

# KIEGÉSZÍTÉSEK A KARSZTVÍZBETÖRÉSEKKEL KAPCSOLATOS MEGFIGYELÉSEKHEZ ÉS AZOK MAGYARÁZATÁHOZ

Javaslatok a veszélyeztetett körzetek kijelölésének  
pontosabbá tételére és a védekezési eljárásokra\*

JANOSITZ FERENC – JANOSITZ JÁNOS

Kézirat beérkezett: 1977. november 23.

## 1. A karsztvízre vonatkozó ismereteink rövid áttekintése

### 1.1. Karsztvíz

A mészkő vagy dolomit alaphegység repedéseiben, hasadékaiban és barlangjaiban levő és onnan származó víz.

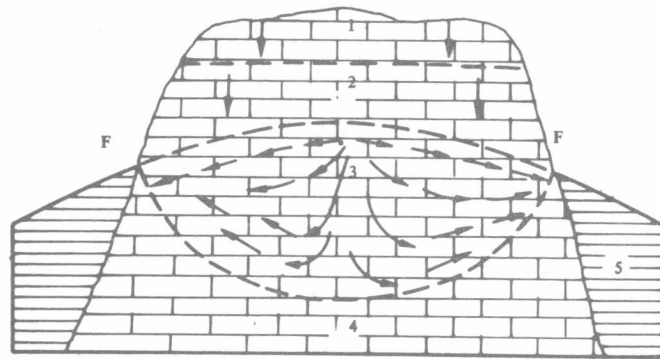
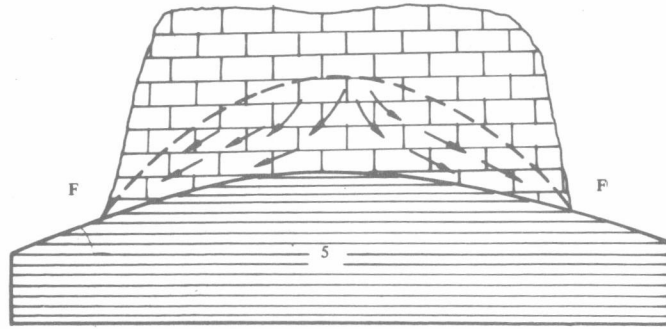
### 1.2. Karsztvíznívó

A mészkő vagy dolomit alaphegység egy adott pontjában a karsztvíz nyomásmagasságának a pont tengerszint feletti magasságával megnövelt értéke.

### 1.3. A karsztvizet tároló és vezető járatok, repedések összefüggése

A megfigyelések alapján a karsztvizet tartalmazó repedések, hasadékok összefüggése bizonyítottan tekinthető. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy az egyes területek pontjaihoz rendelt karsztvíznívó értékek összefüggő, folytonos felületen helyezkednek el. E karsztvíznívó a Dunántúlon, a Bakony magasabb hegyeitől északra a Duna felé, délen a Balaton felé általában csökken.

\* A dorogi szénmedencében alkalmazandó triászvíz elleni védekezési eljárások kidolgozására 1976. októberében az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesülethez benyújtott pályamunka első fejezetének rövidített anyaga.



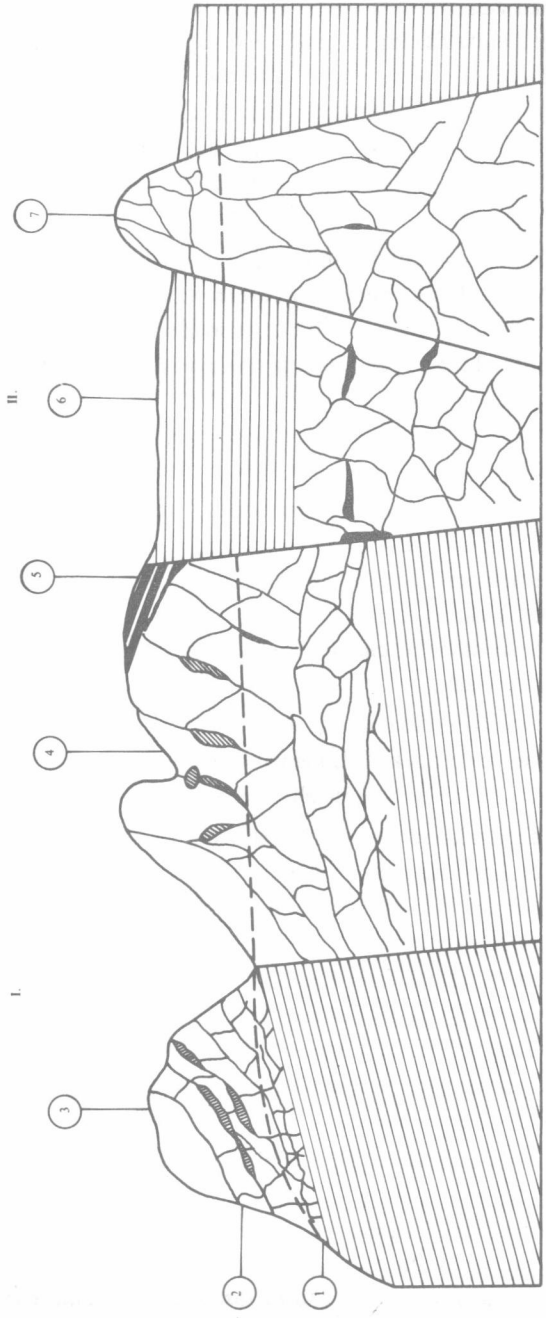
Az autogén karszt két típusa és korróziós szintjei a mérsékelt övi közephegységek karsztfejlődése első időszakában. (Jakucs L. 1970. szerint).

a., autogén karsztvíztükrre (lencsezónája) „támaszkodó” karszt esetében;

b., autogén karszt lencsezónája (3) a karsztos erózióbázis szintjénél mélyebbre terjedő mészkőtömb esetén;

1. – beszivárgási karsztzóna, elsődleges mészsoldással
2. – alászivárgási zóna, másodlagos nyomásos mészsoldással és keveredési korrózióval
3. – karsztvízlencse zónája
4. – inaktív karszt mélykarszt zónája
5. – vizzáró kőzet
- F. – forrási zóna, édesvízi mészkőképződés lehetőségével

1. ábra



- 1. Támaszkodó karszvívóv
- 2. Leszálló karszvívóv
- 3. Sökély karst
- 4. Mély karst
- I. Nyírtott karst
- 5. Szabad szintű fedett karst
- 6. Lesorított szintű fedett karst
- 7. Kibukkánó karst
- II. Fedett karst

2. ábra

Ettől az általános tendenciától helyi eltérések figyelhetők meg. A karsztvízrendszer tulajdonképpen a karsztban vízzel töltött összefüggő repedések rendszere. E kőzetben levő hasadékok méret szerinti eloszlása lognormális [80]. Ebből következően a nagyobb méretű hasadékok ritkábbak. De mivel ezek nagyobb töréshez kötöttek, sokszor igen hosszú jó vízvezető képességű sávot – vonalat alkotnak. Ezzel magyarázható a karsztvíz megcsapolásakor pl. Dorogon, Tatabányán és Tapolcán is megfigyelt jelenség, amikor a megcsapolás helyétől 2–3 km-es távolságban mérhető karsztvíznívó süllyedés esetenként 20–30 kilométerre is megfigyelhető volt.

Ezek a jelenségek *Katzer* [61] karsztban levő különálló kavernák elméletét látszanak igazolni. Ha azonban hosszabb ideig és minden irányban megfigyeljük az ilyen karsztvíznívó süllyedéseket, megállapíthatjuk, hogy a süllyedés minden irányban, ha más-más mértékben is, de nyomon követhető. Tehát ilyen esetekben is egyértelműen helytálló *Grund* [62] elmélete a karsztjáratok összefüggéséről.

Ezt nemcsak karsztvíznívó megfigyelésekkel, hanem elméleti megfontolásokkal is alá lehet támasztani. Vizsgáljuk meg ennek érdekében a karsztban levő vizek mozgását.

A [81. 195–196. o.] a vízmozgás alapján autogén (*1. ábra*) és allogén típusú karsztot különböztet meg. „*Autogén* típusú karszt, ha mészkőtömb a nem karsztos kőzetekből felépült környezet fölé úgy emelkedik, hogy ez utóbbiakról a karszt felé vízáramlásra nincs lehetőség. Ebben az esetben a karszt formálásában csak a karsztos tömbre hullott csapadékvizek vehetnek részt. Ezzel szemben az *allogén* típusú karsztok mészkőtömbjére nem karsztos domborzatról is érkeznek vizek.”

A vízveszélyes ásványelőfordulásaink a *2. ábrán* [64. 10. o.] értelmezett leszorított szintű fedett karszt felett helyezkednek el. E karsztokra az *1. ábrán* vázolt (autogén) vízmozgások az ásványelőfordulások keletkezése előtt lehettek jellemzők.

A leszorított szintű fedett karsztok egyúttal allogén típusúak is. Tehát e karsztba nemcsak karsztos domborzatról, hanem egyéb domborzatról is juthat csapadékvíz. Ez a tény a *karsztos alaphegységek dinamikus vízkészletének becslésénél* fokozottabb óvatosságra int. A vízveszélyes előfordulásaink alatt tehát a környező karsztos és nem karsztos domborzatról beszivárgó vizek áramlanak. Ezen túlmenően a karsztosodottság miatt számolni kell távolabbról érkező vizekkel is. Ahogyan 1932-ben is megállapították már [148. o.] : . . . „területünk mészkőrögeibe beszivárgó víz csak egy részét képezi a mészkőben keringő vízmenyiségnek; nagyobb része nyilván a távolabbi környékből ered, s mozog területünkön át ismeretlen kilépési helye, illetve helyei felé . . .”

Tehát a karsztba került víz az ásványelőfordulások alatti kavernákon keresztül is áramlik a forrási zóna felé. Ez az áramlás az évmilliók során minden bizonnyal kialakított a külszíni vízrendszerhez némiképp hasonló kavernarendszert. Azzal a lényeges különbséggel, hogy a karsztbeli vízrendszer járatai többnyire zártak és térben nemcsak egymás mellett, hanem egymás felett is kialakulhattak. A hasonlóság abban és akkor van, ha a tektonika és a vízáramlás miatt a forrási zóna irányában a kisebb karsztjáratok vizét egyesítő nagyobb karsztjáratok alakultak ki.

E kavernarendszer elsődlegesen képződött legjelentősebb járatai a tektonikai törések. Már e törések alapján is belátható a karsztjáratok közötti összefüggés léte, hiszen a karsztvízveszélyes ásványelőfordulásainknál megfigyelhető nagymértékű tektonizáltság miatt sem elképzelhető, hogy például a Dunántúl karsztvízei egymással ne legyenek összefüggésben. Itt természetesen nemcsak a makro, hanem a mikrotektonikára is gondolni kell.

A kavernarendszerek mai alakja e tektonikai törésekből, repedésekből alakult ki a vízáramlás hatására. Ha ma a kavernarendszer vizét megcsapoljuk, az egyidejűleg nagy távolságban is jelentkező karsztvíznívó süllyedések csak azt jelzik, hogy a kavernarendszer valamely járatában az átlagosnál lényegesen kisebb az ellenállás.

#### **1.4. A karsztvíznívó változását előidéző tényezők**

##### **1.4.1. A lehullott csapadék mennyisége**

A lehullott csapadék mennyiségének változását, körülbelül öt hónapos késéssel lehet nyomon követni. [3. 221–22. o., 70. 3. *ábra*] a karsztvíznívó változásában.

##### **1.4.2. A karsztvíz megcsapolása**

Általánosan ismert, hogy a karsztvíz megcsapolását annak helyén és környezetében a karsztvíznívó süllyedése követi [69, 80].

##### **1.4.3. A külszín légnyomásváltozása**

A [69. 77. old.] szerint: „A víztükör helyzetét erősebben és sokszor hosszabb időszakra befolyásolja a külszíni légnyomás. Amint a bemutatott grafikonon is látszik, ez az összefüggés igen szembetűnő. Az eddigi megfigyelések alapján megállapíthatjuk, hogy fordított arányú összefüggéssel 1 hgmm légnyomásváltozás kb. 1 cm vízszintingadozást eredményez. A légnyomás általános ingadozásának megfelelően ezért nem ritkák a 10–12 cm közötti víznívó ingadozások.”

#### **1.5. A karsztvízbetöréseknél megfigyelt jelenségek**

##### **1.5.1. A vízbetöréseket megelőző jelenségek**

###### **1.5.1.1. A vízbetöréseket megelőző nyomásjelenségek**

Mind a fejtésekben, mind a vágatokban bekövetkezett vízbetörések jelentős részénél megfigyelték a víz jelentkezése előtt a talpnyomás növekedését. A megváltozott talpnyomás igen gyakran jelentősen deformálja, tönkreteszi a beépített biztosítószerkezeteket.

A nyomásnövekedés általában a víz megjelenésével megszűnik. Érdekes tapasztalat az, hogy sok esetben a bányatértségben jelentkező kis mennyiségű vizet is igen nagy nyomásnövekedés előz meg.

###### **1.5.1.2. A vízbetöréseket megelőző hangjelenségek**

A bányatérség felé már utat talált víz eleinte sokszor csak kis mennyiségben jelentkezik, majd rohamosan növekszik. A mennyiség gyors növekedését többnyire erős hangjelenségek előzik meg. E hangjelenségeket jegyzőkönyvekben többnyire a következőképpen jellemzik: erős morajlás, távolabbi robbantásra emlékeztető morajlás. Ugyanezeket a hangjelenségeket hallották nagyobb vízbetörések környezetében fúrt bányabeli kutatófúrásokból is.

## **1.5.2. A karsztvízbetöréseknél leírt vizek**

### **1.5.2.1. A jelentkező vizek színe**

*Tejfehér:* a bányába betörő karsztvizet szinte kivétel nélkül zavarosnak találják. A konkrétabb színleírások egy része tejfehér színt is említ.

Ezt minden bizonnyal a nagy nyomás alatt levő karsztvízben lekötött gázok okozzák, amelyek a nyomás csökkenésével felszabadulnak. Természetesen okozhatja a tejfehér színt az esetenként mészkőlisztet szállító víz is. Tejfehér színt említenek pl. a dorogi XXI-es akna 1966. november 23-i  $18 \text{ m}^3/\text{p}$ -es vízbetörések leírásánál.

*Barna:* a fekümárga törmeléket hozó vízbetöréseknél.

*Fekete:* ha a víz széntörmeléket is szállít.

### **1.5.2.2. A betört vizek laboratóriumi elemzése**

Vízbetörések alkalmával elvégzett vízelemzések fontos információkat szolgáltatnak a víz eredetére. [56] Az elemzésből általában egyértelműen megállapítható, hogy a víz karsztjáratokból vagy más jellegű tárolókból származik.

Előfordulhat, hogy nagy volumenű cementálás a karsztvíz ásványi anyagtartalmát alapvetően megváltoztatja. [53]

## **1.5.3. A karsztvízbetörések vízhozamának alakulása**

A dorogi szénbányászatban megfigyelt vízbetörések hozama többnyire változó. „Jellemző, hogy a fakadó vizek hozama általában viszonylag rövid idő alatt maximális értékig növekszik, majd a gyorsabb vagy lassúbb vízhozamcsökkenés következik be.” [80. 103. o.]

Némileg eltérő tapasztalatot tükröz a következő idézet: „A vízbetörések 50%-ában a vízhozam azonnal teljes nagyságban jelentkezett. Némelykor azonban az napok, hetek leforgása alatt, sőt, maximális értékben 2,5 év múltán következett be.” [23. 546. o.]

A víz mennyiségének növekedése egyértelműen magyarázható a vízvezető járatok tisztulásával, bővülésével. A mennyiség csökkenés oka pedig az lehet, hogy

- a vízvezető járatok szűkültek, eltömődtek,
- a közelben a vízbetörések szintjénél magasabban lévő nagyobb vízjáratok, barlangok kiürültek és a vízutánpótlást biztosító járatok, repedések keresztmetszete kicsi,
- miután a bányatérség és a karsztvízjáratok közötti összeköttetés kialakult, a vízbetöréseknél képződő depressziós tölcsér tágulni kezd. E tágulás a vízbetörés környezetében a karsztvíz nyomásának csökkenését jelenti. Ez maga után vonja a bányatérségbe áramló víz mennyiségének a csökkenését mindaddig, amíg a dinamikus egyensúly helyre nem áll.

## **1.6. A vízveszély és a hegységszerkezet összefüggése**

### **1.6.1. A vízveszély vetődésektől, törésvonalaktól való függése**

A vízjáratok elsősorban a vetőzónában keletkeznek. Ezt igazolja a kérdéssel foglalkozó valamennyi elemzés. Ezek megállapításai szerint a vízbetörések túlnyomó többsége (75–96%-a) vetők mentén, vagy a vetők töredezett zónájában következett be.

A vetősík mellett közvetve vízveszélyesnek kell tekinteni minden olyan síkot, ahol dilatáció észlelhető, vagy várható. Például törésvonal elmozdulás nélkül, felboltozódás te-  
tején a leginkább igénybevett áthajlás környéke flexurás vonszolódások háttere, pikkelyes  
megtörődések háttere, vetőkereszteződések csomópontjai, ollószerűen szétnyíló vetők, va-  
lamint a keskeny konvergáló tektonikus árkok csomópontjának a környéke.

A veszélyesség elbírálásánál a levetőnél a felvető mindig veszélyesebb. „Az igazoltan  
vetőmenti vízbetöréseknek ugyanis csak 10%-a történt a vető felső szintjén.” [23. 544. o.]  
Helytelen tehát az a nézet, amely szerint vízbetörés csak a vető mélyebb szintjén fordulhat  
elő.

### 1.6.2. A vízveszély védőrétegtől való függése

Az egyes bányamezők vízveszélyességét a tektonikai viszonyokon kívül védőrétegviz-  
szonyok is befolyásolják. A védőréteget vastagsági, minőségi és tektonikai adatok alapján  
a fajlagos védőréteg ( $\nu$ ) viszonzszámával jellemezzük. A bányászkodás során nyert tapaszt-  
alatok alapján a bányamezőt 0–1 [m/atm] fajlagos védőrétegvastagság esetén erősen, 1–2  
[m/atm] között közepesen, 2 [m/atm] felett kevésbé karsztvízveszélyesnek tekintjük. Az  
ÁBBSZ szerint vízveszélyről csak 6 [m/atm]-nál nagyobb fajlagos védőrétegvastagság esetén  
nem beszélünk.

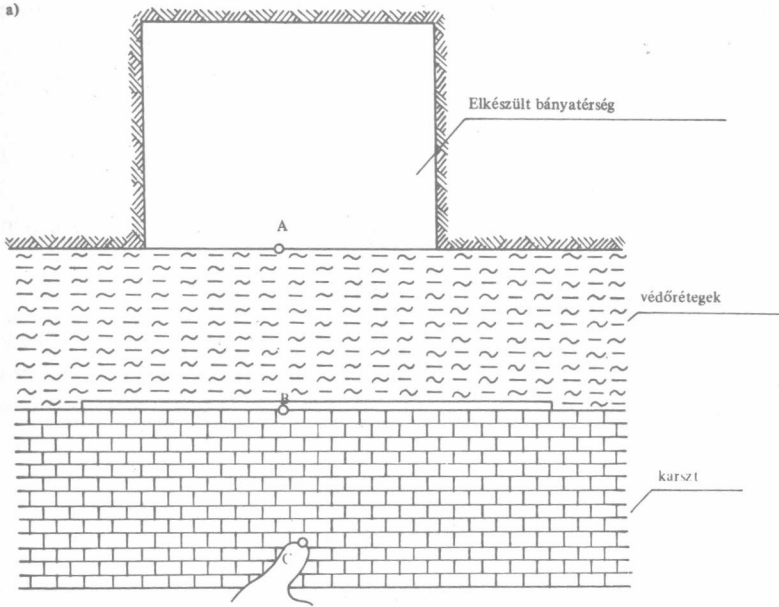
### 1.6.3. A vízbetörések hidrogeológiai vonatkozásai

A vízbetörés  $q$  hozama, a vízhozam időbeli alakulása, a vízbetörés környezetének  
földtani, vízföldtani tényezőitől függ.

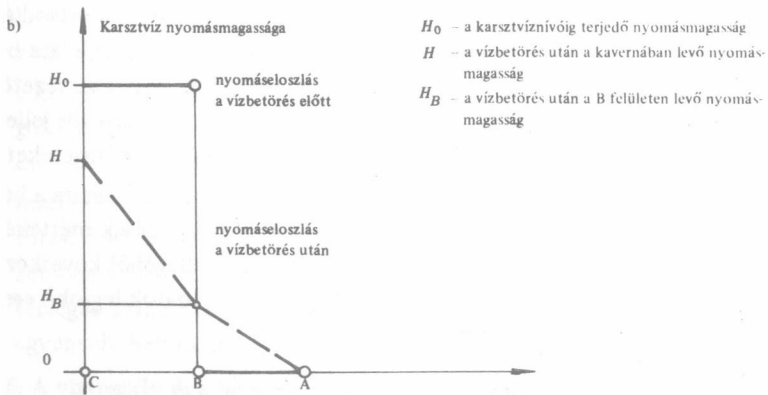
A vízbetörések hozama igen változó, értékkészlete széles határok között mozog (0–  
120 m<sup>3</sup>/p). A tapasztalat szerint a kisebb hozamú vízbetörések a gyakoribbak, míg a na-  
gyobb hozamú vízbetörés viszonylag ritkán fordul elő.

A vízbetörés hozama a víztároló kőzet jellegétől és vízzállítási tényezőjétől függően  
változik. Minél nagyobb a víztároló vízzállítási tényezője, annál nagyobb hozamú vízbetö-  
rés fakadhat. A kőzetek vízraktározó- és vízvezetőképességét a kőzetekben másodlagosan  
kialakult járatok mérete, térbeli elhelyezkedése és a járatok kölcsönös kapcsolata befolyá-  
solja. A vízbetörések hozam szerinti, a vízzállítási tényezőnek, valamint a vízvezető jára-  
tok méret szerinti eloszlását vizsgálva a kapott sűrűség függvények lognormális jelleget mu-  
tatnak, igazolva a hidrodinamikai megfontolások alapján levezetett összefüggéseket [80].

A vízbetöréseket okozó vízvezető járatok hidrodinamikai tulajdonságaira a hozam  
nagyságából a vízbetörés környezetében megfigyelhető vízszintsüllyedések mértékéből,  
vagy az elfulladás követően esetlegesen felvehető  $q$ – $H$  diagram jellegéből következtethe-  
tünk. Kis vízhozam (1 [m<sup>3</sup>/p] nagyságrend) esetén a begyűjthető adatok legjobb esetben  
is csak igen szűk környezet adatait reprezentálják.



- A – a vízbetörés helye  
 B – a tektonikus repedésrendszerből származó karsztvíz támadási felülete  
 C – nagyobb vízutánpótlást biztosító kaverna



3. ábra



## 2. A megfigyelt jelenségeket magyarázó általánosítható vízbetörésfolyamatok leírása

### 2.1. A víztároló-vízvezető kavernákra való közvetlen lyukasztás

A magasabb szinteken folytatott bányászkodás során a vízbetöréseket elsősorban a vízvezető-víztároló kavernákra, illetve azok közelében levő vízjáratokra való lyukasztás okozta. Esetenként kavernára lyukasztás miatt közvetlenül a karsztvíznívó alatt is bekövetkezett olyan volumenű vízbetörés, amely a bánya elfulladásához vezetett. [63. 111. o.]

Valamely közeli kavernához vezető vízvezető járatra való lyukasztás esetén a betörő víz általában rövid időn belül zavarossá válik, hordalékot hoz és mennyisége megnő.

### 2.2. Talpnyomás-növekedés után jelentkező vízbetörések

A karsztvíz igen gyakran nem a karsztrendszerbe való lyukasztás miatt tör a bányába, hanem azért, mert a nagy nyomású karsztvíz a vízzáró rétegeken is áthatol. Ez a 3. ábra alapján a következőképpen történik.

Az összefüggő karsztrendszerben levő víz a víznívó által determinált sztatikus nyomással terheli a bányatérség környezetében levő kőzeteket. Ez a nyomás nagyobb mélységekben igen nagy (40–50 kP/cm<sup>2</sup>) lehet. A bányatérsegeket pedig a talpnyomás ellen esetenként nem biztosítják, ebből következően a karsztvíz nyomását ilyenkor a bányatérség talpa felől nem ellensúlyozza semmi (3. ábra).

Az állandóan ható nyomóterhelés pedig a kőzetekben kúszási jelenségeket idézhet elő. Ennek következtében a bányatérsegekben talpnyomást, talpduzzadást tapasztalunk. E jelenségek bekövetkeztéhez a védőrétegek vastagságától és szilárdságától függően esetenként igen tetemes időre van szükség.

*A kőzeteknek a bányatérség térfogatát csökkentő elmozdulása, a fekéretek elhajlása egyúttal a mozgásokkal ellentétes irányban a kőzetekben nagyobbodó hézagok, újabb repedések keletkezését is jelenti. A nagy nyomás alatt levő karsztvíz ezeket kitölti. Ez általában a karsztvíz és a bányatérség közötti távolság csökkenésével és a víz káros nyomásának újabb felületeken való jelentkezésével is jár.* E hatások miatt a kőzetmozgás folyamata folyorsulhat, és tart mindaddig, amíg a deformált kőzetek repedésein a víz utat nem talál a bányatérsegekbe.

Itt kell kihangsúlyozni, hogy a karsztvíz nyomása mellett a kőzeteket többnyire a földkéregben levő egyéb feszültségek is terhelik.

Többek között ki kell emelni a földrengéssel, a holdjárással (a napfolttevékenységgel) és az egyéb földkéregmozgásokkal járó feszültségeket.

Ezek a hatások ilyenformán mind szerepet játszhatnak a vízbetörések bekövetkezténél. A földrengések szerepét a [39] igazolja. Hasonlóképpen meg kell itt említenünk a robbantások hatását is. Ez a földrengésekkel ugyan nem mérhető össze, de gyakoriságuk miatt szerepet játszhatnak a védőrétegek tönkremenetelében.

Miután a víz már megjelenik a bányatérsegekben, az 1. a. ábra B és C ponttal jelzett helyein a víz nyomása csökken (3. b. ábra).

A 3. a. ábrán vázolt karsztvízrendszer védőréteg felé eső úgynevezett „támadási” felülete idealizált esetet tüntet fel. A támadási felület esetenként magában a karsztban van. Ugyanis a védőréteg nélküli területen is voltak olyan vízbetörések, amelyek a bányatérség kihajtása után következtek be.

A 3. b. ábra nyomásgörbéjének lefutása a kialakult vízjáratok hidrodinamikai ellenállásától függ.

### 3. A karsztvíz elleni védekezés legfontosabb feladatai

#### 3.1. A fakadó vizek mennyiségének csökkentése

A víz mennyiségének csökkentése érdekében eddig alkalmazott módszerek a következők:

- védőpillérek kijelölése a vízveszélyes vetők mentén [30, 71]
- a kutató fúrásoknál talált és a vízbetöréseknél megkeresett kavernák elcementálása.

Vegyük sorra ezeket a módszereket.

##### 3.1.1. Védőpillérek kijelölése a vízveszélyes vetők mentén

A kérdéssel kiterjedt irodalom foglalkozik. Az azokban foglaltak ismétlését e helyen mellőzzük. Viszont fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a vízveszélyes szénmedencéinkre általában igen nagyfokú tektonizáltság jellemző. Éppen ezért, ha valamennyi vető mentén vízvédelmi pillért jelölnének ki, ez olyan mértékben csökkentené a leművelhető szénvagyont, hogy a bányászat eleve gazdaságtalan lenne. Mindamellett a vízveszély így sem szűnne meg teljes mértékben, hiszen a témában elvégzett vizsgálatok közül egyetlen egy sem köthette a vízbetöréseket 100%-osan a vetőzónákhoz. [14, 23]

##### 3.1.2. A kutatófúrásokkal feltárt és vízbetöréseknél megkeresett kavernák elcementálása

A kutatófúrásoknál talált kavernák eddig elvégzett elcementálásának hatását nehéz felmérni, viszont a vízbetöréseknél megkeresett kavernák elcementálásánál elért eredmények mindenképpen biztatóak. [14]

A Bányászati Kutató Intézet 1952-ben elvégezte a vízbetörések elfojtására alkalmazott *Schmidt*-féle cementálási eljárás adatainak értékelését. Ennek eredményét a következő táblázat adatai szemléltetik. [14, 652. o.]

Víz állapota	Sikeres	Részben sikeres	Sikertelen
Nyugvó vízben végzett cementálások	75%	18%	6%
Áramló vízben végzett cementálások	48%	7%	45%
Duzzasztott vízben végzett cementálások	54%	40%	6%

### 3.2. A fakadó vizek befogása és elvezetése

A bányákban fakadó vizeket szinte minden esetben a fakadási helytől el kell vezetni a bányákban kiképzett vízmentesítő állomások valamelyikére.

A vízvezetés történhet:

- gravitációs úton és
- szivattyúval.

A gravitációs úton való elvezetés során megkülönböztethetünk:

- csorgókban, illetve
- zárt csővezetékben

való vízvezetést.

A bányában fakadó víznek zárt csőben való elvezetéséhez vagy duzzasztógátra vagy ládázásra van szükség. Feltétlenül ládába kell fogni a fakadó vizet, ha a vízfakadás helyét tömedékelni kívánjuk.

A vizek elvezetésének súlyos problémája az, hogy a víz hordalékot szállít és az a víz- elvezető csatornában és a zompokban lerakódik.

### 3.3. A fakadt vizek külszínre szállítása

A vízmentesítő telepek kiképzésének és telepítésének eddig alkalmazott módszerei általánosan ismertek. A bűvárszivattyúkkal elért eredmények – főleg a vízbetörésveszélyes bányáknál – háttérbe szorították a horizontális szivattyúrendszerek alkalmazását.

A horizontális szivattyúzási rendszer legfőbb hátránya a bűvárszivattyúzással szemben a következő:

A főszivattyútelepet általában magasabb szintre telepítették, hogy egy esetleges nagyobb vízbetörés esetén az alapkőzet és az abból nyíló mélyebb szintű vágatok tartalékszompként szolgálhassanak. A mélyebb szinten fakadó vizek éppen ezért újabb szivattyúegységek beépítését igényelték. Ezeket pedig nagyobb vízlökések esetén fel kellett adni. Tehát a beépített szivattyúkapacitást sohasem lehetett koncentráltan üzembe állítani a nagyobb vízbetörés leküzdéséhez.

Különösen érezhető károkat okozott ez akkor, amikor a nagytömegű víz az egyik aknából utat talált valamely szomszédos bányüzem felé is.

#### 4. Ujabb szempontok a vízveszély megítéléséhez

##### 4.1. A nagyobb karsztjáratok vízmennyiséget meghatározó jellege

A karsztvízre vonatkozó ismeretek leírásánál említettük, hogy a vízbetörések hozam-nagságát elsősorban a nagy vízraktározó- és vízvezető képességű járatokkal való kapcsolat határozta meg.

Magától értetődő dolog, hogy egy átlagnál nagyobb méretű, és vele együtt nagyobb vízraktározó és vízvezetőképességű karsztüreg a környezetének repedéseiből fakasztható vízhozam nagyságára is hatással van. Hiszen e repedések vízutánpótlását ez esetben a nagyobb járatok biztosítják. Más szavakkal kifejezve:

valamely bányaterület vízveszélyességét a területén áthaladó karsztvízjáratok közül a legnagyobb vízraktározó és vízvezetőképességgel rendelkező járatok hidrogeológiai paraméterei, illetve az azokból fakasztható vízhozamok jellem-zik.

E nagy járatok szempontjából a környezet kisebb repedései mintegy utánpótlási te-rületül szolgálnak, és együttes átbecsátóképességük a területen fakasztható maximális víz-hozamok nagyságát határozzák meg. A természetes vagy megcsapolás során keletkező áram-lás a bányaterület környezetében a különböző paraméterekkel rendelkező és egymással ösz-szefüggésben levő járatok mindegyikében kisebb-nagyobb mértékben megfigyelhető.

Ha tehát egy bányaterület alatt levő karsztvízjáratok közül a legnagyobb vízraktá-rózó és vízvezető képességűeket megcsapoljuk vagy elcementáljuk, ennek hatása a bányate-rület egészére kihat. A legnagyobb vízjáratok elcementálásával a vízveszély lényeges csök-kenését vagy esetenként annak megszüntét is elérhetjük.

Bizonyítható ez azzal a közismert ténnyel, hogy a bányatérsegekbe betört vizek meny-nyiségének eloszlása lognormális [75]. Vagyis:

*az össz vízhozam nagy része a kisszámú, de nagyhozamú vízbetörésekből szár-mazik.*

Mindamellet az igen nagy vízbetörések leküzdése lényegesen nehezebb. A [75]-ben közölt vízbetörések átlaghozama 2385 lit/perc. Vagyis a figyelembe vett 409 vízbetörés összhozama 975,5 m<sup>3</sup>/perc. A vizsgált vízbetörésekből 33 db-nak (8,1%) hozama haladta meg az 5 m<sup>3</sup>/perc értéket. Ezeknek összhozama 640,9 m<sup>3</sup>/perc (65,7%).

A gondolatmenet nem egészen új, ezt a következő 1932-ben megjelent könyvből vett idézet [63. 162. o.] is bizonyítja. „ . . . Augusztá-aknai egyik árkos vetődésbe történt isza-polás közben a Sárísápon fakadó triász források egyike homokot hozott ki. A nagy távol-ság folytán mutatkozó ezen jelenség újabb rendkívül érdekes bizonyítékot szolgáltat e karszt-patakok dimenziójának nagyságáról, de egyben arra a reményre jogosít, hogy bányáink te-rületét talán csak néhány ilyen főpatak szeli át, s ha azoknak helyét sikerül kinyomozni, feladatunk megoldása rendkívül megkönnyebbedik.”

Ez az idézet természetesen az 1.3. fejezetben a karsztjáratokra vonatkozó megállapí-tásainkat is alátámasztja.

#### 4.2. A nagyobb karsztjáratok felderíthetősége karsztvíznívó megfigyelések alapján

A fakadó vízhozam csökkentése érdekében foganatosítható beavatkozások előfeltétele a bányaterületen áthaladó *nagy* vízraktározó és vízvezetőképességű karsztvízjáratok felkutatása és feltárása.

Ennek során a hidrogeológiai, geofizikai és egyéb földtani kutatások alapján kijelölhető külszíni és bányabeli fúrásokra támaszkodhatunk elsősorban.

A *nagyobb* karsztjáratok felderítésében igen jól hasznosíthatók a vízszintmegfigyelési adatok. A szerkezeti mozgások hatására létrejött kisebb-nagyobb törések mentén kialakult oldási üregek a kőzetek vízvezetőképességének anomáliáit okozzák. Ezek a vízszintmegfigyelő fúrólyukokban azonos időben mért vízszintek segítségével felderíthetők.

A dorogi szénmedence területén a 60-as évek közepe óta folyik rendszeres vízszintmegfigyelés, a szénmedence területén belül 13–15, környezetében 10–12 vízszintmegfigyelő állomással. A megfigyelési helyek száma és területi elhelyezkedése révén az adatok inkább csak a vízszint regionális emelkedését vagy süllyedését jelezték, az emelt bányavíz mennyiségétől és egyéb hatásoktól függően. Anomáliák – regionális értelemben véve – így is kimutathatók. A legutóbbi időszak lecsökkent mennyiségében emelt bányavize mellett ( $Q = 5 \text{ m}^3/\text{p}$ ) 1976. VIII. 1–3. között mért vízszintadatokat feltéve, az izohipszák alapján kirajzolódik egy Gyermely–Sárisáp–Csolnok–Dorog–Esztergom vonalban feltételezhető, nagyobb vízvezetőképességű járat. Ez magyarázattal szolgálhat a XIX. és XII. aknai igen nagyhozamú vízbetörések, valamint a VI. aknán oly gyakori  $10 \text{ m}^3/\text{p}$  nagyságrendű vízbetörésekre is.

Az Ebszönybánya Szabadság lejtakna +34,8 szinten történt  $30 \text{ m}^3/\text{p}$  hozamú vízbetörés (1966. VI. 4.) hatására bekövetkezett vízszintsüllyedések egyrészt ÉNY–DK (Sárisápi nagyvető) irányban Mogyorósbánya és Sárisáp felé, másrészt Sárisáptól D-i és ÉK-i irányban adnak izohipszavölgyet.

A dorogi XXI. akna É-i mező –12. szinti vízbetörés ( $Q = 20 \text{ m}^3/\text{p}$ ) hatására kialakult nyomási felület egyrészt NY-i irányban, az északi peremi feltorlódás mentén, a Gete északi lejtője mentén másrészt D-i irányban mutatott áramlási irányt jellemző izohipsza-völgyet.

Az izohipsza-völgyek kialakulása – amennyiben nagyobb kavernákat is feltételezünk –, minden vízbetörésnél törvényszerű, hiszen az áramlással szemben a kisebb ellenállású kavernák a karsztvíz könnyebb és gyorsabb elvezetését biztosítják. Ebből következően a vízbetörés helyétől a nyomáscsökkenés ezek mentén halad leggyorsabban tovább és mértéke is itt lesz a leginkább számottevő.

Tehát, ha egy bányamezőt megfelelő sűrűségű vízszintmegfigyelő hálózattal látunk el, a karsztvíz mozgása esetén az azonos időben mért karsztvíznívó különbségek, illetve a bányászkodást kísérő vízbetörések miatt mindig mozgásban van. E mozgások fő járatait karsztvíznívó felületén *élesen* kirajzolódó völgyvonalak jelölik ki. Ezt igazolják a dorogi szénmedencében eddig végzett vízszint-megfigyelések, a viszonylag közel fekvő vízszint megfigyelő állomások adatai között megfigyelhető szembetűnő nagy különbségek.

A szembetűnő az, hogy az említett fúrólukak reprezentálta igen kis területen a rögzített adatok értékintervalluma nem sokkal marad el a regionális értékétől. (3–4 m-es változás.)

*Tehát megfelelő sűrűségben telepített megfigyelési pontokkal nagy biztonsággal kijelölhetők a nagyobb kavernák sávjai. Ezzel egyidőben megbízható információkhoz jutnánk a vizsgált terület hidrogeológiai viszonyairól is, amelyek ez esetben számszerűen is kifejezhetők lennének.*

Minden bánya területén olcsó vízszintmegfigyelő hálózatot lehet kialakítani a kutatófúrásokból. Mivel a kutató fúrásokkal egyébként is behatolunk a karsztba, a víznívó megfigyelésre való alkalmassá tételük csak annyiból áll, hogy meg kell oldani a víznívó leolvását vagy rögzítést.

Természetesen, ha a bányaműveletek a fúróluk közelébe érnek, akkor a lyukból eredő vízbetörések megelőzése érdekében a víznívó megfigyelést meg kell szüntetni és a lyukat el kell tömedékelni.

## 5. Javaslatok a karsztvíz elleni védekezés hatékonyságának növeléséhez

### 5.1. A bányüzemekben fakadó karsztvíz csökkentésének javasolt módjai

#### 5.1.1. Preventív cementálás

Az eddigi megfontolások alapján nyilvánvaló, hogy a tervezett bányaműveletek határára belül, illetve annak környezetében található nagy vízraktározó-, vezetőképességű kavernákat célszerű elcementálni.

Ez ugyan nem minden esetben jelentené a vízbetörésveszély megszüntetését, de mindenképpen jelentősen csökkentené azok hozamát.

Az alkalmazás mellett szól, hogy a preventív cementálásnak

- adott a lehetősége,
- bizonyítható a célszerűsége és
- megoldható az eredményesség ellenőrzése.

Az említettek közül vizsgáljuk meg először a sikeres preventív cementálások megvalósításának lehetőségét. A *nagyobb* kavernák külszíni felkutatásának gyakorlati megoldására a magyar bauxitbányászat aktív víznívósüllyesztése mutatott példát. Például a Bakonyi Bauxitbányák területén jelenleg 290 m<sup>3</sup>/perc vizet emelnek 22 db víztelenítő aknából. Az elkészült 28 aknából kettő sikertelen mélyítés, három nem kielégítő vízfakasztás miatt lett kiselejtezve. Egy aknában pedig a víznívó süllyedés következtében, sikeres üzemelés után a víz elapadt. A vízaknák mélyítése előtt minden esetben aknatengely fúrásokat végeznek.

A rendelkezésre álló adatok szerint 24 akna mélyítése előtt csak 22 technikai és 13 db szerkezetkutató fúrást végeztek. 4 régebbi aknához nem sikerült a fúrásokra vonatkozó információkat beszerezniük.

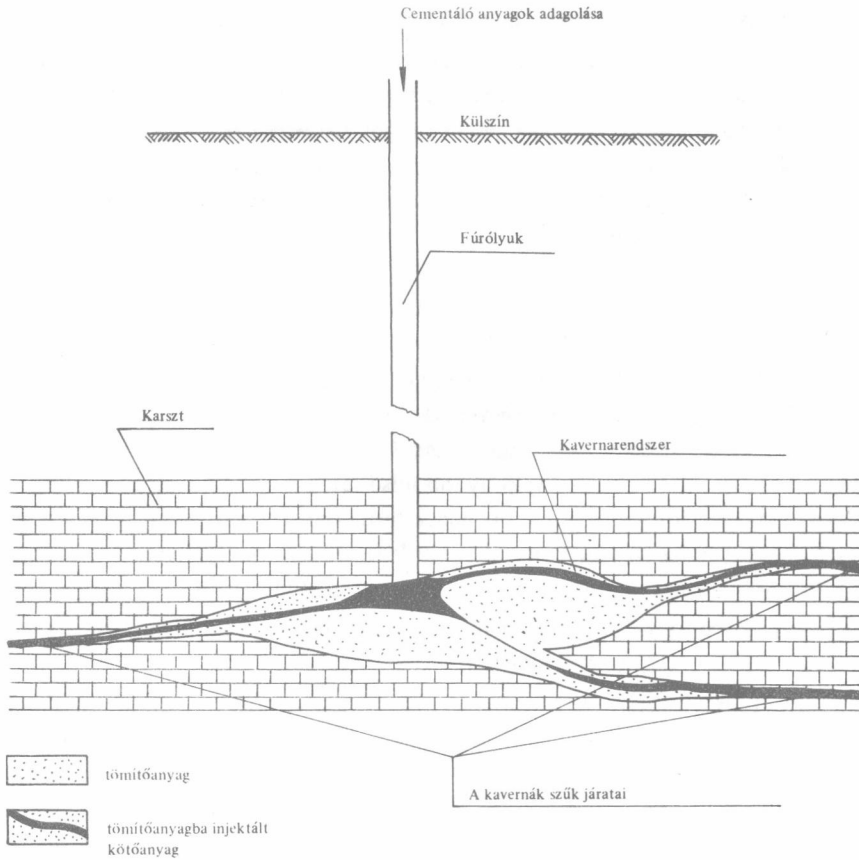
Az üregekből történő vízelvétel és az üregek elcementálása nem tekinthető egyenértékű műveletnek. A bauxitbányászatban megoldott aktív víznívósüllyesztésből mégis levonható az alábbi következtetés:

*A bő vízutánpótlást biztosító karsztjáratok megkeresése megoldható, azokra a külszínről fúrások mélyíthetők. Cementálással e járatok vízvezetőképessége jelentős mértékben csökkenthető.*

A preventív cementálás alkalmazásának célszerűsége is a bauxitbányászat aktív vízsztársüllyedési tapasztalatai alapján igazolható. Jelenleg a Bakonyi Bauxitbányáknál emelt vízmennyiség 290 m<sup>3</sup>/perc. Ez a vízmennyiség a +60–70 m-es szint feletti bauxitlencsék fejtését teszi lehetővé. A karsztvízveszélyes területek műrevaló ásványvagyona Magyarországon a +60 m-es szintnél lényegesen mélyebben helyezkedik el. Tehát *preventív cementálás nélküli, nagyobb mértékű víznívó süllyesztésre a legtöbb karsztvízveszélyes ásványelőfordulásainknál nincs reális lehetőség.*

Állíthatjuk ezt egyrészt azért, mert a kavernarendszer nem teszi lehetővé a lokális víznívósüllyesztést, ebből következően olyan tömegű víz emelésére lenne a mélyebb területek művelésénél szükség, amely eleve gazdaságtalanná tenné a bányászkozást. Másrészt





4. ábra Tömitőanyaggal feltöltött, több fokozatban nagy nyomással injektált kötőanyag elhelyezkedése a kavernában

az ilyen méreteket öltő víznívósüllyesztés környezetkárosító hatása sem egyértelműen tisztázott. Elegendő itt például csak a tatabányai aktív vízszintsüllyesztés tatai hévforrásokat elapasztó hatását említeni. Tehát a karsztvízveszélyes bányüzemek mélyebb szintjein sem aktív víznívósüllyesztéssel, sem az eddig alkalmazott preventív-passzív vízvédellel a biztonság és gazdaságos bányászkozás nem valósítható meg. E problémát megoldó célszerű módszernek a preventív cementálás kínálkozik.

Ezeken túlmenően a módszer alkalmazása mellett szól az is, hogy a cementálások eredményessége ellenőrizhető. Ennek során meg kell vizsgálni, milyen mértékben szüntette meg a cementálás a bányaterületen áthúzódó karsztvíznívó-völgyeket.

A cementálás technológiájára vonatkozóan bőséges tapasztalatokkal rendelkeznek a dorogi szénmedencében. Ezeket itt elismételni felesleges volna. E tapasztalatok felhasználása mellett azonban célszerű lenne megvizsgálni, milyen lehetőségek rejlenek a hagyományos cementáló anyagok (homok, lösz, murva és cement) mellett a műanyagok [66] és más anyagok, például agyag-cement [76, 78] és pernye cement alkalmazásában. A vizsgálatok célja az olcsóbb és hatásosabb cementáló anyagok megkeresése lenne. Az alapvető problémát itt az jelenti, hogy egy-egy fúrólukból a megütött kavernarendszer minél nagyobb környezetét lenne célszerű elcementálni. Ennek egyik feltétele a finom, kis réseken is átáramló cementáló anyag adagolása. De minél tágabb környezetben töltjük fel a fúróluk körül a kavernarendszert, annál nehezebb a beadagolt anyag megkötése.

Nagyobb üregek homok-cementkeverékkel való kitöltése igen drága lenne. Csak a nyelőképesség csökkentésekor való cementadagolás viszont, a homok és cement különböző süllyedési sebessége miatt csak egy vékonyabb felső réteg megszilárdulásához vezet. *Kassai Ferenc* vizsgálatai szerint a dorogi szénmedence területén szinte mindenütt fellelhető lösz a cementtel együtt ülepedik, így vastagabb, bár kisebb szilárdságú rétegek képződnek. Ez a későbbi kimosásveszély szempontjából mindenképpen előnyösebb.

A cementáló anyagok elemzése mellett, felül kellene vizsgálni a hagyományos, a nyeltesen alapuló cementálási technológiát is.

A jó tömítő hatást elérni és a későbbi kimosás veszélyét csökkenteni úgy is lehet, ha a kavernák nagyobb üregeinek valamely olcsóbb tömítő anyaggal való kitöltése után a kavernák szűkülő kijáratainak környezetébe juttatunk csak drága kötőanyagot (cementet). Ez a nyelőképesség megszűnte utáni nagy nyomású cementtej vagy cement-agyagtej injekálásával látszik megoldhatónak (*4. ábra*). A nagynyomású injektálással bejuttatott kötőanyag ugyanis csak a kaverna szabad kijáratok felé tud áramlani. Eljutva a kijáratokba, ott megkötve a legmegfelelőbb helyeken növeli a cementáló anyag szilárdságát és ezzel a kaverna áramlási ellenállását.

A kavernáknak több kijáratuk lehet. Ebből következően a nagynyomású injektálás során a kötőanyag a fúróluktól a legkisebb áramlási ellenállás irányában levő járatok felé fog áramlani. Emiatt egy injektálással esetleg nem minden járatba jut kötőanyag. Ezt több fokozatú injektálással lehetne megelőzni. A kötőanyagot minden egyes injektálás után, még annak megkötése előtt a fúrólukból és – amennyire lehet – annak környezetéből eltávolítjuk. A kötőanyag megszilárdulása után következhet az újabb injektálás. Ha a nyelőképesség

ség a nagy nyomás esetén sem lenne megfelelő, azt a fúróluk körül megkötött tömítőanyag fellazításával (pl. robbantással) lehetne megnövelni.

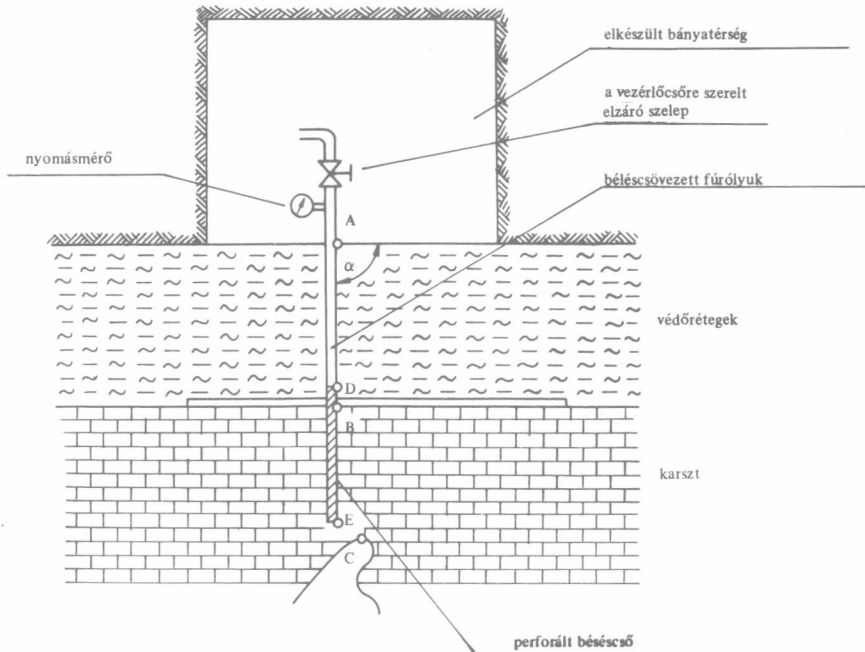
*A robbantást, annak tömörítő hatása miatt is előnyös lenne elvégezni.*

A leírtak szerint 2–3 fokozatban elvégzett nagynyomású injektálással a fúróluk környezetében levő legnagyobb járatok jól elzárhatók.

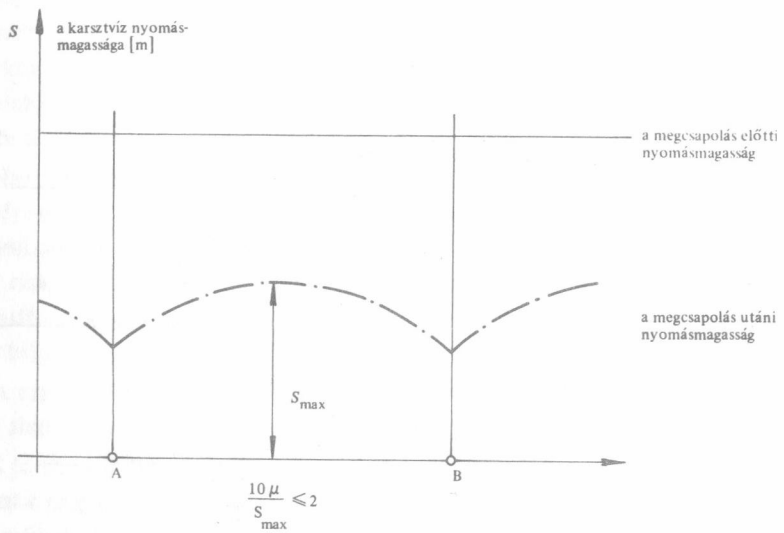
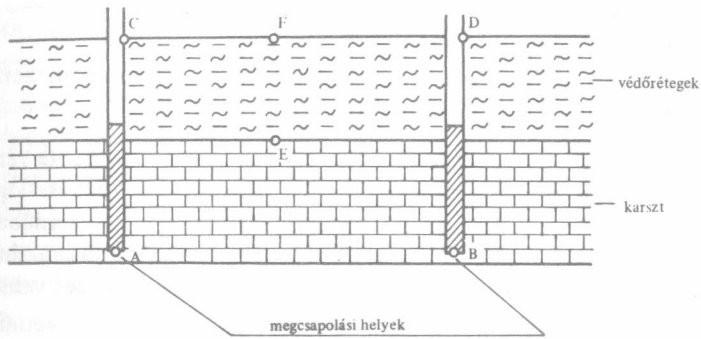
Az eljárás előnyei érdekében célszerű vállalni az injektáló berendezések beszerzéséből, illetve üzemeltetéséből eredő többletköltségeket.

Az injektálásokkal elvégzett tömítőanyag szilárdítás kötőanyag szükséglete várhatólag nem haladja meg a szokásos cementálási technológiáét. Ha az injektálással esetleg nagyobb kötőanyagmennyiség jutna is utólagos injektálással a már feltöltött kavernába, mint amennyit a nyelőképesség csökkenésekor a tömítő anyaghoz keverve bejuttathatnánk, arra a kavernához csatlakozó szűkebb járatok jó elzárásához mindenképpen szükség van.

A tömítő robbantásokat az injektálások között természetesen csak a bányaműveletek megkezdése előtt célszerű alkalmazni.



5. ábra A karsztvíz bányatérsgből való megcsapolása



$\mu$  az F és F pontok közötti redukált védőréteg vastagság

6. ábra A karsztvíz nyomásmagasságának alakulása a megcsapolás után

### 5.1.2. Karsztjáratok bányából történő megcsapolása

A 2. fejezetben leírt vízbetörésfolyamat szerint a meg nem csapolt karsztvíz a bányatértség és a karsztjáratok között levő kőzetet a karsztvíznívó által meghatározott nyomással terheli. Ez a bányatértség kiképzése után a kőzetek és a biztosítószerkezetek deformálását, tönkremenetelét és ezzel összefüggésben vízbetöréseket okozhat.

E folyamatokat elhárítani, illetve bekövetkeztét megelőzni a karsztvíz bányatérstől való megcsapolásával lehet. (5. ábra)

Az 5. ábra kútjait bányatérstől végzett fúrásokkal alakíthatjuk ki. A fúrás vezércsőre szerelt elzáró szelepen keresztül, béléscsővek beépítésével történik.

A megcsapolás célja a karsztvíz nyomását annyira csökkenteni, hogy az a kőzeteket ne tegye tönkre, káros talpnyomás ne következzen be. E megoldás gyakorlati alkalmazhatóságát az is igazolja, hogy 60–80 cm-es édesvízi mézskő feletti fejtések nyomását a dorogi XII-es aknán a fejtésben dolgozó vájárok időnként azzal szüntették meg, hogy kisátmérőjű fúróval a közkövet átfúrták, és alóla kis mennyiségű vizet fakasztottak.

Az 5. ábrán vázolt megcsapolás esetében a víz bányába áramlása szeleppel szabályozható. Ennek során a kiáramló víz mennyiségét úgy állítjuk be, hogy a bányatértség alatt a megmaradó maximális nyomáshoz számítható fajlagos védőrétegvastagság is nagyobb legyen, mint  $1,5 \left[ \frac{\text{m}}{\text{atm}} \right]$  (6. ábra).

A megcsapolás nélküli művelésnél  $1,5 \text{ [m/atm]}$ -nál kisebb fajlagos védőréteg esetén a víz többnyire utat talál a bányatértség felé. Ez esetben viszont a víz mennyiségét már csak a kialakult járatok átteresztő képessége határozza meg.

A [80. 108. o.] szerint: „a vízbetörések hozamát nem a víztároló vízszállítási tényezője, hanem a vízbetörések környezetében fellépő ellenállások befolyásolják. A vizsgálat szerint az energiavesztés döntő hányada 85 . . . 90%-a nem a víztároló kőzetben, hanem a vető és a bányatér közötti járatban és annak közvetlen környezetében használandott fel.”

Ezen állítást nem nehéz megcáfolni, hiszen a védőrétegen átáramló víz nyomásvesztése nagymértékben függ a védőréteg vastagságától. Ezen felül igen nehéz elképzelni, hogy ha a karsztvíz eredeti nyomása képes tönkretenni a bányatértség felé eső kőzeteket, és vízbetörést okozni, akkor az eredeti nyomás 85 . . . 90%-a a már tönkrement kőzetekben ne eredményezné a bánya felé vezető járatok további bővülését.

Összefoglalva, sokkal inkább elfogadható az az állítás, amely szerint a vízbetörések hozama a fajlagos védőrétegvastagság mellett [74], a védőrétegek alatt levő alaphegység karsztosodottságától függ. Vagyis azon esetekben, amikor a vízbetörést nem valamely vízjáratra való lyukasztás okozta, hanem a karsztvíz nyomása miatt, a bányatértség kiképzése után jelentkezik a víz, akkor a karsztvíz védőréteg alatti nyomásának lényeges (70–80%-os) csökkenéséig számolni kell annak romboló hatásával, a vízhozam növekedésével.

Éppen a nagy vízhozam elkerülése indokolja, az előzetes megcsapolást. Emelve ennek kisebb mennyiségű, hordalékmentes vizét, megelőzhető a vízbetörések hordalékot szállító, nagyobb vízhozamának jelentkezése.

A megcsapoláshoz elvégzett fúrások egyúttal fontos információkat is szolgáltatnak a védőrétegek vastagságáról. Fontos ez azért is, mert néhány nagy vízbetörés után kiderült, hogy a vélnél lényegesen kisebb védőrétegvastagságok vannak a vízbetörés helyén.

A megcsapoló kutak szükségessége az eddigiek alapján könnyen belátható. De fennmarad a kérdés, hogy azokból mennyit és hol célszerű elhelyezni a bányában.

A megcsapolás elsődleges célja a vízbetörések megelőzése. Ebből következően a megcsapoló kutak helyét és idejét, illetve a megcsapolásnál kiengedett víz mennyiségét is ennek megfelelően kell meghatároznunk.

*A karsztvíznívó leghatásosabb csökkentése a legnagyobb méretű kavernák, vízjáratok megcsapolásával oldható meg.* Ezek helyére a bányanyitás előtt is rendelkezünk információkkal. Geofizikai mérésekkel és más földtani kutatásokkal (pl. fúrásokkal) felderíthetők a nagyobb vetők. Karsztvíznívó megfigyelésekkel, esetleges vízmegjelölésekkel (vízszínezésekkel) a nagyobb vízjáratok sávjai is felderíthetők. Itt ki kell emelnünk, hogy a nagyobb vetők sávjaihoz nagyobb vízjáratok valószínűsíthetők a tektonikus árkokban. Ezt igazolják a dorogi XII-es és XIX-es aknák elfulladását okozó legutóbbi vízbetörések. Ezek közül pl. a XII-es aknán az említett vízbetörés két oldalán levő felvetők még a 10 m-t sem érik el. Minden valószínűsíthető nagyobb vízjáratot 2 [m/atm]-nál kisebb fajlagos védőréteg esetén a feltárás során oldalról meg kell csapolni. Ezeknél a megcsapoló kút vízszintessel bezárt szöge (3. ábra) lehetőleg  $45^\circ$  körüli legyen.  $45^\circ$ -nál kisebbre azért nem célszerű választani, mivel ez túlzottan megnövelné a bányabeli béléscsövezett fúrások hosszát, és ezzel ezek költségét. Az  $\alpha$  növelésével esetleg túlságosan közelkerülünk a megcsapolás előtt a karsztvízhez. A már megcsapolt járatoknál esetleg szükségessé váló újabb fúrások – fokozottabb óvatosság mellett – függőlegesen is mélyíthetők a karsztjáratokra.

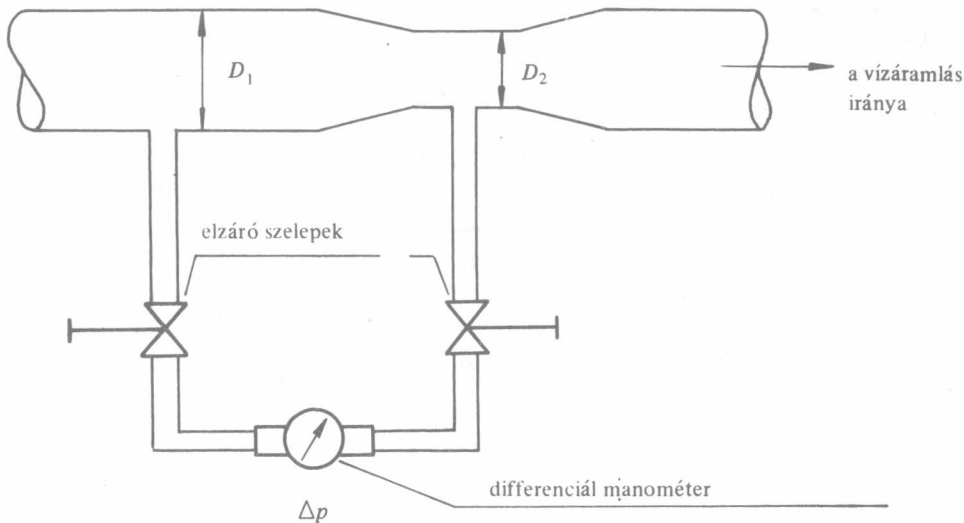
A fúrásokkal olyan mélységig célszerű a karsztba hatolni, hogy az 5. ábra E pontja felett, a tervezett bányatárságig a megcsapolás előtt értelmezhető fajlagos védőrétegvastagság 2[m/atm]-nál nagyobb legyen.

Mind a feltárás során, mind a megcsapoló kutakból összegyűjtött információkat karszt-hidrologiai szempontból folyamatosan értékelni kell. Ha ezek újabb karsztjáratokat derítenek fel, azokat is a lehető legkorábban meg kell csapolni.

Minden megütött nagyobb kavernarendszerre telepített kút azon felül, hogy környezetében csökkenti a vízbetörések veszélyét, a karsztjáratokra vonatkozó információinkat is bővíti.

Ennek érdekében a következő méréseket célszerű elvégezni:

- A megcsapoló hely  $q-H$  görbéjének meghatározása
- Az elzárózelep rövid ideig való teljes megnyitásával fakasztható maximális vízhozam mellett folyamatosan mérni a karsztvíznívó változását valamennyi megfigyelőhelyen.



$$Q = \frac{D_1 D_2 \pi}{4} \sqrt{\frac{2g \Delta p}{\gamma(D_1 - D_2)}}$$

7. ábra Venturi-csöves vízmennyiségmérés a megcsapolókutak szelepei után

A  $q-H$  görbék felvételéhez a megcsapoló kút elzárószelepe előtt, a vezércsőbe csatlakozó manométerrel meg kell mérni az adott szelepnyíláshoz tartozó nyomást. A szelepekből kiáramló karsztvíz mennyiségének meghatározása gazdaságosan a szeleptől megfelelő (2–3 m-es) távolságra beépített venturi csőre (7. ábra) szerelt differenciál manométer leolvasásával oldható meg.

A megcsapolási helyeken a nyomás- és vízmennyiségmérés lehetőségét a bányatárság felhagyásáig fenn kell tartani. A karsztjáratokra vonatkozó ismereteinket ugyanis a változó körülmények között célszerű és igen hasznos állandóan bővíteni és ellenőrizni. A megcsapoló kút megszüntetéséről vagy további fenntartásáról is csak úgy tudunk helyesen dönteni a bányatárság felhagyásakor, ha az adott helyzetben megfelelő adatok állnak rendelkezésre.

Szükség esetén, a bányatárság felhagyása után is fenntarthatók egyes megcsapoló kutak, ha a fakasztott vizet megfelelően biztosított csőben elvezetjük.

A megcsapoló kutakból fakasztható maximális vízhozam rövid ideig (esetleg 1–2 napig) való emelésével megállapítható a vízhozam időtől való függése és felmérhető a megcsapolás hatása a környezet karsztvíznívójában. Ezzel a karsztjáratokra vonatkozó ismereteink állandóan bővíthetők. A nyert adatok nagymértékben elősegítik a bányauzemen belül és kívül szükséges karsztvízvédelmi intézkedések tervezését és végrehajtását.

## 6. Összefoglaló javaslatok

A karsztvízveszélyes bányáüzemekben a karsztvízveszély gazdaságos elhárítása érdekében folyó munkáknál, tervezéseknél a következő pontokban összefoglalt javaslatokat célszerű megvalósítani:

1. Minden vízveszélyes üzem területén belül és annak közvetlen környezetében megfelelő sűrűségben vízszintmegfigyelő hálózatot kell létrehozni. A felszín alatti vizek természetes áramlása miatt a karsztvíznívó felületen kialakuló völgyvonalak egyértelműen kijelölik a legkevésbé és a leginkább vízveszélyes területeket. A víznívó megfigyeléseken alapuló megállapításaink megbízhatósága mesterséges víz megcsapolásokkal, illetve a vízbetörések idején végzett intenzívebb megfigyelésekkel nagymértékben növelhető. A kérdés kiemelt fontossága miatt a folyamatos vízszintregisztrálást a nagyobb ingadozást mutató pontokban feltétlenül meg kell oldani.

*Megfelelő biztonsággal ismert karsztvíznívó felületek alapján, tehát felszabadíthatók esetenként*

- a fajlagos védőrétegvastagság értékek és a
- nagyobb vetők

*miatt kijelölt védőpillérek is.* Ugyanezen ismereteink alapján az előzőekhez nem kötött védőpillérek szükségességét is bizonyíthatja.

2. A vízszintmegfigyelő hálózat kialakítását már a kutató fúrások mélyítése előtt meg kell tervezni. E tervben ki kell dolgozni a mélyítendő kutatófúrásoknak a vízszint megfigyelésben való hasznosításának módját is.

3. Geofizikai és más földtani kutatásokkal, illetve a karsztvíz megfigyelések alapján felderített nagyobb karsztjáratok, a művelés megkezdése előtt elcementálandók.

4. A preventív cementálás hatásosságát több fokozatban elvégzett nagynyomású cement-agyag keverék injektálásával és robbantással fokozni célszerű. Ezzel növelhető a karsztjáratok vízáramlással szembeni ellenállása, vízbetörésnél pedig csökken a tömedékanyag bányatérsgébe való áramlásának a veszélye.

5. A karsztvíz rendszeres kutatásához fel kell használni a bányatérsgében elvégezhető geofizikai mérésekben rejlő lehetőségeket.

6. Ha bányabeli mérések, vagy víznívó felületek elemzése alapján karsztjáratok valószínűsíthetők, azokat a művelés előtt meg kell csapolni. A megcsapolásnál fakasztható víz mennyisége ugyanis várhatóan kisebb, mint az esetlegesen bekövetkező vízbetörés vízhozama. Vízfakasztással ugyanakkor a víz nyomásának romboló munkája is elkerülhető. A megcsapolóhelyek összetartozó vízhozam- és nyomás adatainak elemzésével hasznos információkat kaphatunk a környezet vízveszélyességéről. Ezért e munkák különösen a feltárásoknál jelentősek.



## A. Bányászati és Kohászati Lapok

- [1] CSANÁDY L.: Bányászatunk vízveszélyessége és a vízveszély elleni óvintézkedéseink. 61. évf. (1928.) p. 289–295., 309–319.
- [2] PÁVAI–VAJNA F.: A vízbányászat elemi fizikája. 73. évf. p. 300–302., 309–311.
- [3] VIGH F.: Az esztergomi szénmedence hidrológiai viszonyai és a vízveszély elleni védekezés módjai. 77. évf. (1944.) p. 215–222., 227–240.
- [4] SZÉKELY L.: Az esztergomi szénmedence gyakorlati karsztvíz problémái. 81. évf. (1948.) p. 129–134.
- [5] AJTAY Z.: Tanulmány a hazai paleocén-kréta szénmedencék karsztvíz adatairól. 82. évf. (1949.) p. 357–365.
- [6] VARGHA B.: Bányászatunkat veszélyeztető elemi erőkkkel kapcsolatos problémák. 83. évf. (1950.) p. 128–146.
- [7] KASSAI F.: Löszrel kapcsolatos tömedékelési és tömítési problémák az esztergomi szénmedencében. 83. évf. (1950.) p. 245–254., p. 293–302.
- [8] KÁLÁM M.: Karsztvízbetörések leküzdésére Tatabányán végzett kísérletek. 83. évf. (1950.) p. 394–402.
- [9] SCHMIDT E. R.: A zsobolyképződés mechanikájáról és jelentőségéről óharmadkori széntelepeink víztelenítésénél. 83. évf. (1950.) p. 408–412.
- [10] VIGH F.: Karsztvízprobléma a bányászatban. 83. évf. (1950.) p. 661–674.
- [11] SZÉKELY L.: Az esztergomvidéki szénmedence újabb vízbetöréseinek tünetei, elhárítási módok és kutatások irányai. 84. évf. (1951.) p. 311–319.
- [12] MORVA M.–SZÉKELY L.: Mammutszivattyúzás újabb alkalmazása a dorogi IX–XII. aknák víztelenítésénél. 85. évf. (1952.) p. 37–40.
- [13] VARGHA B.: Főzsompok és szivattyúkamrák méretezésének és telepítésének elvei. 85. évf. (1952.) p. 281–297.
- [14] VIGH F.:–SZENTES F.: A dorogi szénmedence hegyszerkezeti és védőréteg viszonyai különös tekintettel a karsztvíz elleni védekezésre. 85. évf. (1952.) p. 588–601., 645–657.
- [15] SZÉKELY L.: Adatok a dorogi szénmedence –200 m szint alatti karsztvízjáratainak eltömődési kérdéséhez. 86. évf. (1953.) p. 87–91.
- [16] MORVA M.–SZÉKELY L.: A dorogi IX–XII. aknák mammutszivattyúzással történt víztelenítésének művezetése. 87. évf. (1954.) p. 77–88.
- [17] SCHMIDT E. R.: A geomechanikai szemlélet szerepe a karsztvízkutatásban és a karsztvíz elleni védekezésben. 87. évf. (1954.) p. 457–472.
- [18] SZÉKELY L.: Karsztvízveszélyes bányák biztonságos lefejtése. 88. évf. (1955.) p. 303–307.
- [19] BÖCKER T.: A karsztosodás, a tektonika és a karsztvíz kérdéséről a bányászatban. 96. évf. (1963.) p. 99–103.
- [20] MORVA M.: A bűvárszivattyúzással szerzett tapasztalatok és jövője a hazai bányászatban. 99. évf. (1966.) p. 736–741.
- [21] KISS J.–BOROS J.: Karsztvízszint-változásokat előrejelző elektromos modell. 101. évf. (1968.) p. 479–484.

- [22] LOHRMANN E.: A vízmentesítés időszerű kérdései. 101. évf. (1968.) p. 91–103.
- [23] SZABÓ N.–SZÉKELY L.: A dorogi karsztvízbetörések adatainak vizsgálata. 101. évf. (1968.) p. 537–545.
- [24] TARJÁN I.–DEBRECZENI E.: A zsonpméretezés alapjai. 101. évf. (1968.) p. 560–568.
- [25] MAKRAI L.: Eredményes védekezés a fedővízbetörések ellen az ajkai medence szembányáiban. 102. évf. (1969.) p. 475–482.
- [26] POHL K.–SOLYMOS M.: Az aktív vízszintsüllesztés létjogosultsága és eredményei a karsztvíz-veszélyes bauxitbányászatban. 103. évf. (1970.) p. 2–13.
- [27] HÁMORY V.: Vízlezárás ajtós gátakkal a dorogi szénmedencében. 103. évf. (1970.) p. 505–516.
- [28] SCHMIEDER A.–POHL K.: Geohidrológiai kutatások eredményei a magyar szén- és bauxitbányászatban. 104. évf. (1971.) p. 227–239.
- [29] SZEPESHEGYI I.: Tervszerű vízszintsüllesztés a bauxitbányászatban. 104. évf. (1971.) p. 752–759.
- [30] HARSÁNYI A.: Vető menti vízvédelmi pillérek méretezésének módszertana. 105. évf. (1972.) p. 25–32.
- [31] SZÜCS J.–GRIM G.: Nagy vízbetörések hozam meghatározása karsztvízszint megfigyelési adatok alapján. 105. évf. (1972.) p. 369–376.
- [32] KOZÁK I.–VASÓCZKI I.: Példák bányabeli vízkizárási és vízösszefogási munkák kivitelezésére. 105. évf. (1972.) p. 680–686.
- [33] TARJÁN I.–DEBRECZENI E.: Bányavízmentesítő telepek fejlesztése. 106. évf. 1973/2. p. 79–85.
- [34] NÉMETH L.–PÁLOS M.: Bányabeli fúrólukak radiometriai szelvényezésének újabb tapasztalatai Tatabányán. 106. évf. 1973/3. p. 153–159.
- [35] SZÖNYEY B.: A nyírádi bauxitbányák regionális vízszintsüllesztése fúrt aknába szerelt automatikus vezérlésű búvárszivattyúkkal. 106. évf. 1973/4. p. 247–253.
- [36] WILLEMS T.: Karsztvízveszélyes nyersanyag előfordulásaink hegység szerkezeti igénybevétele. 106. évf. 1973/6. p. 372–374.
- [37] SZABÓ N.–KMETTY I.: Vízbetörések elemző vizsgálata az Esztergom-vidéki szénmedencében. 106. évf. (1973.) p. 400–404.
- [38] KOZÁK I.–NÉMETH J.: Vágathajtás előinjektálással. 106. évf. (1973.) p. 529–532.
- [39] BENDEFY L.: A bányabeli karsztvízbetörések és a földrengések kapcsolata az Esztergom környéki szénmedencében. 106. évf. (1973.) p. 664–672.
- [40] ALFÖLDI L.: A budapesti hévizek és a Gerecse aljai barnaszénbányászat vízföldtani kapcsolatának kérdései. 106. évf. (1973.) p. 831–843.
- [41] BECKER F.: Az eocén szénbányászat vízvédelmének kérdései a széntermelés perspektívájával összefüggésben. 107. évf. (1974.) p. 1–7.
- [42] PÁTER J.: A karsztvizek ivás céljára való felhasználásának lehetőségei. 107. évf. (1974.) p. 111–116.
- [43] VIZY B.: A bauxitbányászat vízvédelmének gazdasági kérdései. 107. évf. (1974.) p. 542–550.
- [44] SCHMIEDER A.: A védőréteg vízhozam-szabályozó szerepe. 108. évf. (1975.) 1. különszám. p. 64–73.
- [45] MORVA M.: A bányavíz-mentesítő telepek fejlettsége. 108. évf. (1975.) p. 397–399.

- [46] CSÓKÁS J.: Vetőkimitatás szénbányák vágataiban, geofizikai módszerekkel. 109. évf. (1976.) p. 314–319.
- [47] SCHMIEDER A.: A nyomásvezető képesség időbeli alakulása hasadékos és rétegzett felépítésű, laza szerkezetű víztárolókban. 109. évf. (1976.) p. 393–399.

#### B. Hidrológiai Közlöny

- [48] SCHRÉTER Z.: Az esztergomi barnakőszén terület karsztvize. I. évf. (1921.) p. 45–54.
- [49] SCHRÉTER Z.: A karsztvízről. XX. évf. (1940.) p. 114–118.
- [50] VADÁSZ E.: Dunántúl karsztvizei. XX. évf. (1940.) p. 120–135.
- [51] POGÁNY B.: Vízkutatására felhasználható geofizikai módszerekről. XXI. évf. (1941.) p. 7–12., 45–58.
- [52] VENDL M.: Elektromos triász-víz kutatás Dorogon. XXI. évf. (1941.) p. 59–66.
- [53] SCHMIDT S.: A hazai szénbányászat és a víz. XXII. évf. (1942.) p. 277–301.
- [54] HORUSITKY F.: A víz a föld belsejében. XXII. évf. (1942.) p. 123–144.
- [55] VENKOVITS I.: Adatok a dorogi mezo-zoós alaphegység szerkezetével kapcsolatos üregekhez és vízjáratokhoz. XXIX. évf. (1949.) p. 160–168.
- [56] VENKOVITS I.: Dorogi vízvizsgálatok. XXX. évf. (1950.) p. 5–6. 184–197.
- [57] TAKÁCS P.: A dorogi karszt szén és a bányavíz kölcsönhatása. XXX. évf. (1950.) p. 414–415.
- [58] ALBEL F.: Újabb elgondolások a karsztvízkérdéssel kapcsolatban. XXX. évf. (1950.) p. 406–414.

#### C. Egyéb forrásmunkák

- [59] TSCHEBULL A.: *Quelwasser für Budapest*. (Eine geogostisch-berg mämusche Studie. Wien, 1889.)
- [60] STEGL K.: Die Wasserverhältnisse des Grauer Braunkohlen reviers. *Österreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen*. Wien, 1907.
- [61] KATZER F.: Karst und Karsthydrographie. Sarajevo, 1909.
- [62] GRUND A.: Beiträge z. Morphologie des Dinarischen Gebirges (*Geogr. Abh.* IX. Leipzig, 1910.)
- [63] SCHMIDT S.: Az esztergomi szénmedence bányászatának ismertetése. Budapest, 1932.
- [64] HORUSITZKY F.: A karsztvíz elhelyezkedése a Kárpát-medencében. *MTA Műsz. Tud. Oszt. Közl.* VIII. köt. 4. sz. p. 9–16.
- [65] KASSAI F.: A karsztvíznívó jelentősége és az ezzel kapcsolatos problémák. *MTA Tud. Oszt. Közl.* VIII. köt. 4. sz. p. 67–76.
- [66] KÁLMÁN M.: Karsztvízbetörés elzárása dolomit-alapkőzet esetében. *MTA Tud. Oszt. Közl.* VIII. köt. Budapest, 1953. p. 51–65.
- [67] SZÉKELY L.: Az esztergom-vidéki szénmedence bányászatának fejlődése. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1960.
- [68] AJTAY Z.: Bányavizek elleni védekezés. Műszaki Könyvkiadó. Bp., 1962.
- [69] GERBER P.: Karszt hidrológiai megfigyelések a tatabányai szénmedence nyugati sásbércén. V. Bányavízvédelmi Konferencia. Bp., 1965. IX. 20–22. Tárgyalási anyag. p. 74–95.
- [70] SZILÁGYI G.: A Dunántúli Középhegység főkarsztvíz-rendszerének vízmérlege. VI. Bányavízvédelmi Konferencia. (Bp., 1970. okt. 28–30.) anyaga. II/8-as füzet.

- [71] TARJÁN G.: Ásványelőkészítés I–II. Kézirat. Tankönyvkiadó, Bp., 1970.
- [72] NASZONOV, J. P.—GALCSENKO, P. P.: Zambezsnaja praktika cementacija. (A cementálásos kőzettömítés gyakorlata külföldön) *Sahtnoje Sztróitelsztvo*. 1971. 2., p. 25–28.
- [73] ZAMBÓ J.: Bányaművelés. Feltárás és fejtés. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1972.
- [74] KOVÁCS F.: A fajlagos védőrétegvastagság és a vízbetörésveszély kapcsolata. *Tatabányai Szénbányák Műsz.—Közg.-i Közl.* 1/1972/p. 11–15.
- [75] KOVÁCS F.: Vízbetörések intenzitása és az előfordulási gyakoriság kapcsolata. *Tatabányai Szénbányák Műsz.—Közg.-i Közl.* 2/1972/p. 65–70.
- [76] NASZONOV, J. D.—MITRAKOV, V. J.: Himicseszkoje zoricsebeue melkozernisztüh gornüh porodu gornosztroitelnom praktike. (Finomszemcsés kőzetek vegyi szilárdítása a bányászatban). *Sahtnoe Sztróitelsztvo*. 1973. 10. p. 23–26.
- [77] KESSER Ü ZS.—BORBÁS L.: A karsztvízveszély elleni védekezésnél alkalmazott kőzettömítés hatékonyságának növelése intenzív rétegrepesztéssel. BKI Kutatási jelentés.
- [78] VELIKIJ, J. G.—CAPENKÓ, A. A. és társai: Primenenie glinocementnogo rasztvora dlja likvidacii katasztroficseszkih prorü vov vodü pri prohodke sahtnüh sztvolov (Agyagos-cementes tömítő anyag alkalmazása, katasztrofális vízbetörések elzárására aknamélyítésnél). *Sahtn. Sztróit.* 1974. 2., p. 4–6.
- [79] KUTZ, W., R.—SCHMIDT és D. KOHSE: Wasser-abschlußdamm aus Fertigbeton in einer Flözstrecke auf der Zeche Sophia-Jacoba. *Glückauf* 111. (1975.) p. 613–618.
- [80] SCHMIEDER—KESSER Ü—JUHÁSZ—WILLEMS—MARTOS: Vízveszély és vízgazdálkodás a bányászatban. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1975.
- [81] PÉCSI M.: Geomorfológia, Nemzetközi Továbbképző Tanfolyam a mérnökgeológia alapjairól és módszereiről. Budapest, 1975.

## COMPLEMENTARY REMARKS TO THE OBSERVATIONS RELATIVE TO KARSTIC WATER INRUSHES AND THEIR EXPLICATION

by

JÁNOS JANOSITZ — FERENC JANOSITZ

### Summary

The study gives a short summary of the early and present knowledge of the karstic water inrushes occurring in bottom layers. It suggests a general theory for the explication of these phenomena.

Based on the considerations given, the limits of water inrush threatened zones as rendered probable by tectonics and protective layer relationships may be made more accurate if observations of karstic water levels are carried out in sufficient density. In this case, a considerable part of the mineral reserves bound in the pillars could be disengaged.

In its successive part, the paper proves the necessity and rentability of preventive cementing jobs. To increase the effectiveness of the cementations performed using low cost materials, multistep injection and, between the individual injections, compacting blasts are recommended.

As to the prevention of the water inrushes caused by uncemented karstic channels, the in-mine tappings described in the paper may prove a workable solution.

# ERGÄNZENDE BEMERKUNGEN ZU DEN BEOBACHTUNGEN IN VERBINDUNG MIT KARSTWASSEREINBRÜCHEN UND DEREN ERKLÄRUNG

von  
JÁNOS JANOSITZ – FERENC JANOSITZ

## Zusammenfassung

Die Studie fasst kurz die alten und neueren Kenntnisse über liegendseitige Karstwassereinbrüche zusammen. Für die Erklärung dieser Erscheinungen wird eine allgemeine Theorie aufgestellt.

Aufgrund angeführten Erwägungen können die Grenzen von Zonen, bei denen anhand der Tektonik und der Schutzschichtverhältnisse mit Wahrscheinlichkeit eine Wassereinbruchsgefahr besteht, präzisiert werden, indem man in entsprechender Dichte Karstwasserspiegelbeobachtungen macht. In diesem Falle kann ein beträchtlicher Teil des in den Pfeilern gebundenen Mineralvorrats freigemacht werden.

Des weiteren erbringt die Arbeit einen Beweis hinsichtlich der Notwendigkeit und Wirtschaftlichkeit der preventiven Zementierung. Zwecks Erhöhung des Wirkungsgrades von Zementierungen mit billigen Materialien wird es vorgeschlagen, Injektionen in mehreren Stufen durchzuführen und zwischen den individuellen Injektionen Verdichtungssprengschüsse einzuschalten.

Das Problem der Verhütung von Wassereinbrüchen infolge nicht verzementierter Karstkanäle könnte durch die im Beitrag beschriebenen Anzapfungen innerhalb der Grube eine Lösung finden.

## ДОПОЛНЕНИЯ К НАБЛЮДЕНИЯМ ПРОРЫВА КАРСТОВОЙ ВОДЫ И ОБЪЯСНЕНИЯМ ЕГО

Янош Яношитц – Ференц Яношитц

## Р е з ю м е

Работа коротко резюмирует известные и новые данные о прорыве карстовой воды с лежачей стороны. Выводится общая теория к объяснению этих явлений.

На основе перечисленных точек зрения, а также тектоники и условий положения защитных слоев, можно уточнять границы возможных водопрорывоопасных районов, если достаточной частотой проверять уровень карстовой воды. В этом случае значительная часть минеральных запасов, связанных в рудостойке, можем освободить.

В дальнейшей части книги доказывается необходимость и экономичность презентивной цементации. Для увеличения эффективности цементации, осуществленной с дешевыми материалами, предлагается инъекция в нескольких ступенях и между инъекциями – уплотнительные взрывы. От прорыва карстовой воды из нецементированных заходок, защиту дают подрывания в шахте, описанные в данной работе подробно.

szerezők címe: DR. JANOSITZ JÁNOS  
tudományos munkatárs,  
NME Bányaműveléstudományi Tanszéke  
3515 Miskolc-Egyetemváros  
JANOSITZ FERENC  
okl. bányamérnök  
Dorog

# A NEHÉZIPARI MŰSZAKI EGYETEM KÖZLEMÉNYEI

I. sorozat  
**BÁNYÁSZAT**

25. KÖTET · 2-4. FÜZET

MISKOLC, 1978

**SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:**

**ZAMBÓ JÁNOS**  
felelős szerkesztő

**BOCSÁNCZY JÁNOS, CSÓKÁS JÁNOS, RICHTER RICHÁRD, SZILAS A. PÁL**

Kiadja a Nehézipari Műszaki Egyetem  
Kiadásért felelős: *Dr. Tajnaferdi József* rektorhelyettes  
NME Sokszorosító Üzeme

Nyomdaszám: KSZ-78-2280-NME

Miskolc-Egyetemváros, 1978

Engedély száma: MTTH-III-3183/1976.

Sajtó alá rendezte: *Dr. Vincze Endre* egyetemi tanár

Technikai szerkesztő: *Kovácsné Kismarton Gabriella*

Megjelent az NME Közleményei Szerkesztőségének gondozásában

Kézirat szedése: 1978. júl. 15. – 1978. szept. 15., nyomása; 1978. dec. 1. – 1978. dec. 30.

Példányszám: 400

Készült IBM-72 composer szedéssel, rotaprint lemezről

az MSZ 5601-59 és MSZ 5602-55 szabványok szerint 15 B/5 ív terjedelemben

A sokszorosításért felelős: *Tóth Ottó* mb. üzemvezető



## TARTALOMJEGYZEK

<i>Bocsányzy János</i> : Üregképzési problémák az eocén bányászatban megvalósítandó kombinált vízvédelem keretében - - - - -	61
<i>Patvaros József</i> : Kombinált bányászati technológiai rendszerek alkalmazhatósága az eocén program keretében - - - - -	79
<i>Bodon Pál - Patvaros József</i> : A Farkaslyuki Bányüzem északi és déli bányamezejének tűzveszélyességi összehasonlítása - - - - -	97
<i>Földesi János</i> : A fogásmélység növelésének lehetősége vágathajtásnál párhuzamos lyukü betörések alkalmazása esetén - - - - -	107
<i>Buócz Zoltán</i> : Új számítási módszer bányüzemek szellőztetési hálózatának tervezéséhez - - - - -	121
<i>Kovács Ferenc</i> : A bizonytalanság és a kockázat számbavétele a bányászati tervezéseknél - - - - -	149
<i>Zambó János</i> : Néhány gondolat a vízvédelemről az eocénprogrammal kapcsolatosan	167
<i>Tarján Iván - Debreczeni Elemér</i> : Bányavízmentesítő telep kialakítása nagy vízhozamok esetén - - - - -	181
<i>Janositz Ferenc - Janositz János</i> : Kiegészítések a karsztvízbetörésekkel kapcsolatos megfigyelésekhez és azok magyarázatához - - - - -	199