talaj maximális fajlagos térfogatváltozása (v_{\max}) és lineáris zsugorodása (Zs_1) is függvénye kell legyen a hézagté nyezőnek. Ezt a kapcsolatot kísérleti alapon a 2. tanulmány ki is mutatja.

A maximális fajlagos térfogatváltozás a térfogatváltozási egyenes alapján:

$$v_{\max} = R \left(w_T - w_{zs} \right) \quad (15)$$

ahol: w_T -telítési határ,
 R -zsugorodási viszonzyszám,

$$R \approx \frac{\sigma_0}{\gamma_v}$$

A talaj térfogatváltozása annyira az 1. pontban vázolt mechanizmus szerint megy végbe, amennyire a térfogatváltozási egyenes iránytangenseként kapott R érték megközelíti σ_0 / γ_v értékét.

A (4) összefüggés felhasználásával a maximális fajlagos térfogatváltozás:

$$v_{\max} = R \left[w_T - w + \frac{\gamma_v}{\gamma_s} (e - e_0) \right]; \quad w \geq w_{zs} \quad (16)$$

A maximális fajlagos térfogatváltozás tehát a hézagtenyezővel (e) lineárisan növekszik. Ilyen tendenciát mutatnak a 2 -ben közölt mérési eredmények is.

Mivel a lineáris zsugorodás

$$Zs_{\ell} = 1 - \sqrt[3]{\frac{1}{v_{\max} + 1}} \quad (17)$$

ezért a hézagtenyező erre a jellemzőre is befolyással van.

3. Térfogatváltozó talajok felismerése

A helyszínen száraz időszakban arról ismerhetjük fel a térfogatváltozó talajt, hogy az mozaikszerűen repedezett. Ha az ásványos összetétel rendelkezésünkre áll és az montmorillonitot vagy illitet mutat ki, akkor számíthatunk arra, hogy térfogatváltozó tulajdonságú talajjal van dolgunk. Természetesen a térfogatváltozó tulajdonság a térfogatváltozási egyenessel jellemezhető a legadekvátábban. A lineáris zsugorodás (Zs) alapján az alábbiak szerint osztályozhatók a talajok:

Ha	$Zs_{\ell} >$	12 %	nagymértékben térfogatváltozó a talaj,
	$Zs_{\ell} =$	5 - 12 %	közepes mértékben térfogatváltozó a talaj,
	$Zs_{\ell} <$	5 %	nem térfogatváltozó a talaj.

Előfordul azonban, hogy a rendelkezésre álló adatokból kell véleményt mondanunk, amelyek nem tartalmazzák a lineáris zsugorodás értékét. Tapasztalat, hogy a nagy plasztikus indexű (I_p) közepes- és kövér agyagtalajok nagymértékben térfogatválto-

zók is. Ilyen módon a plasztikus index segítségével tájékozódhatunk a lineáris zsugorodást illetően is.

Következtethetünk az előzőek alapján a térfogatváltozás mértékére a meghatározott térfogatsúlyokból is. A (9) és (12) egyenlet felhasználásával

$$e - e_0 = \frac{\gamma_s}{\gamma} (1 + w) - \frac{\gamma_s}{\gamma_0} \quad (18)$$

Ha $e - e_0 = 0$, akkor nincs térfogatváltozás, ha $e - e_0 > 0$, akkor térfogatváltozó a talaj.

$\Delta w = w - w_{zs}$ viztartalomváltozás hatására bekövetkező fajlagos térfogatváltozás

$$v = \frac{e - e_0}{e + 1} \quad (19)$$

A fajlagos térfogatváltozás maximuma:

$$v_{\max} = \frac{e - e_0}{e + 1} \frac{w_T - w_{zs}}{w - w_{zs}} \quad (20)$$

A lineáris zsugorodás:

$$z_{s\ell} = 1 - \sqrt[3]{\frac{1}{\frac{e - e_0}{e + 1} \frac{w_T - w_{zs}}{w - w_{zs}} + 1}} \quad (21)$$

A (9) és (12) egyenletek felhasználásával

$$v_{\max} = \left[1 - \frac{\gamma}{(1+w)\gamma_0} \right] \frac{w_T - w_{zS}}{w - w_{zS}} ; w > w_{zS} \quad (22)$$

Ezzel a lineáris zsugorodás:

$$z_{s2} = 1 - \sqrt[3]{\frac{1}{1 - \frac{\gamma}{(1+w)\gamma_0} \frac{w_T - w_{zS}}{w - w_{zS}} + 1}} ; w > w_{zS} \quad (23)$$

4. A térfogatváltozó talaj károkozó hatásának mechanizmusa

"In situ" állapotban a felszíni és felszínközeli talaj természetes nedvességtartalma időben az évszakok változásával változik. Ezzel együtt - ha a felszíni vagy felszínközeli talaj térfogatváltozó tulajdonságu - térfogatváltozás megy végbe. A talajnak elsősorban függőleges irányban van lehetősége elmozdulni, ezért a térszínen periódikusan süllyedések és emelkedések jelentkeznek. A térfogatváltozás igénybe veszi a talajt, zsugorodáskor az oldalirányu húzóigénybevétel hatására repedések alakulnak a térszínen, amelyeken a csapadék lehatol, nagyobb mélységig ázik át a talaj és nagyobb mélységig szárad is ki. Azaz tehát az "élő" talajrétegvastagság - amelyet az atmoszférilák hatásai érnek - jóval nagyobb. Amíg nem térfogatváltozó talajnál - a hazai klíma mellett - az "élő" talajréteg vastagsága 0,8 - 1,0 m, addig térfogatváltozó talajnál 1,5 - 2,5 m a térfogatváltozás mértékétől függően.

Építmények alapjainak egyik alapvető paramétere az alapozási mélység. Ki kell elégtíteni azt a követelményt, hogy az alapsík (sikalapozásnál) az "élő" talajréteg alá kerüljön. Térfogatváltozó talajnál tehát az alapozási mélység min. 1,5 - 2,5 m kell legyen. Ha ezt az alapozási mélységet nem tartják be, akkor az alaptest periódikus mozgásoknak lesz kitéve. Ezek a minden évben periódikusan jelentkező mozgások,

előbb-utóbb károsítani kezdik az építményt. A térfogatváltozó talaj által okozott károsodás sajátja, hogy nem azonnal az építmény megépítése után jelentkezik, hanem sokszor csak később 10-15 év múlva, amikor az építmény állaga már romlani kezd.

Térfogatváltozó talaj "in situ" állapotban csak megfelelő körülmények között változtatja térfogatát, akkor ha víztartalma változik. Ha pl. a térfogatváltozó talaj állandóan a talajvízszint alatt van, akkor nincs víztartalom változás, tehát térfogatváltozás sincs. A talajvíznívó helyzete és ingadozása lényeges szerepet játszik a károkozó hatás mechanizmusában. Magasan fekvő talajvíznívó esetén a felszinközeli talajrétegek kapilláris emelkedés révén víz - utánpótlódást kapnak, ezért a nedvességtartalom változása kisebb. Térfogatváltozó alapozási talaj jelenlétének nagyon veszélyes a 8 m-nél mélyebben fekvő talajvízszint. Kevésbé veszélyes a 4-8 m között fekvő talajvízszint, veszélytelennek tekinthető a térfogatváltozás szempontjából a 4 m-nél kisebb mélységű talajvízszint. Térfogatváltozó talaj jelenlétének tehát lényeges a talajvízviszonyok tanulmányozása is.

Hazánkban több helyen jelentkeztek már tömeges épületkárok térfogatváltozó talajra alapozott épületeknél. A statisztika azt mutatja, hogy a károsodások gyakorisága lényegesen nagyobb domb- és hegyvidékeinken, mint alföldjeinken. Ez az arányeltolódás elsősorban a talajvízszint állásával magyarázható, dombvidékeinken mélyebben helyezkedik el a talajvízszint mint alföldjeinken.

A tapasztalat azt mutatja, hogy a földszintes épületek károsodásának gyakorisága a legnagyobb. Tapasztalat az is, hogy a legnagyobb mértékben a részben alapincézett épületek károsodnak, mert az alapincézett rész mozdulatlan, az alapincézetlen rész az elégtelen alapozási mélység miatt mozog, az elmozduláskülönbség így tetemesebb, mintha az egész alaptest mozogna. A járulékos igénybevételek nem az elmozdulások abszolút értékeivel, hanem az elmozdulások különbségeivel arányosak. Alapincézetlen épületek károsodásai szintén

gyakori, teljes mértékben alápincézett és ezért megfelelő alapozási mély-
ségű épületek nem károsodnak. A többszintes épületek egyrészt azért nem
károsodnak térfogatváltozó talajon, mert egyrészt ezek mélyebb alapokkal
rendelkeznek, másrészt az épület nagy súlya nem engedi a térfogatválto-
zásból eredő mozgások kialakulását.

Térfogatváltozó talajon való alapozáskor megfelelően mély (2,0 - 2,5 m)
alapozással védekezhetünk az épületkárok ellen. Ha valamilyen okból nem
lehetséges, vagy nem gazdaságos a 2,0 - 2,5 m mély alapozás, akkor a
fagyhatárt figyelembe vevő 0,8 - 1,0 m alapozási mélység mellett olyan
alaptestet kell készíteni, amely a térfogatváltozásból származó járulékos
igénybevételeket képes elviselni, vagy képes kitérni a járulékos igénybevé-
telek elől.

Térfogatváltozó talajon való építésnél olyan környezeti követelményeknek is
eleget kell tenni, amelyek mind azt célozzák, hogy a természetes nedvesség-
tartalom változása - térben és időben - a talajban minél kisebb legyen. A te-
rep- és vízrendezés, közművesítés, parkosítás körütekintő gondosságot ki-
ván.

5. Épületkárosodások jellegzetességei

Ismeretes, hogy a földalatti bányaművelés során szükségszerűen nyitott és
felhagyott üregek fölött a fedükőzetek elmozdulnak egészen a külszinig. Ezek
a mozgások sokszor veszélyeztetnek és károsítanak létesítményeket, okoznak
un. bányakárokat. Tágabb értelemben bányakár a vízháztartás megzavarásá-
ból közvetve keletkezett kár és a külszini fejtések robbantásaiból eredő kár
is. Földalatti- és külszini bányaműveletek környezetében mindig fel lehet té-
telezni a bányászattal okozati összefüggésben álló károsodásokat, természe-
tesen ez nem azt jelenti, hogy valóban minden esetben bányakárról van szó,
sokszor éppen térfogatváltozó agyagtalaj az épületkárosodások oka.

Térfogatváltozó talajon károsodott épületek képe jellegzetes. A falakon észlelhető repedések jellegzetes nyirási, a süllyedés irányában emelkedő repedések. Lényeges jellegzetesség az is, hogy általában nem az egész épület károsodik, hanem annak csak egy része, ahol pl. nincsen esőcsatorna, vagy domboldalról a víz az alaphoz folyik, vagy 1-2 m-re fa él az épület mellett.

Bányászati aláfejtések által okozott épületkárok más jellegűek. Bányászati kőzetmozgásoknál a görbülethez határozott vízszintes alakváltozás is tartozik, ezért mindkettő igénybevételre jellemző repedésrendszer alakul ki az egész épületen. Térfogatváltozó talajon a görbületből adódó repedések dominálnak. Más jellegűek a mozgás időfolyamatai is. Aláfejtésből eredő talajmozgások időben előrehaladóak, nem periódikusak, mint a térfogatváltozó talajoknál.

A tapasztalat azt mutatja, hogy bányavidékeinken gyakori a térfogatváltozó alapozási talajok, ezért gyakran előfordul, hogy meg kell állapítani épületkároknál, vajon azok a térfogatváltozó alapozási talaj, vagy a bányaműveletek következményei-e. Tanulmányunkkal ehhez kívánunk segítséget nyújtani.

Irodalom

- [1] Kézdi Á.: Talajmechanika I.
Tankönyvkiadó, Budapest, 1972.
- [2] Szabó I.: Összefüggések telített agyagok lineáris zsugorodása és hízagtényezője között.
Földtani Kutatás 1976. XIX. évf. 1. sz.
- [3] Somosvári Zs.: Alapozási kötött talajok tulajdonságai különös tekintettel az álbányakárokra.
Magyarhoni Földtani Társulat rendezvényén elhangzott előadás, Miskolc, 1972.
- [4] Somosvári Zs.: Bányakárok és álbányakárok megítélése, szakvéleményezési tapasztalatok.
Országos Bányakár-konferencia, Balatonfüred, 1972.
- [5] Somosvári Zs.: Bányakárok és álbányakárok megítéléséről.
BKL Bányászat, 1974. 1. sz.

BÁNYANYITÁSOK MÉRNÖKGEOLÓGIAI ELŐKÉSZITÉSE

Vass Gyula

Központi Bányászati Fejlesztési Intézet

Az országunkban folyó sokrétű földtani tevékenység alapvetően két célt szolgál. Az egyik a tudományos ismeretek bővítése, a másik a nyersanyagok hasznosítása. A két célban való munkálkodás számos ponton érintkezik egymással, s így határozott elválasztásukra nem törekedhetünk. Egyik visszahat a másikra, és fordítva. Pontosan megmondani, lehatárolni, hogy mikor kezdődik, hogyan folytatódik egy bányanyitásra való földtani, illetve mérnökgeológiai előkészítés nehéz lenne. Amíg egy adott területen megindul a bányanyitás, az számos szakember közvetve, vagy közvetlen közreműködésének eredménye.

Egy hosszú folyamatnak most csak a végső munkálatait vegyük nagytitó alá, közelebből a bányanyitást közvetlenül megelőző mérnökgeológiai előkészítést. Az eddigi tapasztalatokból leszűrhető tanulságokat célszerű kiemelni, hogy a jövőben is helytálló bányatelepitéssel szolgáljunk.

A bányanyitást megelőző lépésekkel a szakirodalomban, vagy a gyakorlatban találkozhatunk. Ilyenek pl.:

- a topográfiai ismeretek beszerzése,
- a tektonika rögzítése,
- a vízföldtani kérdések tisztázása,
- a készletek és pillérek meghatározása,
- a meddőanyagelhelyezési kérdések megoldása stb.

Nem érdemes folytatni a felsorolást, hiszen az adottságoktól függően számos, szerteágazó feladatot kell menet közben megoldanunk. A bányatervezés földtani előzményeivel valamilyen formában már majdnem mindenki találkozott. Magának a folyamatnak az ismertetésével nem juthatunk előbbre, de a tapasztalataival igen.

Az előkészítő munkálatok utolsó szakaszában, a tervezésben már számos szakterület egybehangolt tevékenységéről van szó. A bányatelepítési tanulmány, a fejlesztési cél, a beruházási javaslat elkészítésének fázisa ez. Az említett hosszú folyamatnak ez a része az, ahol már megváltoznak a körülmények. Elképzelni sem könnyű, hogy a bányaművelő mérnöknek, a mély-építő-, a magasépítő-, a villamos-, a gépészmérnöknek, a közgazdásznak, a geológusnak egyazon nyelvet kell beszélnie. Eltekintve a szakmai elfogultságtól többé-kevésbé együttműködőképes gárdáról van szó. Ebben a kérdésben csupán az egymás szakmai megértése, az egyes dolgok értelmezése az, ami segítségre szorul.

Egyes esetekben a földtani kép helytelen értelmezésével találkozhatunk, de fordítva is előfordul, amikor a kutató geológus nem érzékeli az adott területre nyitható bánya körülményeit. Egyfelől megtörténhet, hogy a geológus térképei nem úgy kapnak hangsúlyt, ahogyan ő azt értette, másfelől a megkutatott területre, pl. - szélső esetben - nem nyitható bánya. Kevésnek bizonyul a készlet, pillérek szabdalják fel a területet, katonai területről van szó, vagy nincs meg a megfelelő infrastruktúra. A szakmai értelmezés megjavításán túl, korszerűsítésre kell felkészülnünk. Csak a kezdet körvonalai rajzolódtak ki a számítógép használatának vagy a környezetvédelem előre tervezésének.

Mik lennének tehát azok a tennivalók, amelyek a folyó mérnökgeológiai bányaelőkészítést, a tervezés rutinmunkáját elősegítenek:

- 1) A kutató geológus szerezzen bővebb ismereteket a számításba vett terület bányanyitási lehetőségeiről. Az eddig szem előtt tartott várható készlet (ami csak egy paraméter a sok közül), illetve a geológiai adottságok mellett még számos tényező figyelembevételére ajánlatos. Pillérként jelentkező felszíni objektumok, azok térbeli elhelyezkedése, aláfejtési lehetősége, szállítási, vízbeszerzési, energiaellátási, munkaerőellátási, nyersanyagfelhasználási stb. lehetőségek nagyvonalu ismerete szinte elengedhetetlen.

- 2) A geológus a megkutatott terület földtani ismereteit találja, elsősorban a térképein úgy, hogy annak értelmezése az adottságnak megfelelő legyen. Ezen a téren a legtöbb gondot pl. tektonikai térképek okozzák. A töréses zónákat határozott egyenes vonalakkal ábrázolják. Ennek eredménye a tervezésben, a szintén határozottan bejelölt feltárási rendszer, illetve fejtési mező, amely csak addig igaz, ameddig a fővetők pontosan azon a helyen vannak. Azonnal érzékelhető, hogy valamilyen horizontális és vertikális értelmű megbízhatósági értéket is célszerű lenne feltüntetni.

- 3) A kutatás és a szomszédos területekből vett analógia megsejteti a fő-törésekkel határolt, mezőkön belül előforduló apró vetősorozatokat is. Ezek azok, amelyek már a kutató létesítményekből nem szerkeszthetők. Művelés alatt álló vagy leművelt területeinkről készült térképeken gyakran találkozunk velük. A valóság megközelítésére érdemes lenne tektonikai egységeken belül a kis vetősorozatok (zavargások) nagyságát, gyakoriságát, legalább egy-egy értékkel feltüntetni.

- 4) Az egymás alatt elhelyezkedő ásványi nyersanyagszinteket külön térképlapokon közlik. Ez általában indokolt az adatok sokasága miatt, de feltétlen nehézséget okoz a bányateervezőknek, hiszen az együtt-feltárási irányában operál.

Meg kell találni a módját olyan térkép közreadásának is, amely a terület teljes - különböző szintekben elhelyezkedő - nyersanyagát ábrázolja.

- 5) A számítógép igénybevétele lassan teret kell hódítson a bányatervezésre való előkészítésben is. Az adatok sokasága, sokrétűsége, azok összefüggései feltétlenül a számítógép jövőbeni felhasználását célozzák. A számítógép a térképek végleges szerkesztésében is segítségünkre lehet. Különböző szimulációs vizsgálatot végezhetünk pl. a tektonika és a vízföldtan vonatkozásában, gyorsabban és rugalmasabban követhetnénk pl. az új alapadatokból eredő változatokat.
- 6) A környezetvédelem kibontakozásának nap mint nap tanui vagyunk. Nyomai a bányatervezés előkészítésében is felfedezhetők. Ezirányú törvényeink, rendeleteink előbbre vannak, mint azok végrehajtása. A bányászati beruházások költségének 1-2 %-a környezetvédelmi célokat szolgál. Ennek szakszerű tálalására történtek jó javaslatok, de elterjesztése még megoldásra vár.

Az eddig elmondottak ismeretében essen néhány szó a távlati elképzelésekről is.

A földtani kutatásban, annak lépcsőiben, egyes elemeiben - természetszerűleg - van egy valamilyen mértékű bizonytalanság, illetve, ha megfordítjuk: annak van egy bizonyos megbízhatósági szintje.

Gondoljunk:- a nyersanyag elhelyezkedésére (furásban pl.!),

- a nyersanyag vastagságára,
- a nyersanyag minőségére,
- a szerkesztett térképi elemekre (izohipszák, vetők helyzete stb.)

A földtani kutatások után születő értékelések ma ezt a paraméterenkénti, elemenkénti megbízhatósági szintet nem, vagy alig tartalmazzák. Így - vég-ső soron a tervező elé egy mereven lehatárolt, konkrétan látszó, földtani anyag kerül.

Ezután a tervezőtől függ, hogy az egészet egy

- merev rendszernek, vagy többé-kevésbé
- dinamikus rendszernek tekinti-e vagy sem.

Sajnos az előbbi elfogadása a könnyebb, s a gyakorlatban, mint hivatalos pecséttel ellátott, adott földtani képre indul meg a tervezés.

Az ilyen merev modell alapvetően érzékeny. Elég néhány paraméter megváltoztatása, s máris felborult a kész terv. Elég néhány furás utólagos le-mélyítése, ami eltérő adatokat hoz, s máris megváltozik a tektonikai kép, s ezzel együtt hosszadalmas munkával meg kell változtatni az addig készült terveket.

Egy területet, egy nyersanyagot mindig adott megbízhatósági szint elérésé-ig kutatunk. S a földtani értékelésnél meg kellene adnunk az egész rendszer-re érzékeny helyeken a megbízhatóságot.

Megbízhatósági szintje lehet pl.:

- a telepek vertikális elhelyezkedésének,
- a telepek minőségének, készleteinek,
- a medencét határoló nagy vetőknek,
- a medencén belüli kisebb vetőknek,
- a vizadó helyeknek stb.

Ha a megbízhatósági szintet valamilyen módon megadjuk, akkor a tervező fel tud készülni perifériális eseményekre is. A tervező rugalmas tervet fog

készíteni, s a művelő rugalmas bányaművelést fog lefolytatni. Például, egy adott bányához, előre meghatározott nagyságu fejtésre kész területet terveznek, amelyek nem várt esemény bekövetkezésekor tartalékot képez.

A rugalmasság egyre nagyobb hangsúlyt kap, ugyanis a felhasználó "ké-nyes" marad, ill. annak kell feltételezni. A timföldgyár állandó minőségű bauxitot vesz át. A szenes erőművek közel azonos minőséget igényelnek. Az ellátás folyamatossága pedig alapvető követelmény.

Ezzel elérkeztünk a részletes tervek kidolgozásának stádiumába. Itt, további, sokrétű, kisebb-nagyobb mérnökgeológiai feladattal találkozunk. Az aknamélyítéssel kapcsolatosan a külszíni üzemrészek telepítéseinél, a vágatbiztosításoknál, a meddőhányó kiképzésénél, a bányakárok meghatározásánál, a felszíni vizek elvezetésénél, a szennyező anyagok kibocsájtásánál stb. adódnak mérnökgeológiai munkák. Ilyen jellegű feladatok már másutt is előfordulnak, s minden bizonnyal szélesebb körben ismeretesek.

A bányatelepítés földtani, mérnökgeológiai előkészítésekor, a benne munkálkodókra felelősségteljes feladat hárul. Az elmondottak voltak azok, amelyeken keresztül bepillantást nyerhettünk a mai magyar bányatelepítés előzményeibe, távlati elképzeléseibe, gondjaiba.

FEDŐBEN LEVŐ KAVICS VAGY KOHÉZIÓ NÉLKÜLI ÜLEDÉKES
ANYAG SZILÁRDITÁSI LEHETŐSÉGEI AZ EDDIG LEFOLYTATOTT
KISÉRLETEK ÉS TOVÁBBI KUTATÁSI FELADATOK

Tassy Mihály

Bakonyi Bauxitbánya Vállalat

A hazai bauxitvagyonunk jelentős része Nyirád térségében lencsés kifejlődésben található.

A termelés közel 100 %-a e térségből, mélyművelésből kerül kitermelésre.

A mélyműveléses tevékenység során két fő bányaveszély jelentkezett.

- 1.) A lencsék jelentős része a nyugalmi karsztvizszint alatt helyezkedik el. A biztonságos művelést az aktiv viznivó süllyesztéssel lehet biztosítani.
- 2.) A lencsék fedőjében - sokszor közvetlenül a bauxitra települve pirites, szenes agyagmárga található. A művelés hatására bomlásnak induló összlet öngyulladásából keletkező CO és CO₂ gáz, de gyakran parázs is a fejtési térségbe került. A fejtési sebesség gyorsításával, műveléstechnikai változtatással sikerült a veszélyforrás gyakoriságát lecsökkenteni.

Az elmúlt évek során művelésbe kapcsolt lencséknél új veszély- és veszteségforrás jelentkezett.

A lencsék közvetlen fedője, illetve a fedőközeli képződmények konzisztenciája határozza meg a jelenlegi művelési technológia - a szintomlasztásos kamrafejtés - hatásosságát, a fejtési veszteség nagyságát.

Az 1974-től Deáki térségbe művelésbe kapcsolt lencsénél már a földtani zárójelentésből kitűnt, hogy a lencsék közvetlen fedője, illetve a fedőközeli képződmények az eddigiekétől eltérőek.

A lencsék feletti képződmények az alábbiak:

- Alsó eocén, illetve középső eocén mészkő
- Alsó eocén, ill. középső eocén szenes agyag
- Miocén tarka agyag
- Miocén kavics
- Miocén homokkő

A képződmények általános kőzetmechanikai tulajdonságai:

- Az eocén mészkövek tömött, pados megjelenésűek, keménységük változó, de a fejtési üreg kialakításánál tartóként szolgálhat.
- Az eocén (miocén) agyagok egyenetlen elválásuak, közepesen omlékonyak, tartó szerepük nincs.
- A miocén kavics kötőanyag nélküli, nagyon omlékony.
- A miocén homokkő kötőanyaga szerint változó tulajdonságú. A meszes kötőanyagu jó megtartásu. Lefelé a kötőanyaga elagyagosodik, ezért tulajdonsága megváltozik, helyenként kötőanyag nélküli, homokként viselkedik. Esetenként helyi víztárolóként működhetnek.

A fentiek birtokában minden érintett lencsének elkészítettük a közvetlen fedő térképét.

Az 1. ábra a Deáki IV. lencse fedőjét ábrázolja.

A kutatási háló mérete és a rétegsor vizsgálatának hibái következtében közvetlenül a fejtési tevékenység során is találkozunk kavicsos, homokos vizet tartalmazó beágyazásokkal.

Ezek a fejtési tevékenység során vizdus törmelékbeáramlás formájában okoznak élet- és vagyonvédelmi veszélyforrásokat.

A két felvétel (2., 3. ábra) egy 1979. májusában történt beáramlásban készült.

Mind a mélyépitésben, mind a bányászatban jelentkezik olyan igény, hogy a vízzel telített, vagy más bármilyen eljárással víztelenített, kohézió nélküli üledékes rétegeket megszilárdítsunk.

Minden eljárásnak a lényege, hogy a kívánt rétegbe kötőanyagot juttasson, amely biztosítja a megfelelő állékonyságot.

A különböző szilárdítási eljárásoknál a szilárdítandó réteg szivárgási (áteresztőképességi) tényezője szab határt.

A szilárdítási céllal készítendő injektálások elméleti alkalmazási tartományát a rétegszivárgás tényezője szabja meg. (4. ábra).

Az injektálhatóság feltételét részben a talajok szemszerkezete, részben a besajtolható anyagok jellemzői közötti kapcsolat adja.

A gyakorlatban két megoldást próbáltunk ki, és egy megoldási lehetőséget külső intézettel elméletileg dolgoztattunk ki.

A földtani zárójelentésbe a Bauxitkutató által készített szemeloszlási görbe, és az általam, a közvetlen fedőből vett mintákból készített szemeloszlási görbe, valamint tapasztalataink, méréseink alapján közelítőleg meg -

határoztuk a szilárdítandó kőzet hézagterfogatóját, vízleadó képességét, szűrés tényezőjét. (5. ábra).

A fenti tényezők ismeretében a Deáki XII. lencsében a cementtejes injektálási mód kipróbálása mellett döntöttünk.

A hidrogeológiai és rezervoármechanikai irodalomban ismert közelítő számítási eljárások felhasználásával elméletileg meghatároztam a közvetlen fedő, bauxitra települt alsó két méterének szilárdításához szükséges furólyuk sűrűségét, az injektálási nyomást, a szükséges injektáló anyag mennyiségét.

Az elméleti számításokkal jelen előadásban nem foglalkozom.

A kiválasztott lencse külszínéről lemélyített furólyukba \emptyset 98 mm-es bélés-cső került beszerelésre, összesen 37 m hosszban. A bauxit feletti 3 fm-es csőszakasz perforálása biztosította a cementtej kívánt szinten való szétterjedését.

Az első kísérleti furólyukba víznyeletési és áramlási kísérletet végeztünk. A bauxitlencse feltáró vágatrendszere lehetővé tette a megfigyelő hálózat kiépítését.

A víznyeletési kísérlet közel kör alakú szétterjedést igazolt.

Az első cementálási kísérletet 1975. április 22.-én végeztük. A kísérlet eredményét a nyomásidő és a fajsúlyidő függvényében a 6. ábrán tünteti fel. A kísérleti hely kijelölésénél figyelmen kívül hagytuk a lencse megkutatására mélyült furólyukakat, amelyek nem voltak elcementálva.

A kísérleti lyuk az 50 m x 50 m-es háló közepén található. A kísérletet 69 perces injektálás után befejeztük, mivel a cementtej a régi kutatólyukakon - a háló három sarkán - a külszínre került.

A kísérlet során bebizonyosodott: Az előzetesen elméletileg számított 25-30 m-es hatósugár elérhető.

A kiszűrődés és a kőzetrepedés elkerülése miatt szükséges - 20-30 atm alatti értéken való injektálás. Ezzel összefüggésben a cement - tej fajsulya sem haladhatja meg tartósan az $1,5 \text{ kg/cm}^3$ -t.

A második kísérleti furásnál felhasználva a tapasztalatokat, sikerült a kísérletet lefolytatni.

A nyomás idő és a fajsuly idő kapcsolatot a 7. ábrán láthatjuk.

Sajnos, az injektált terület alatt technikai és geológiai okok miatt nem sikerült szintomlasztást végezni. Az injektálás eredményéről - a cement szétterjedésére, rétegvastagságára és szilárdságára csak közvetetten következtethetünk.

A fejtési tevékenység befejezése után nem a szokásos külszíni kiszakadás (horpa) alakult ki.

A szomszédos lencséknel $60^\circ - 80^\circ$ -os meredek kiszakadások 3-5 m mélységűek. A cementált lencsénél a süllyedés 0,4 - 0,7 m-es és a lencse felszine továbbra is összefüggő maradt.

A nem egyértelműen sikeres kísérlet azért azt bizonyította, hogy ezen elv szerinti kőzetszilárdítás létrehozható.

A gyakorlati kivitelnél a mélység növekedésével gazdaságosabb a lencse feltárásakor kialakított vágatokból végzett kisebb hatósugaru, de jelentős furási költséggel nem járó injektálást végezni.

A technikai kivitele ennek is megoldható. Rendelkezésünkre állnak bányabeli használatra készített injektáló berendezések. (Pl: Putzmeister USI 139; MIXOKRET E 500 tip.)

A további lencsénél, amelyeket művelésbe kapcsolunk, ismét jelentke - zett a közvetlen bauxitra települt kavics és vizdus homokos iszap veszte - ség és veszélyforrása.

A gazdaságosság miatt a további kísérleteket a feltáró bányavágatokból végeztük.

A Deáki IV/A lencsében lefolytatott kísérlet alap gondolatát egy vízszint - süllyesztés céljára mélyített akna vízkizárásánál alkalmazott eljárás adta. A vízkizárásra használt szóda, vizüveg, cement keverék megfelelő arány - ban keverve rövid-hosszabb kötésejű injektáló anyagot biztosít.

A bányatérsegből GP-1 típusú furóberendezéssel készítettük el az injektá - ló cső helyeit. (8. ábra).

Az irodalmi adatok és az első kísérlet elméleti számítása alapján az \emptyset 34 mm-es injektáló lyukak távolságát 3,0 m-re terveztük. A technoló - giánk szerint a lyukfurás után ugyanabban a gépállásban az injektálócső beépítése következett. A kavics-feltöltődés miatt az injektáló csöveket a lyuk teljes hosszában gépi forgatással és előtolással lehetett beépíteni. Az injektálás előtt a perforált csőszakaszt nyeletési kísérlettel lehetett kitisztítani.

Az eldugulás mértékétől függően a 12 db lyuknál 5 Kp/cm^2 nyomástól $50\text{--}60 \text{ Kp/cm}^2$ nyomáshatárig változott mind a vizes nyeletési kísérlet, mind a szilárdító folyadék injektálása.

A lyukakba 500 litertől - 1800 liter szilárdító anyagot sikerült beinjektálni. A terület lefejtésére kb. 5 hónap elteltével került sor.

A visszaomlasztásnál összeállt tömbökben (kb. 300 mm méretig) omlott le a fedőkavics.

Az omlasztásnál iszapos-vizes sóderkeverék is bejutott a bányatértségbe.

Kiderült, hogy a kavicsrétegbe agyagos kitöltések is voltak, amelyek a szilárdító folyadék szétterjedését, az egységes tömb kialakulását megakadályozta.

A második kísérlet ismét részlegesen bizonyította az elméleti elgondolás helyességét.

Az eredményesebb gyakorlati kivitel minden furólyukból vett kavics-homok minta szemelemzésével, majd a lyuksűrűség változtatásával lehetett volna elérni.

Egyes lencséknél (Pl. az Iza XVII lencse, Deáki IV. lencse) az omlasztásnál gyakran agyagos homok, kavics került a bányatértségbe.

Ez további megoldás kidolgozását igényelte.

Hazánkban a mélyépítési gyakorlatban a budapesti metró építésénél is végeztek talajszilárdítást. A Közlekedési Építő Vállalat megvásárolta a francia SOLETANCHE rendszerű vegyi eljárást.

A talajszilárdítás a Soletanche rendszerű cement bentonit előtömitésből, majd az azt követő SOLVANOL géles kezelésből áll.

A szilárdítás vegyi folyamata a vízüveg alapanyag szerves reagens hatására bekövetkező ugynevezett késleltetett kötési elven alapul, melynél igen nagy pontossággal lehet garantálni:

- a.) a kötésidő kezdetének-végének bizonyos intervallumok között tetszőlegesen beállítható értékét.
- b.) a vízüveg alapanyag vízhez közelálló hígíthatóságát ezáltal az alapanyagoknak finom szemcsetartományon át kiszűrődés nélküli távoli injektálását.

Az injektáláshoz használt fenoplaszt gyanta alapanyagú habarcs még a 10^{-6} m/sec átteresztőképességű homokra is kiválóan alkalmas.

Ezzel az eljárással a szilárdított terület $10-20 \text{ kp/cm}^2$ értéket érhet el.

Az eljárás elméleti kidolgozására felkértük a KÉV-METRO Műszaki Fejlesztési Kutatási Osztályát.

A tanulmánytervet a Deáki IV. lencsére kértük elkészíteni. (1. ábra)

A külszinről végzendő injektáláshoz a tervezők a lencse felszínén 15 cm vastagságú betonburkolatot terveztek.

Ezen 1,7 m-es furatkiosztással kell elkészíteni a minimális 100-110 mm-es átmérőjű injektáló lyukakat.

Az injektálócsövek 33 mm-es csavarmenettel kapcsolódó műanyagcső elemekből áll. Az injektálócső azon szakasza, mely a szilárdítandó zónát határolja, mandzsettás csőszakaszokból áll. A mandzsettás csőszakaszok perforáltak és a nyílásokat szorosan a perforált szakaszra simuló gumi-pántok (szelepek) fedik.

A gumigyűrűk biztosítják, hogy az injektált anyag az injektálócsőből kijusson, de visszaáramlás ne történjék.

Először cement bentonit habarccsal a nagyobb nyílásokat töltik ki, majd géllal történő ujrainjektálással azokat a hézagokat, ahová a cementszemcsék már nem képesek behatolni.

Injektálás befejezésével a gumigyűrű zár, az injektálócső öblíthető, így az injektálási művelet bármikor megismételhető.

A két méter szilárdítandó réteg kialakításához az alábbi furási és injektálási mennyiséget terveztek:

Átlagos furat hossz:	73,7	fm
Furatok száma:	6440	db
Összes furathossz:	474630	fm
Sima csőhossz:	404230	fm
Mandzsettás csőhossz:	70400	fm
Szilárdítandó térfogat:	184620	m ³
Injektálendő anyag:	60900	m ³
ebből:		
cement - bentonit	45600	m ³
gél - K	15300	m ³

A tervezett szilárdítási megoldásnál a gyakorlatilag kivitelezhetetlen furási igény, valamint a nagymennyiségű csőigény irreálissá teszi, a KÉV által kidolgozott szilárdítást.

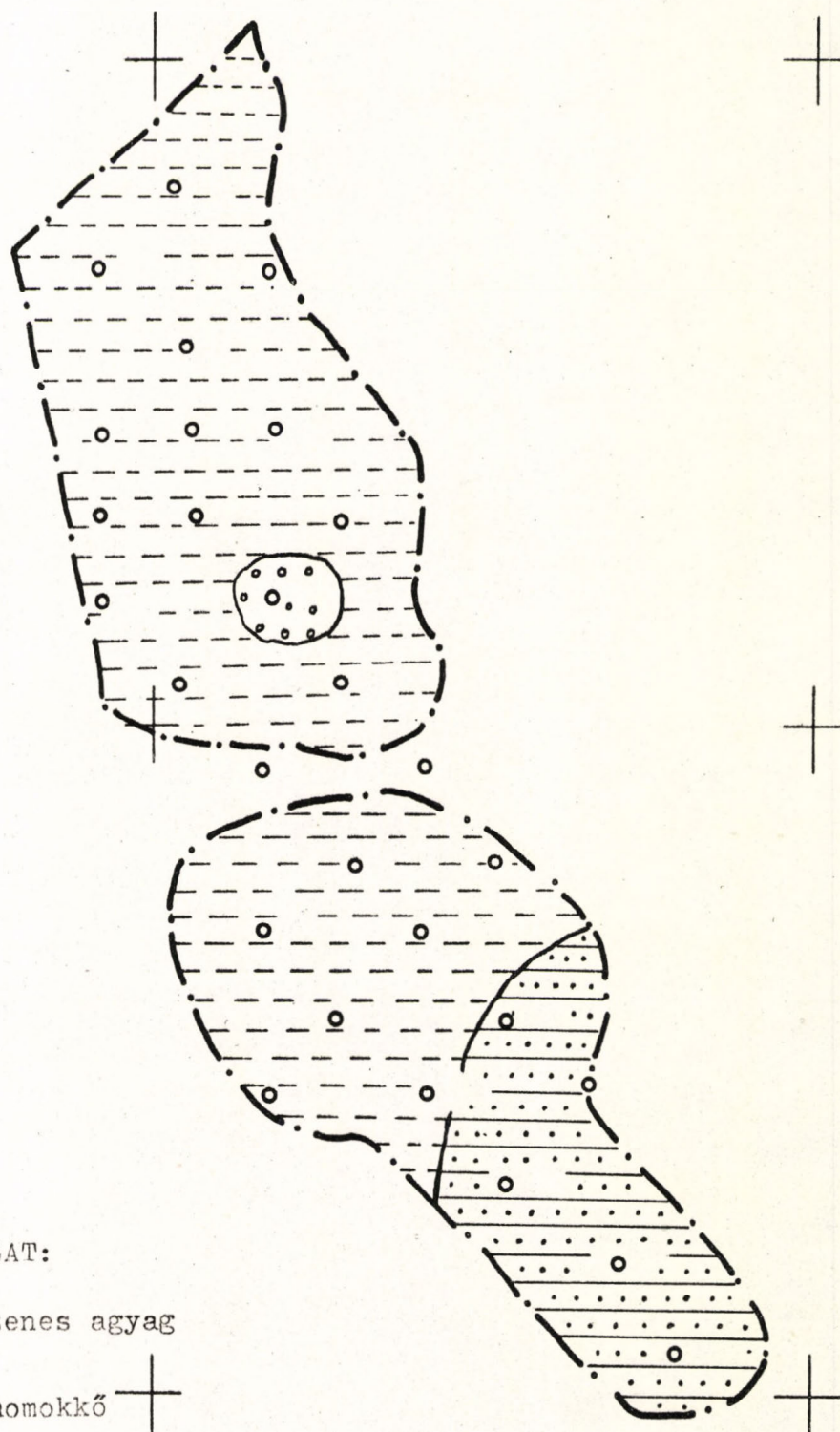
Összefoglalóul: A különösebb elméleti számítás nélkül bemutatott három talajszilárdítási megoldás főbb mozzanatait, eredményeit igyekeztem bemutatni.

A látványos eredményt nem hozó kísérletek még ma sem fejeződtek be, mivel a veszélyforrás a napi munkáknál most is jelen van. Jelentős az a vesz -

teség is, amely ezeknél a lencsénél jelentkezik. A 25- esetenként 40 %-os ércszennyeződési és fejtési veszteség az érc előkészítési költségét és a vizemelési költséget is figyelembe véve kötelez bennünket, a nyirádi jó minőségű érc mind teljesebb kitermelésére.

DEÁKI IV. lencse fedőjének eloszlása /0m-es szeletben/

M 1:500



JELMAGYARÁZAT:

--- szenes agyag

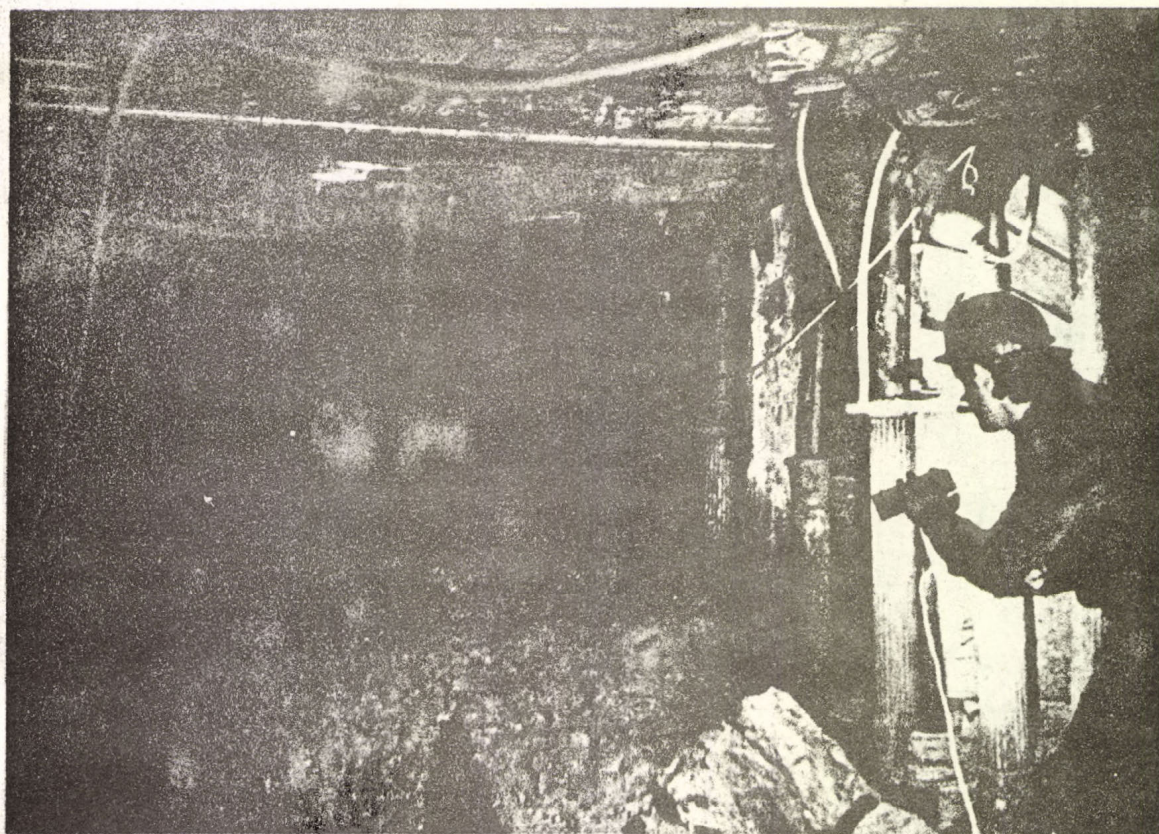
—••••• homokkő

○ kavics

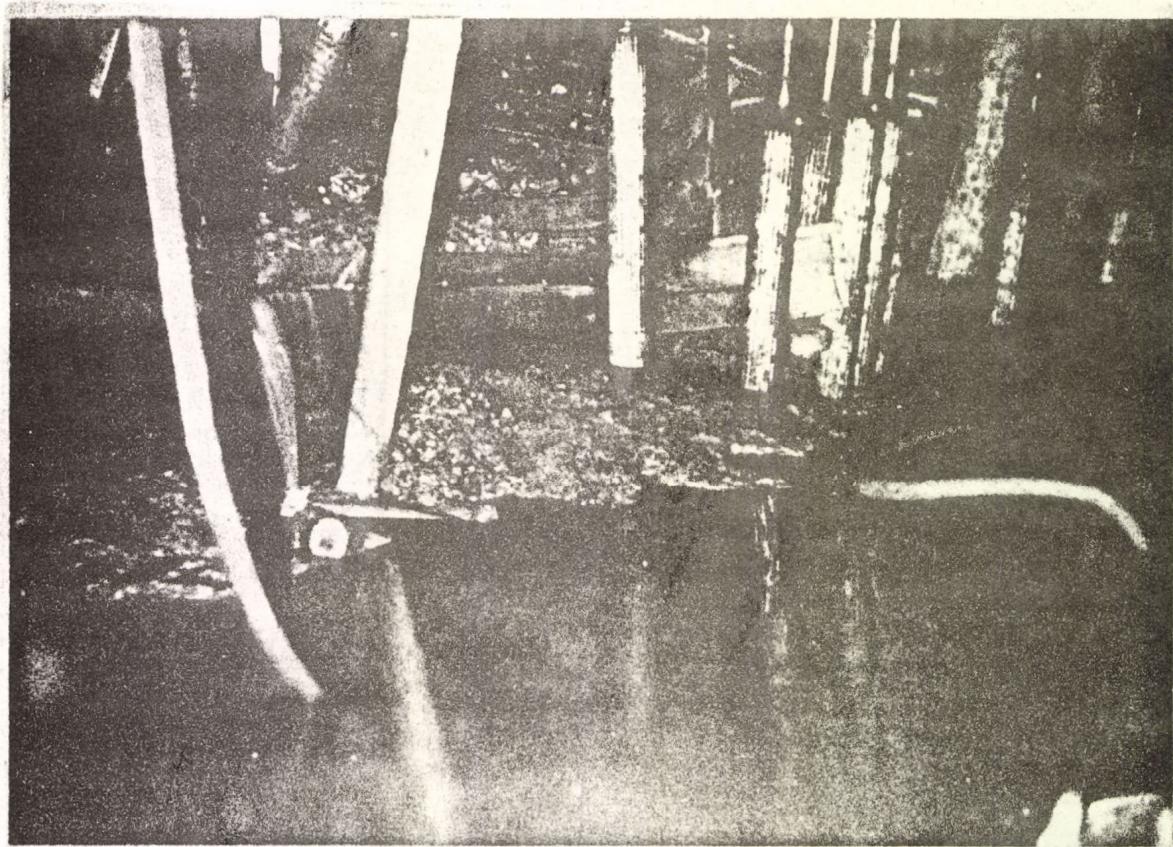
● külszíni furás

1. ábra

Iszap és sóder beáramlás a fejtési munkahelyre

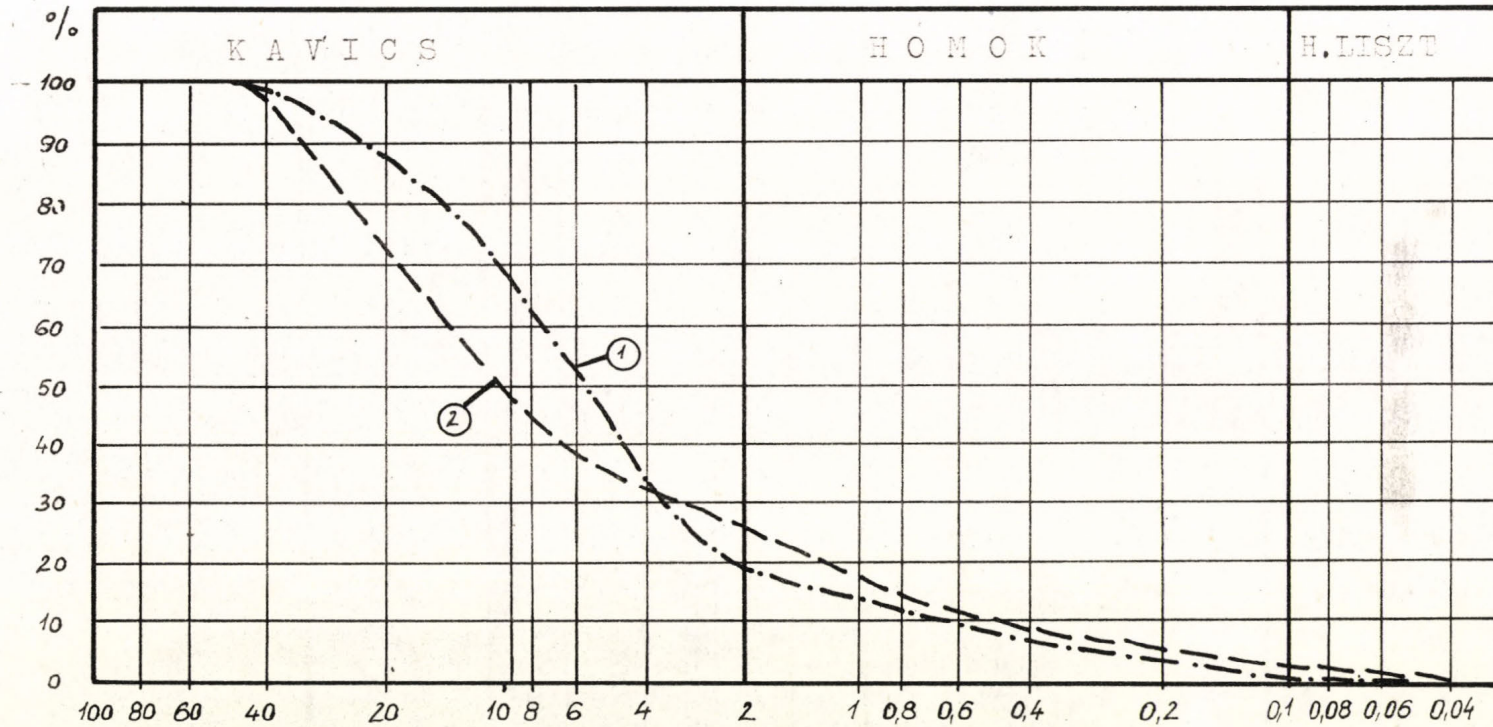


2. sz. ábra



3. sz. ábra

SZEMELOSZLÁSI GÖRBÉK



1. Bauxitkutató Vállalat elemzése

4. ábra

2. Tassy Mihály elemzése

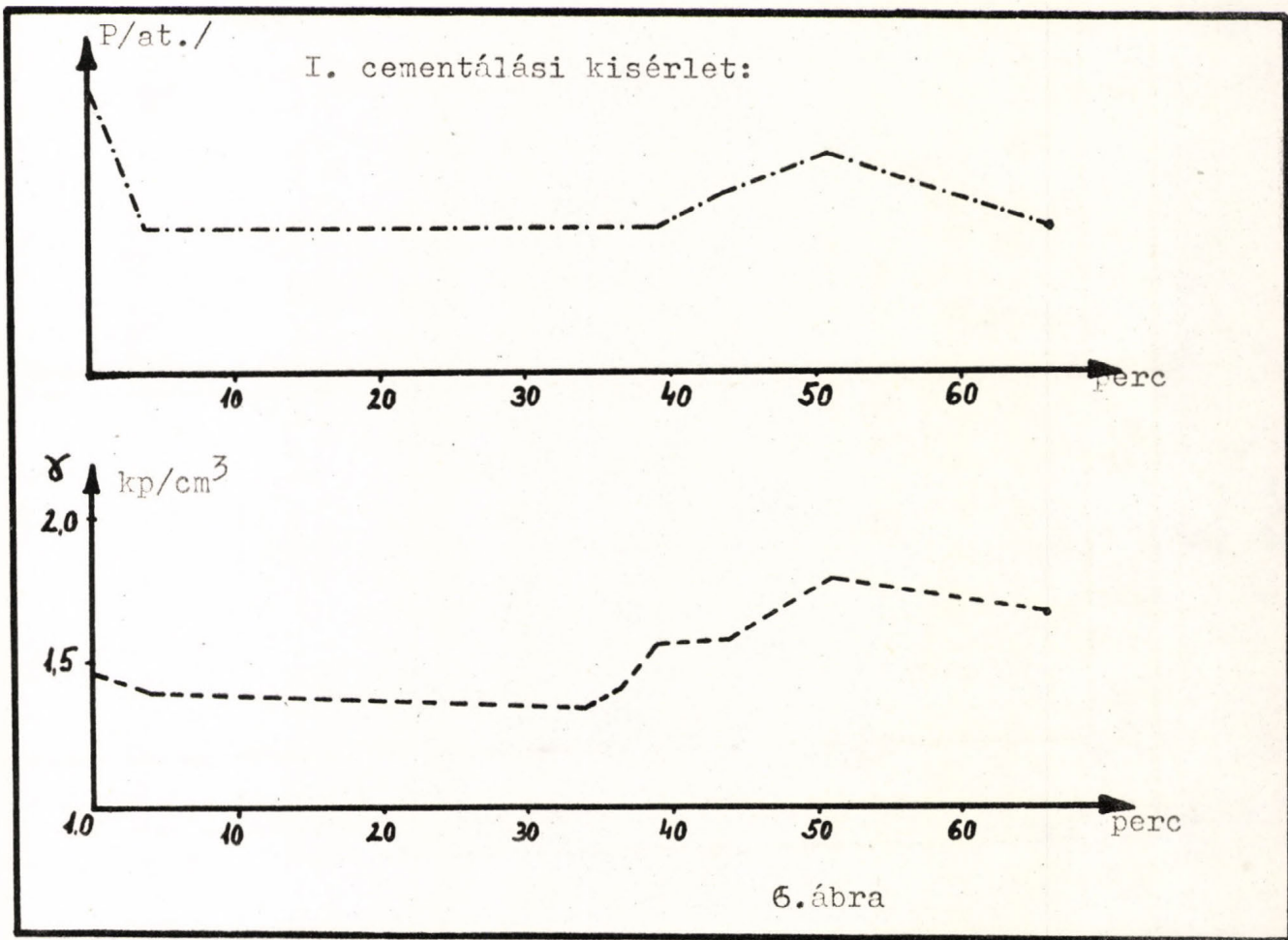
Az injektáló anyagok a vízáteresztő képességi együttható függvényében

AZ INJEKTÁLÓ ANYAGOK A VIZÁTERESZTŐ KÉPESSÉGI EGYÜTTHATÓ FÜGGVÉNYÉBEN:

HABARCS MEGNEV.	ALKALMAZÁSI TARTOM.								
CEMENT									
AGYAG - CEMENT									
LIGNOKROM									
SZILIKAGÉL: KONCENTRÁLT									
SZILIKAGÉL: GYENGE VISZKOZITÁS									
GYANTÁK: FENOL									
A TALAJ JELLEMZŐJE "k"	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	

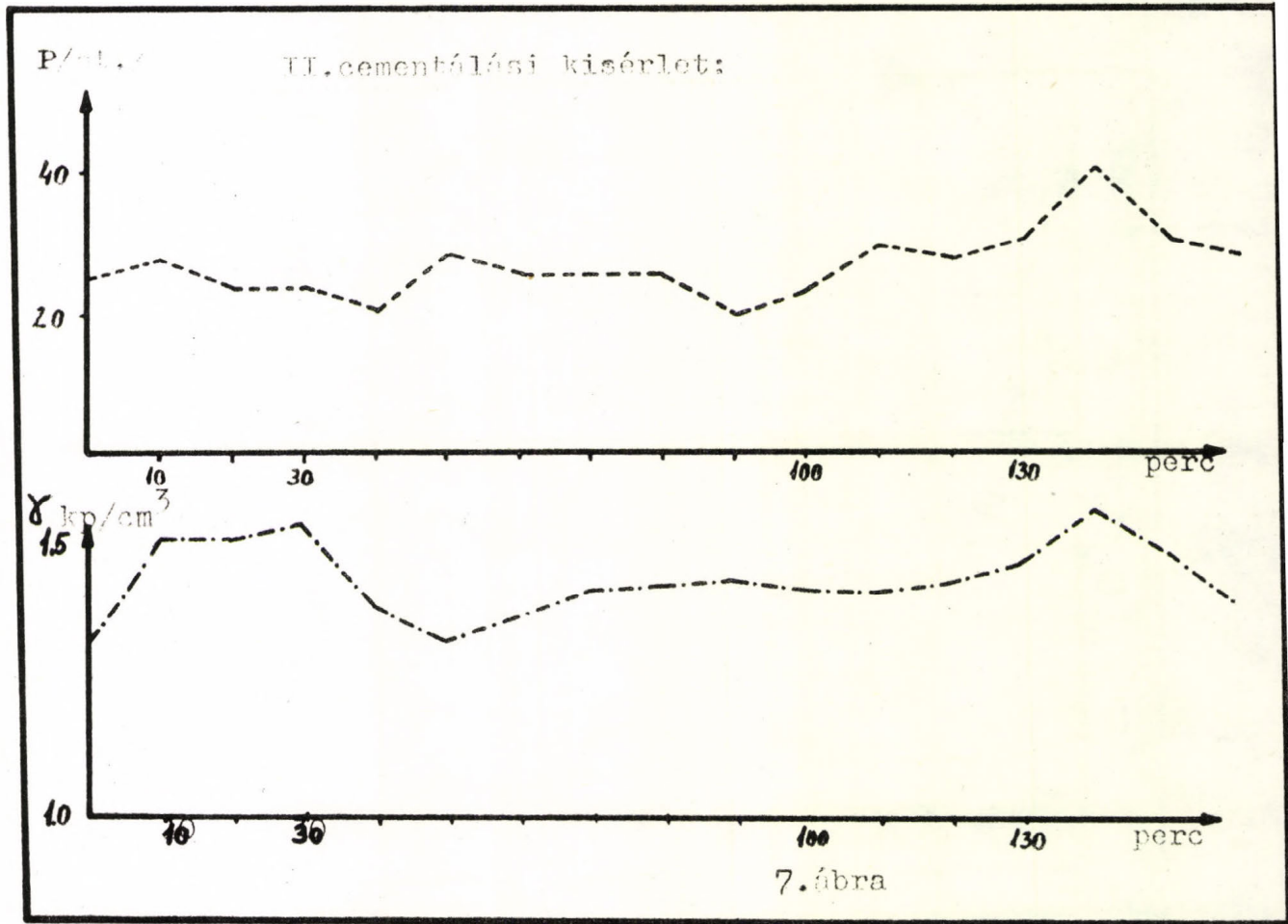
5. ábra

Az első cementálási kísérlet nyomás-idő és fajszuly-idő függvényében

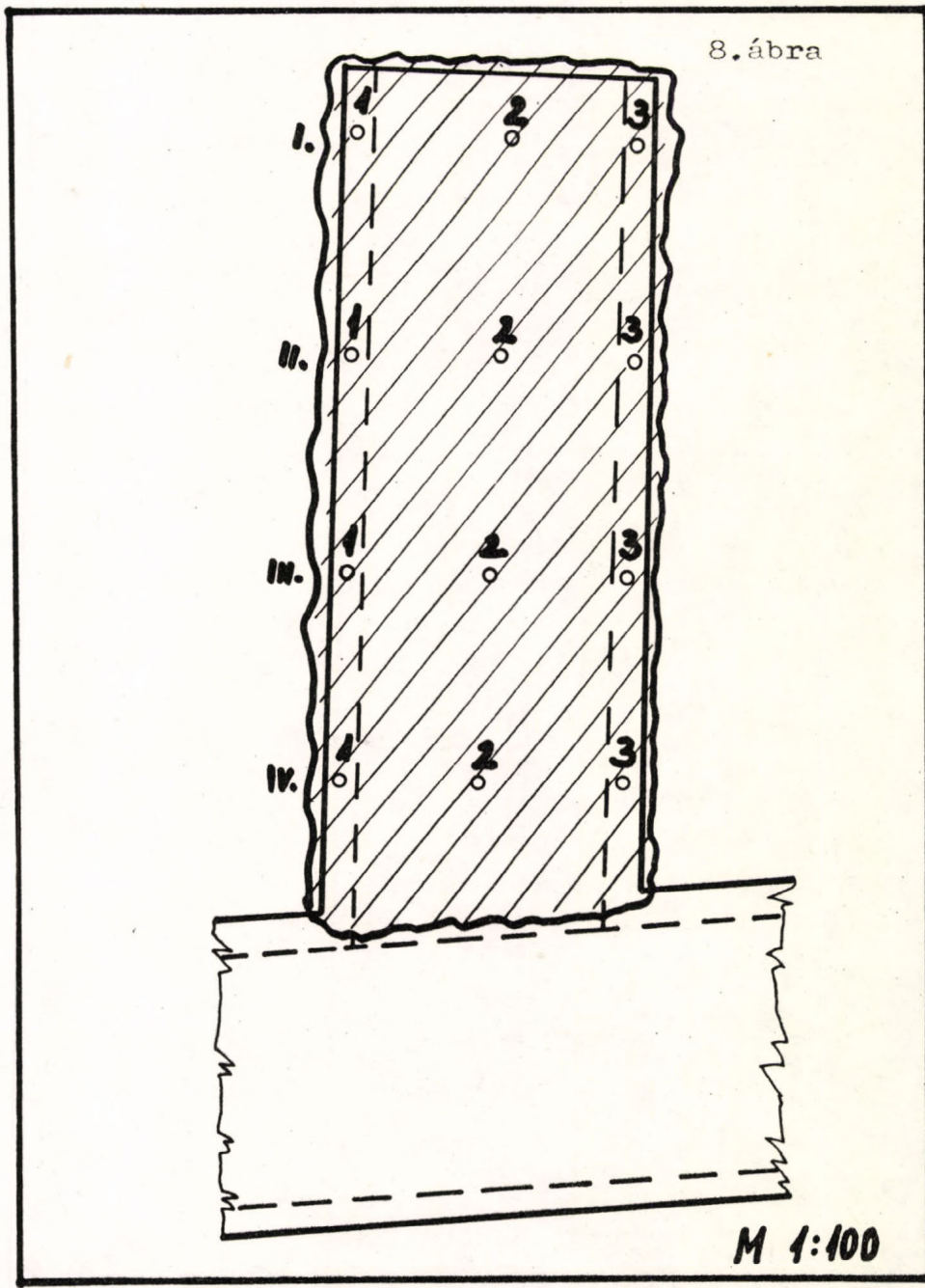


6. ábra

A második cementálási kísérlet nyomás-ido és fajszuly-ido
 függvényében /részlet/



Az injektáló furólyukak telepítése a harmadik kísérleti
bányavágatba



FELSZÓLALÁS

Horváth Gyula

Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt

Néhány gondolat erejéig szeretném szives figyelmüket és türelmüket igénybe venni. Elöljáróban üdvözölni a kezdeményezést, a két Egyesület, a Mérnök-geológiai-Építésföldtani és a Bányászati szakosztályainak közös tanácskozását, véleménycseréjét.

Személy szerint hiányolom a szénhidrogéneket kitermelő, bányászati ágazat szakembereinek érdeklődési hiányát. Az itt felmerült és elhangzott kérdések a bányászat teljes körét érintőek, a jövőt illetően számos az érdeklődésükre is számottartó problémakört, feladatot tartogatnak.

Az elhangzott előadások sora mutatott rá, bányászatunk ágazati tagoltságából eredő "foghijakra", a kapcsolatépítés szükségére. Erre mint a még fel nem tárt lehetőségre szeretnék elsősorban rámutatni.

Az előadások többsége magában hordozta a bányászat szakmai területei és szakágai kapcsolatának szükségét. Mint ilyent és ebből a szemszögből szívesen hallottam volna Dr. Pólai György és Dr. Somosvári Zsolt programban szereplő előadásait közvetlenül közölve.

Előbbit különös figyelemmel arra, hogy a Mecsek-i szénmedencében jelenlévő metán, mint a bányászatot veszélyeztető elem van jelen, s még ma is így számontartott. Külön hangsúlyt érdemlő ez a kérdés akkor, amikor a szénhidrogének - kőolaj és földgáz, - kitermelése során ismertek azok az eszközök és technológiai eljárások, amelyekkel a fluid anyagok serkenthetőek, a kihozatal a lecsapolás érdekében. Ilyenek alkalmazása a vágathálózatos feltárást megelőzve, a metán lecsapolását hasznosítható formában lehetővé teszi.

Nem elhanyagolható kérdés ez, energia gondokkal terhelt napjainkban, de az embert nap mint nap veszélyeztető, mint a veszélyforrások csökkentését szolgáló eljárás sem elhanyagolható.

Nem érdektelen itt megemlíteni, hogy az USA széntelepeibe zárt metán-gáz-vagyont mint ilyen eljárással hasznosíthatót, s mint ásványi nyersanyagforrást számontartják és hasznosítását tervezik.

Az eljárás és eszközei, mint technológia nem ismeretlen a hazai szénhidrogéntermelő szakemberek körében.

Példaként említhetem a lényegesen nagyobb mélységű Sándorfalva -I. sz. kutató mélyfurás rétegkezelésének eredményét. Itt 3814 m mélységben a rétegrepezést megelőzően $0,9 \text{ m}^3$ folyadék és 500 m^3 /nap gázbeáramlást mértek. A hidraulikus rétegrepezést követően, a folyadék beáramlás $4,0 \text{ m}^3$, az éghető gáz $17\,000 \text{ m}^3$ /nap értékben állandósult.

Csak mint kiragadott példát tartottam célszerűnek megemlíteni, s ezzel a még számtalan lehetőségre utalni, amelyek feltáratlanok, s amelyek feltárását az ilyen és hasonló közös tanácskozások jól tudják majd szolgálni a jövőben.

Köszönöm figyelmüket, köszönöm, hogy meghallgattak.

Horváth Gyula sk.

Budapest, 1979. október 18.

Hozzászólások

a "Külfejtéses lignitterületek mérnökgeológiai kutatása, esettanulmányok tükrében" című előadáshoz.

(Szerzők: Deák János, Madai László, Molnár Imre, Szlabóczky Pál)

1. Ács Endre (KBFI)

A szerzők előadásukban részletesen kifejtik, hogy a mérnökgeológiai kutatások java részét az előzetes fázisban el kell végezni, mert a meddő kőzetek tulajdonságai - főleg a kis szilárdságu felületek, a maradékvizek, a nehezen fejthető rétegek - jelentősen befolyásolhatják a beruházási költségeket.

Ezt a megállapítást a KBFI-ben (illetve elődjében a Bányaterv-ben) végzett vizsgálataink messzemenően igazolják.

A megfelelő meddő-fejtő géplánc kiválasztásának egyik fontos feltétele, hogy meghatározzuk az egyszerre fejthető optimális rézsümagasságot és rézsűszöget. Az optimális rézsü az, amelyet a meddő-fejtőgép a leggazdaságosabban fejt - tehát eléggé magas és meredek - de még nem tulságosan omladékony.

A leomlott anyag újra - felszedéséből származó veszteség még kisebb, mint az a veszteség, mely a magas és meredek rézsü fejtéséből származik.

Mint a szerzők által bemutatott esettanulmányok is bizonyítják, a kis szilárdságu felületeknek a rézsüállékonyságban döntő szerepük van, ezek határozzák meg elsősorban az optimálisan fejthető rézsü geometriáját.

A következőkben saját gyakorlatunkból is szeretnénk néhány igazoló példát közreadni.

A bükkábrányi lignitterület "A" mezőjében - mely közvetlenül Bükkábránytól K-re és DK-re terül el - vastag pannon homok alatt vastag lignittelep helyezkedik el. A lignit felett harnisos rétegek települtek. A kisnyirószilárdságú harnisos réteg erősen befolyásolja a homok-meddő fejthetőségét. A következőkben megadjuk a szilárdsági jellemzőket és táblázatosan mutatjuk be a harnisos rétegeknek és dőlési szögének (\mathcal{E}) hatását az $n = 1,0$ biztonság mellett fejthető $\beta = 44^\circ$ hajlású rézsűre, ennek magasságára.

Réteg-jellemzők:

Pannon homoklisztes finom homok:

surlódási szög:	ϑ_1	=	35°
kohézió:	C_1	=	$1,0 \text{ Mp/m}^2$
térfogatsúly:	γ_n	=	$1,85 \text{ Mp/m}^3$

harnisos kövér agyag réteg, amely a rézsülábhöz fut ki

ϑ_2	=	10°
C_2	=	$1,5 \text{ Mp/m}^2$

\mathcal{E} : a harnisos réteg dőlésszöge:

+ előjelű, ha a rézsülábtól a vízszintes sík fölé emelkedik,

- előjelű, ha a rézsülábtól a vízszintes sík alá kerül.

A harnisos réteg hajlásának (\mathcal{E}) és a rézsü magasságának (h) összefüggése: ($n = 1,0$; $\beta = 44^\circ$)

o	h (m)
- 7	30
- 5	24
- 3	22
- 0	18
+ 3	15
+ 5	14
+10	13

Abban az esetben, ha a homokréteg alján nem lenne harnisos réteg, rézsüt $h = 30$ m magasságban lehetne fejteni, ezt a magasságot harnis jelenlétében csak akkor érhetjük el, ha az $\zeta = -7^0$ -os szögben hajlik, vagyis ellenesésben van.

A példából látható a rézsüláb közelében kimetsző harnisos réteg, prefolmált csuszólap igen erős állékonyság-rontó hatása. Arra kell törekedni, hogy a kis-szilárdságu felület a járószint alatt legyen, a következő szeletben pedig a rézsű felső részében foglaljon helyet, mert akkor az állékonyságot csak kevéssé befolyásolja.

A rézsű állékonyságát növeli - mint ez az előadásból is kitűnt - ha padkás rézsüt készítünk, vagy ha a rézsű törtvonalazásu, alsó részén lankásabb. A modern nagy teljesítményű marótárcsás kotrógépeket program-vezérléssel lehet beállítani úgy, hogy padkás, illetve törtvonalozásu rézsüt készítsen.

A következőkben összehasonlítást teszünk háromféle rézsű-alak között, melyek $h = 40$ magasak és ugyanazon géptípussal alakíthatók ki.

- 1.) Hagyományos alak, végig egységes $\beta = 50^\circ$ hajlású rézsű
- 2.) Törtvonalú rézsű: 12 m magasságig (alsó rész) $\beta_1 = 30^\circ$ -os, onnan $\beta_2 = 50^\circ$ -os hajlású,
- 3.) Padkás rézsű: 12 m magasságban $p = 7$ m-es padka van, egyébként a rézsű alul-felül $\beta = 50^\circ$ -os.

Táblázatosan foglaljuk össze - különféle belsőszilárdságú talajokat feltételezve - a surlódási szög (\varnothing) és az ehhez tartozó kohézió-szükséglet (C_{SZ}) értékpárjait, úgy, hogy a rézsű éppen állékony (biztonság $n = 1,0$), legyen.

rézsűtípus									
	hagyományos 1,			törtvonalú 2,			padkás 3,		
\varnothing°	10	20	30	10	20	30	10	20	30
$\tan \varnothing^\circ$	0,176	0,364	0,577	0,176	0,364	0,577	0,176	0,364	0,577
C_{SZ} (Mp/m ²)	8,8	5,5	3,3	7,9	4,9	2,9	6,2	3,7	1,9

(számításba vett térfogatsúly $\gamma_n = 1,85 \text{ Mp/m}^3$)

Látható, hogy azonos surlódási szög mellett az állékonyasághoz szükséges kohézió a hagyományoshoz képest kisebb a törtvonalú és még kisebb a padkás rézsű esetén, így ezeket az utóbbi formákat alkalmazva bővül a még állékonyan fejthető talajok köre, illetve a kevésbé szilárd talajok még nem omlanak le, ha törtvonalú vagy padkás rézsűket alkalmazunk.

A gyakorlatban a döntést a fejtési rézsű alakjára, magasságára - vagyis az alkalmazandó géptípusra - vonatkozóan sok, statisztikusan is feldolgozott in situ és labor vizsgálat alapján kell meghozni. Ezeket a vizsgálatokat pedig

a helyes géprendelés érdekében már az előzetes feltárási fázisban célszerű jó részben elvégezni.

2. Lantos Miklósné (KBFI)

A KBFI Mérnökgeológiai Osztálya 1976. óta folytat olyan karotázstevékenységet, mely a furással harántolt talaj, illetve kőzetrétegződés részletes meghatározását, főképpen pedig a talaj, illetve kőzetfizikai jellemzők in situ meghatározását szolgálja.

Méréseinket térfogatsulyra és hézagterfogatra kalibrált nukleáris szondákkal végezzük, melyek kalibrálása a M. Áll. Eötvös Loránd Geofizikai Intézetnél történt. MÉRŐberendezésünkkel folyamatos adatsorban adjuk meg a térfogatsúlyt, hézagterfogatot és viztartalmat.

E geofizikai tevékenységünk beindítása a Bükkábrány-i lignitkölfejtés geotechnikai vizsgálataihoz kapcsolódik.

Itt végeztük el azokat az összehasonlító vizsgálatokat, amelyekkel a karotázsmérésekből nyert adatokat értékeltük. 4 db kb. 100 m-es talajmechanikai furás teljes maganyagán végzett laboratóriumi vizsgálati eredményeket hasonlítottunk össze a karotázsmérésekből nyert adatokkal. Az eredményt a mellékelt ábrák (1.2.3.sz.) mutatják be, ahol egy furás felső kb. 45 m-es szakaszához tartozó adatok láthatók.

A felső kb. 25 m-es összefüggő anyagban, ahonnan jó megtartású magokat kaptunk a kétféle uton nyert adatok jól egyeznek.

A kb. 25-33 m közti homokos, homoklisztes szakaszon a laboratóriumi adatok lazább állapotot mutatnak, mint a karotázis adatok.

Ez a gyengén kötött anyagu minták fellazulásának következménye. A lignites szakaszból laboratóriumi mérések nem készültek.

A 40 m alatti szakaszon, ahol az agyagrétegek laboratóriumi hézagterfogat értékei nagyobbak a karotázsból nyert adatokénál, a magok expanziója következtetett be.

Megállapítható, hogy a karotázsmérések az in situ állapothoz közelebb álló talajfizikai jellemzőket szolgáltatnak.

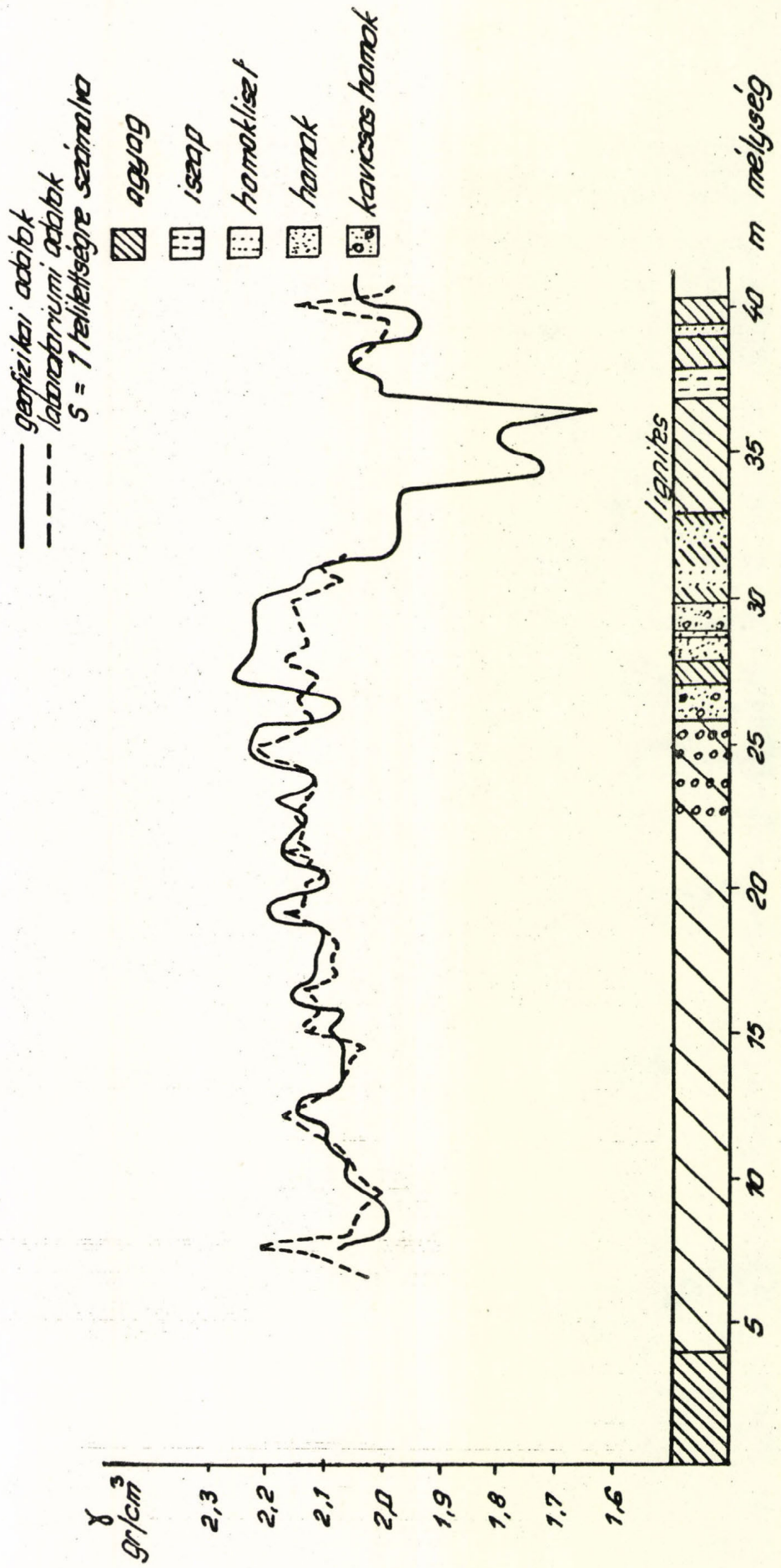
További talajfizikai jellemzők meghatározására végzett vizsgálatainkat szintén lignitkülfejtéshez kapcsolódó geotechnikai vizsgálatok során végeztük. A Torony-i lignitterületen a külfejtés rézsüi állékonyságának, illetve víztelenítésének megítéléséhez fontos ismerni egyrészt a kedvezőtlen igen kövér agyagrétegeket, másrészt a szemcsés rétegek finomszemcse tartalmát. Ennek megismerése érdekében összehasonlítottuk a természetes-gamma karotázsszelvényről kiolvasott gamma intenzitás értékét és a hozzá tartozó folyási határt (W_L), illetve finomszemcse tartalom (HI+I+A%) értéket. (4. és 5. ábra). Az ábrákon egy furás adatai láthatók. A közölt adatokból megállapítható, hogy a természetes gamma intenzitás az ilyen kövér agyagok kijelölésére, valamint a szemcsés rétegek tájékoztató minősítésére már ez összefüggések alapján is felhasználható.

Az összefüggés elvi alapjainak tisztázására, és a továbbfejlesztési lehetőségek megítélésére laboratóriumi, ásványtani és radiológiai vizsgálatokat kezdeményeztünk.

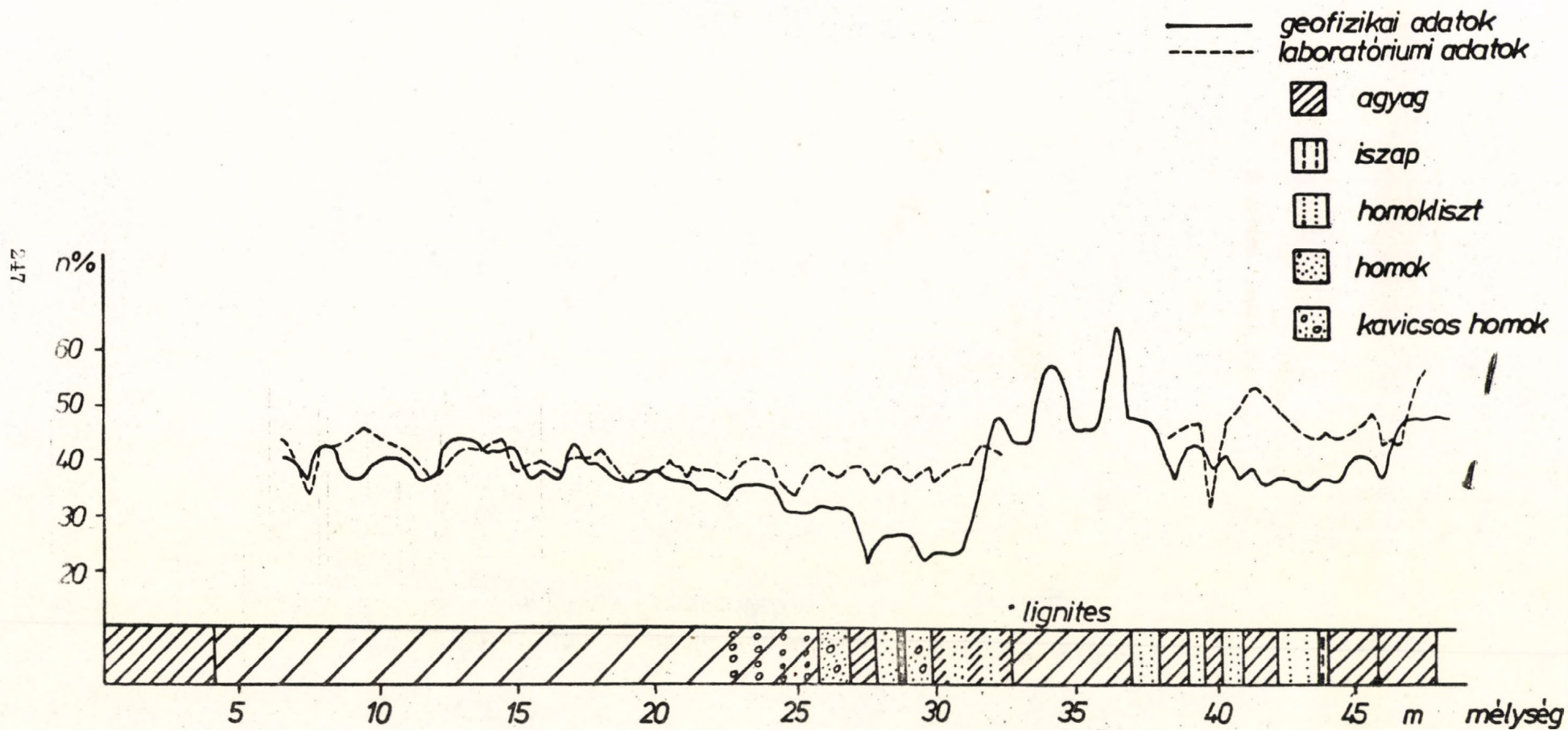
A magyarországi felső pannon lignitelőfordulásainak közös jellemzője a meddőrétegsorban előforduló mozaikos, illetve harnisos, kisnyirószilárd-ságu agyagok. Ezek kimutatására is alkalmasak a karotázsgörbék (6. ábra). Az agyagféleségek már természetes állapotukban lazábbak, illetve könnyen kavernásodnak, így a neutron-neutron szelvényen minimummal a gamma-gamma szelvényen relativ maximummal jelentkeznek.

Ezen igen vázlatosan bemutatott eredmények jelentőségét elsősorban abban látjuk, hogy mivel egy külfejtéses területen karotázsmérések minden furásban történnek, a talajmechanikai furások pedig az összes kutatófurásnak a 10 %-át sem érik el, a geofizikai eredmények révén a geotechnikai értékelésbe az összes kutató furás bevonható.

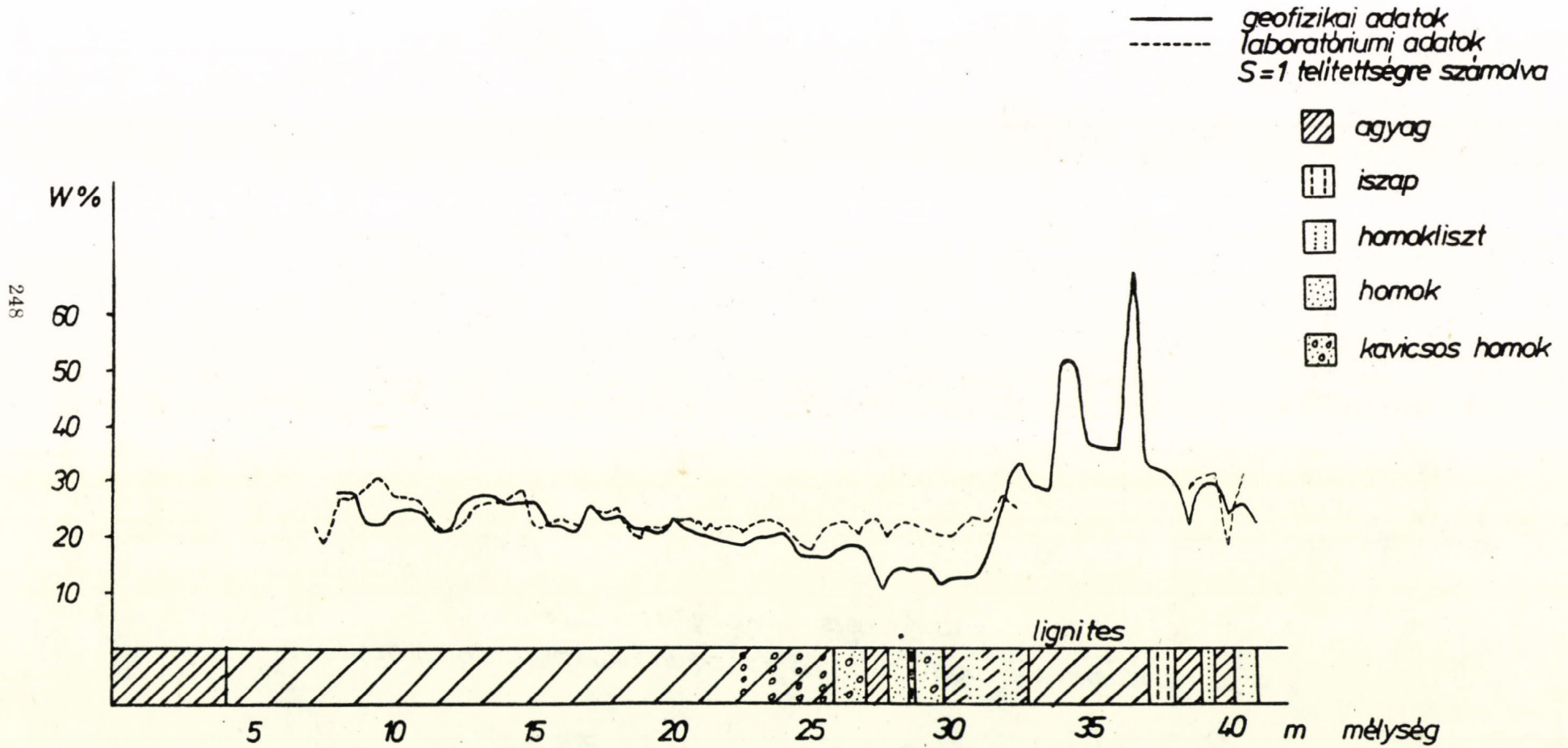
A természetes térfogatsúly laboratóriumban és geofizikai úton meghatározott adatai a fúróllyuk szelvényében.

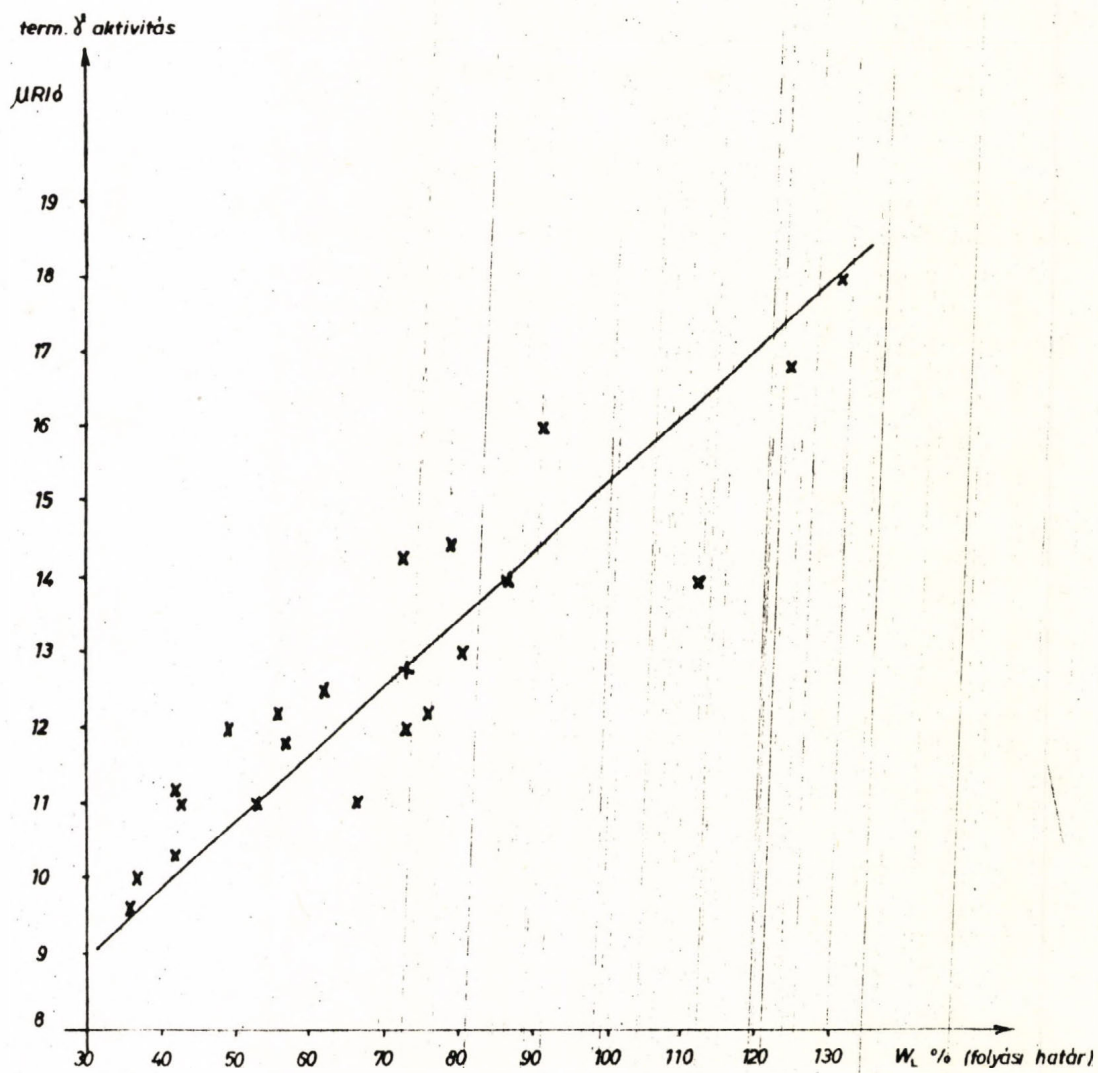


A hézagterfogat laboratóriumban és geofizikai úton meghatározott értékei
a fúróluk szelvényében



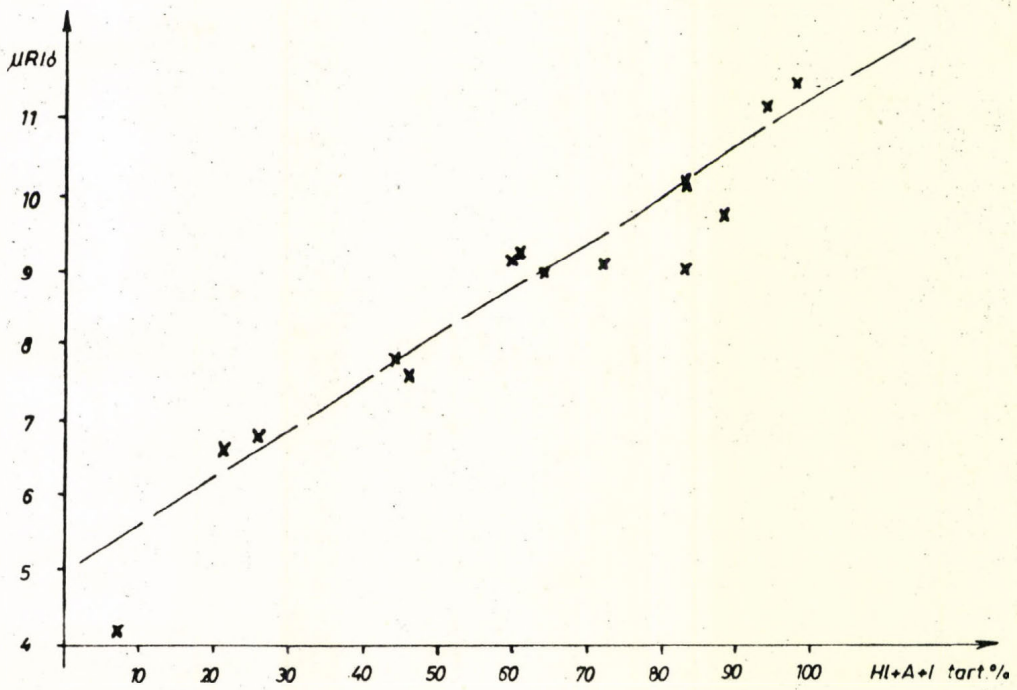
A víztartalom laboratóriumban és geofizikai úton meghatározott értékei a fűrőlyuk szelvényében





4. sz. ábra

term. γ aktivitás



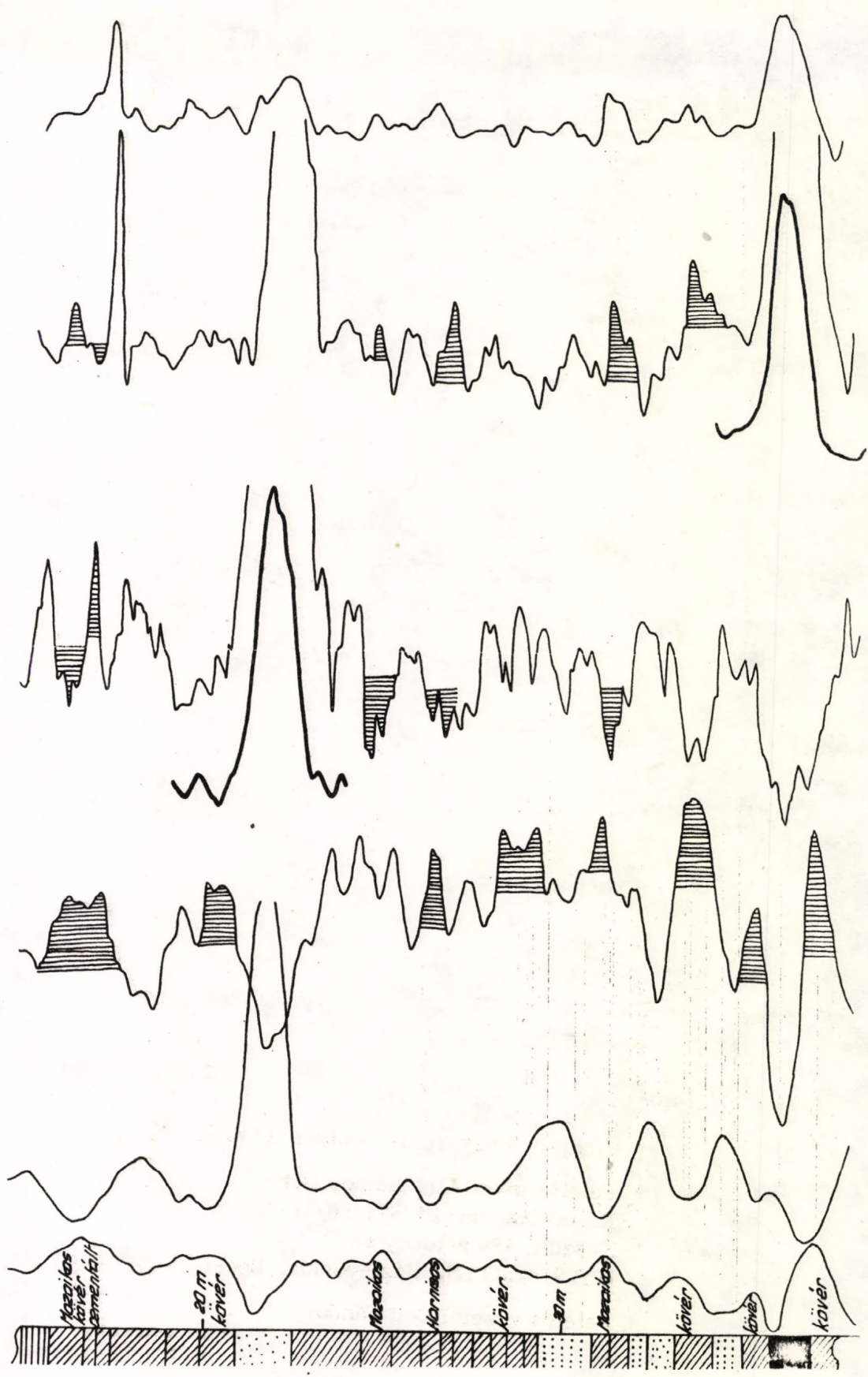
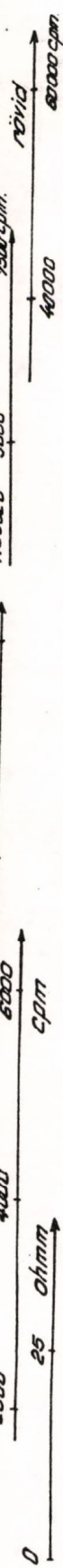
5. sz. ábra

Kompensált gamma-gamma

Neutron-neutron

Természetes gamma

PS. R.



Kiadja: Magyarhoni Földtani Társulat

Felelős kiadó: dr. Hámor Géza

Engedélyszám: III/SZI/86/1976.

Készült: 480 példányban

80/2286/MTESZ Házinyomda, Bpest.

Felelős vezető: Deli Sándor