

## A BÁNYÁSZAT VÍZFÖLDTANI TAPASZTALATAI

Szentai György\*

### A bányászat múltjának rövid áttekintése

**Georgius Agricola** 1556-ban közzétett 12 kötetes könyvében összefoglalta korának ismereteit a bányászatról. Könyvét, amelyben az ókorig visszatekintett, két évszázadon keresztül alapvető munkaként használták. A műben, amely elsősorban technikai ismereteket tartalmaz, ilyen megállapításokat találunk: „Az elrejtett és mélyen fekvő érctelepeket a bányászmesterség szabályai szerint kutatjuk fel. Elsősorban a kibuggyanó forrásokat figyelhetjük, mert ezek nem lehetnek messze a telérektől, hiszen vizük a telérek hasadékaiból fakad.” Vagy másutt: „Mind a telérek, mind az erek vagy tömöttek, vagy szagosak, vagy csaknem teljesen meddők és vízzel telítettek. A tömöttek vizet egyáltalán nem, s levegőt gyakrabban tartalmaznak; az szagosokban többnyire víz áramlik.”

A tudományos és technikai szempontból együtt haladó európai és magyar bányászatot ezután még sokáig a kősó- és az ércbányászat jelentette.<sup>1</sup> Évszázadokat kellett várni, amíg megjelent a szén és jóval később a bauxit iránti kereslet.<sup>2</sup>

Hazánkban a kőszén iránti érdeklődés jóval később jelentkezett, mint a nyugat-európai országokban. Az 1760-1790-es években valamilyen módon megkezdődött a kitermelés és hasznosítás a következő területeken: Sopron környéke (Brennberg), Pécs környéke (Vasas), Észak-Mecsek (Váralja), Krassó-Szörény (Resica, Stájerlak-Anina, Domán stb.), Esztergomi medence, Diósgyőr és az Északi-Bükk, Vértessomló (**OMBKE, 1985**). A kitermelés a XIX. század első felében kap lendületet a nagy szénfogyasztó iparágak megjelenésével. A fejlődés motorja ezt követően a hazai nagyipar kialakulása, a két világháború és a szocialista nagyipar kiépítése volt. Jelenleg a gazdaságosan kitermelhető szénvagyon kimerülésével összefüggésben a szénbányászat teljes visszafejlődésének tanúi lehetünk.

A bauxittermelés a Sebes-kőrös völgyében a Bihar- és a Réz-hegység között indult meg és számottevő ( $10^5$  t/év) mértéket az első világháború alatt ért el. A második világháborút követően a hazai bauxittermelés a timföldgyárak  $3-3,5 \cdot 10^6$  t/év bauxitellátására épült ki a Dunántúli-középhegység területén. Jelenleg a termelés az ásványvagyon kimerülésével párhuzamosan csökken.

Ma már szakmai közhelynek számít az a megállapítás, hogy a bányászat egyre kedvezőtlenebb természeti körülmények közé kényszerül és ezzel, továbbá a gazdaság más ágainak hatékonyság-növekedése következtében versenyhátrányba kerül és visszafejlődik. A természeti körülmények szigorodása a mélyművelésű bányászat területén jórészt a vízföldtani adottságok rosszabbodását jelenti.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bányászatot most és a továbbiakban nem szabatosan, de megszokott módon a felszín alatti bányászatot értjük. Ez vízföldtani szempontból különösen indokolt, minthogy a külfejtéses bányászat lényegében nem, legfeljebb csak méreteiben különbözik egy építőipari munkagödörtől. Nem foglalkozunk továbbá a technikai-technológiai vonatkozásban hagyományosan megkülönböztetett szénhidrogén bányászattal sem.

<sup>2</sup> Hazai viszonylatban a hagyományos ércbányászat mellett említést érdemel még az uránérc és a mangánérc bányászata, amelyek azonban vízföldtani vonatkozásban nem jelentősek.

<sup>3</sup> A természeti adottságok szigorodásán azt értjük, hogy egyrészt egyre kedvezőtlenebb adottságú lelőhelyekre helyeződik át a termelés, másrészt egy adott lelőhelyen belül a bányászati folyamat minden esetben a legkedvezőbb adottságú terület-részekre indul meg és idővel egyre kedvezőtlenebbek felé halad.

A bányászat története a különböző civilizációkban az ércbányászattal kezdődött. A hazai ércbányászat is gazdag hagyományokkal bír, de a leggazdagabb lelőhelyek részben kimerültek, részben a trianoni határokon kívülre kerültek. Természetes, hogy az idők folyamán a bányászatban elért szakmai-tudományos eredmények egy része - egyebek mellett a vízföldtan területén - beépült más mérnöki területekbe, vagy éppen már nem manifesztálható.

### A vízföldtan helye a bányászatban

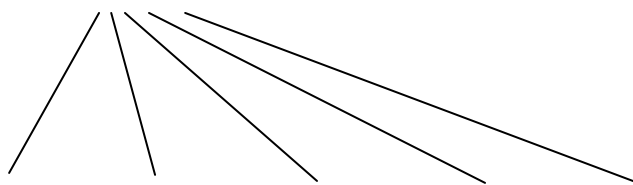
A bányászati tevékenységnek egy adott lelőhelyen három fő fázisát különböztetjük meg, ezek időrendi sorrendben:

- a bányaművelést megelőző kutatás,
- a bányaművelés és
- a bányabezárás az utógondozással.

A bányászat fogalma alatt rendszeren a bányaművelés időszakát értjük, de érdemes azt a megelőző és az azt követő időszakokra is kiterjeszteni.

A földtani, vízföldtani kutatás alkalmával a bányaművelés során szerzett tapasztalatokra szokás támaszkodni, különösen akkor, ha a kutatási területnek van bányaműveléssel megismert analóg területe. Hazai vonatkozásban ismerünk példákat arra, amikor megbízható analógiákra lehetett támaszkodni, ilyen volt például Dubicsány, Márkushegy-Kőhalom, Észak-Bakony előtér. Voltak referencia nélküli esetek, ezek közül az eocén-program nagy bányáira lehet hivatkozni, főként Nagyegyházára és Mányra. Ez utóbbiak megmutatták a vízföldtani előre jelzés szűk mozgásterét, olyan esetben, amikor megbízható analógia nem áll rendelkezésre.

A bányaművelés időszakában a természeti adottságok korábban említett szigorodása alatt azt értjük, hogy a bányászattal járó veszélyhelyzetek gyakorisága vagy/és súlyossága egy adott bányaterületen idővel növekszik. A bányaveszélyeket a veszélyt hordozó közeggel is jellemezhetjük. Ezek közül a víz szerepét kiemelve, illetve részletezve a bányaveszélyeket az alábbi ábrán szemléltetjük:



A bányaveszélyeket hordozó három fázis természetesen nem független egymástól, legfőképp – ahogyan azt a későbbiekben látni fogjuk - a víz és a kőzet, valamint a gáz és a kőzet van erős kölcsönhatásban. A bányászati veszélyek közül a bányavízveszélyt legtöbbször a vízföldtannal hozzuk kapcsolatban, de így a fogalmat valójában leszűkítjük. A

bányavízveszéllyel foglalkozó diszciplínák közül ugyanis a vízföldtan csak az egyik, jóllehet, a kutatás során a legfontosabb, de a bányaművelés időszakában is primátusa lehet.

A fenti ábrán nevesített diszciplínák közül

- a bányaművelésnek nem csak technikai, hanem rendszerbeli eszközei is vannak a bányavízveszély mérséklésére ([Zambó J., 1965](#)),
- a hidraulika persze besorolható a vízföldtan eszköztárába, de érdekesebb azt inkább úgy kezelni, mint amelyhez a vízföldtan szolgáltatja a természeti paramétereket,
- a közetmechanika olyan esetekben válik fontossá, amikor a víztároló közeg nem rideg, és ha a vízmozgást is befolyásoló közetmozgások a mechanikából ismert kis elmozdulások tartományán kívül esnek. Ilyen lehet az aláfejtett közetösszlet strukturális mozgása ([Dósa Z. – Szentai Gy., 1987](#)),<sup>4</sup>
- a vízgépészet a vízföldtantól látszólag távol esik, de a vízmentesítési kapacitások meghatározásakor a két szakma között elválaszthatatlan a kapcsolat, ami a '80-as, '90-es években a vízveszélyes bányáknál, vállalatoknál szervezetileg is kifejezésre jutott.

A bányabezárás és az azt követő utógondozás során a vízföldtan, benne a vízkémiával ismét főszerephez jut. Napjainkban ez a fázis adja a szakmai feladatok zömét, amelyhez a bányaterületek térségében a bányaművelés időszakában szerzett vízföldtani tapasztalatok adják a folyamat elemzések és az előre jelzések alapjait.

### A vízföldtan fejlődéstörténete a bányászat időszakában

A hazai bányászat történetében a víz, mint bányaveszély a XX. század elején kezdett kritikussá válni, amikor a Dorog-Esztergomi szénmedencében egész bányák kerültek elöntésre a vízbetörések következtében. A korszak akkori legkiválóbb szakembere **Schmidt Sándor** bányamérnök, azóta is használható megközelítést adott a biztonságos védőréteg meghatározására, ezen kívül a vízveszélynek legjobban megfelelő bányaművelési rendszerek kidolgozásában is úttörő volt ([OMBKE, 1996](#)).<sup>5</sup> A XX. század első feléből megemlékezünk még **Vitális Istvánról**, aki Nagyegyháza térségében végzett értékes földtani, vízföldtani kutatásokat.

A bányászat termelésnövekedésével és az egyre kedvezőtlenebb lelőhelyek kényszerű termelésbe vonásával lépést kellett tartania a bányavizek elleni védekezésnek is. Az erre orientált első összefoglaló művet 1962-ben adták ki ([Ajtay Z. et al. 1962](#)). A szerzők a Miskolci Nehézipari Egyetem és Bányászati Kutató Intézet szakembereiből kerültek ki, neveik felsorolását érdemesnek tartjuk: **Ajtai Zoltán, Boldizsár Tibor, Kassai Ferenc, Martos Ferenc, Schmieder Antal, Székely Lajos, Vigh Ferenc, Willems Tibor.**

A '60-as évektől kezdődően a vízveszélyes bauxit- és szénbányákat üzemeltető vállalatok kezdték kiépíteni a vízföldtani szakemberekre épülő vízvédelmi irányító részlegeket, de a tudományos műhely a Miskolci Egyetem mellett egyre inkább a Bányászati Kutató Intézet lett, továbbá főként a bauxitbányászatot kiszolgáló Magyar Alumíniumipari Tröszt.<sup>6</sup>

<sup>4</sup> A fedűben lévő rétegvíz tárolóban az aláfejtés hatására egy héten belül 60 m-es vízlengés is regisztrálható volt, ami csak vízföldtani, hidraulikai eszközökkel nem írható le.

<sup>5</sup> A rendszer alapja a nyugalmi karsztvízszint fölé helyezett altáró rendszer kialakítása volt. Az altáró rendszerbe csatlakoztak a bányák lejtős feltáró vágatai. A bányák közötti pillérek biztosították az esetleg víz alá kerülő bányatérsegek izolálását.

<sup>6</sup> A teljesség igénye nélkül említjük meg a legmeghatározóbb szakembereket:

Miskolci Egyetem:	Juhász József,
Bányászati Kutató Intézet:	Kesserű Zsolt

Főként a Bányászati Kutató Intézetben, mint tudományos műhelyben készült el a határainkon kívül is kézikönyvként használt újabb kötet, amely ebben a témakörben valószínűleg utolsónak is tekinthető ([Martos F. et al. 1975](#)). Ezért is soroljuk fel a szerzőket: **Juhász J., Martos Ferenc, Kesserű Zsolt, Schmieder A., Willems T.**

A '90-es évektől kezdődően a bányászati vízföldtan, mint alkalmazott tudományág súlypontja a bányászatról egyre inkább a környezetvédelem területére helyeződött át. Napjainkban a termelés helyett, annak hiányában a víz alá kerülő bányák, mint szennyező források felé terelődik a szakmai figyelem.

### **Ásványi nyersanyag lelőhelyek jellemző vízföldtani modelljei**

A vízveszélyes lelőhelyek kiaknázására telepített bányák vízvédelmi rendszerei különbözők lehetnek. A legalkalmasabb rendszer kiválasztásában döntő szerepe a gazdasági megfontolásokon kívül a vízföldtannak volt. Hazai vonatkozásban az ásványi nyersanyag lelőhelyeket az alábbi vízföldtani modellek valamelyikébe sorolhatjuk:

- *a víztároló maga az ásványi nyersanyag tömege, az ércetest.* Ilyen a mecseki uránérc lelőhely, a recski és gyöngyösorosi előfordulás. Ezek lényegében repedékes víztárolók, amelyek a vízszállító képességet tekintve nem jelentősek (pl.: Recsk,  $kM_a \sim 2 \cdot 10^{-5} - 4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ). Annál inkább probléma a kiemelt, illetve a bezárást követően kifolyó bányavíz magas savkoncentrációja,

- *az érctelep, illetve ércetest közvetlenül a karsztvíztárolóra települ.* Jellegzetesen ilyen a nyirádi és az iszkaszentgyörgyi bauxit-előfordulás. Ezek a területeken a főkarszt jó vízszállító képességű ( $7,7 \cdot 10^{-2} - 6,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ), ezért itt aktív vízszintsüllyesztést alkalmaztak,

- *az előbbi modell azzal kiegészülve, hogy a nem közvetlen fedűben is van rétegvízvíztároló.* Ilyen lelőhely példaképpen a halimbai bauxit és az urkúti mangán előfordulás,

- *védőréteg nélküli rétegvízveszélyes előfordulások.* Ilyen található a nógrádi és a borsodi, ózdi szénmedencékben,

- *a karszt vagy/és rétegvízvíztárolók közé védőréteg települ.* Ez a vegyes modell jellemző a legtöbb hazai szénelőfordulásra a Dunántúli Középhegység és Észak- Magyarország területén.

A védőréteg szerepe a vízveszélyes bányászatban igen jelentős, ezért nem véletlen, hogy az ezzel kapcsolatos kutatások a bányászatban, ezen belül a vízföldtanban elsőbbséget élveztek. Név szerint is kiemeljük **Schmieder A.** eredményeit ([Schmieder A., - 1974](#)). Később a bányászati üregnyitással összefüggő kőzetfeszültség átrendeződés és a rétegrepedés elvét is bevonva, a védőréteg értékelésének **Kesserű Zs.** adott új megközelítést, ami a felszíni víztárolók gátjainak stabilitás elemzésénél is használhatónak bizonyult ([Kesserű Zs., 1989](#)).

A vízföldtani kutatások a védőrétegen kívül magára a víztároló kőzetösszletekre irányultak. A bányászati vízföldtan ezen a területen azt a nagy lehetőséget használta ki, hogy a vízveszélyes bányák nagy modellként álltak rendelkezésre. Ezzel kapcsolatban negatív példaként lehet megemlíteni a kincsesbányai aktív vízszintsüllyesztést megelőző előrejelzést, amelyet egykutas módszerrel végeztek és nem bizonyult megfelelőnek. Pozitív példa a nyirádi vízszintsüllyesztés szabályozása, amely előbb analóg ([Boros I. – Kiss I., 1968](#)), később már numerikus modellel történt, jól megismert peremfeltételekkel és területileg differenciált paraméter értékekkel.

### A bányászati vízföldtan szerepe a környezetvédelemben

A vízveszélyes lelőhelyek vízföldtani kutatása során vízszintészlelő fúrési hálózatot alakítottak ki, amelyek a bányaművelés időszakában részben felszámolásra, részben bővítésre kerültek. Több, egymástól nem túl távoli lelőhelyek esetén regionális vízszintészlelő hálózatok alakultak ki, amelyek vízügyi célt szolgáló kutakkal is kiegészültek. Ezek közül jelentősége és kiterjedése alapján ki kell emelnünk a Dunántúli-középhegység területét, amelyen az egységes hidraulikai rendszert alkotó főkarsztvíztárolóra egységes vízszintészlelő rendszer épült ki. A vízszintészlelő rendszer egyrészt a vízszintváltozás regisztrálására, másrészt a változás előrejelzésére is alkalmas. A változások nyomon követése, amely a VITUKI feladata ([VITUKI](#)), alkalmas a főkarszt hidraulikai paramétereinek területi differenciálására is. Ennek ismeretében indulhatott meg a főkarsztvíz-rendszer regionális hidraulikai modellezése, amelyben a bányászat tette meg az első lépéseket ([Heinemann Z.- Szilágyi G., 1976](#)).

A Dunántúli-középhegység területén a vízkivételek, ezen belül főként a bányavízemelés mértéke jelentősen meghaladta a természetes utánpótlódást, amely '80-as évek közepétől kezdve néhány helyen kritikus helyzetet teremtett. Ezek közül a két leginkább frekvenciált térség a Nyírad-Hévízi, továbbá a budai termálkarszt és a Komárom megyei szénbányák voltak. Mindkét problémakörben széleskörű szakértői vizsgálat volt, amelyek eredményeként a bányavízemelés csökkentésére és ennek következtében bányabezárásokra került sor ([Almássy E. 1989](#); [?](#)). Utólag meg kell állapítani, hogy a szakértői vizsgálatok megállapításai és az intézkedések helyesek, szakmailag indokoltak voltak.

A bányavízvízveszély mértékét sok természeti paraméter eredőjeként értelmezzük, de a bányavízemelés mértékét általában jó indikátornak tekintjük. A bányavízemelés területi eloszlása néhány kiragadott évben [ $\text{m}^3/\text{min}$ ]:

Terület		1989.	1999.	2003.
Mecsek		9,3	5,3	1,1
Dunántúli Középhegység		497,8	73,6	41,6
Északi Középhegység		90,7	72,8	80,8
Összesen		597,8	151,5	121,8
Összesenből	szénbányászat	294,2	119,0	107,8
	bauxitbányászat	294,1	22,8	12,7
	ércbányászat	9,5	9,8	2,3

A bányavízemelés csökkenése – ahogy arra már utaltunk – a bányabezárásokkal van összefüggésben, amely a leginkább frekvenciált területen, a Dunántúli-középhegységben a

hidraulikai (karsztvízszint-süllyedés) problémákról a felszín alatti vizek, főként a főkarsztvíz vízminőségi kérdéseire terelte át a figyelmet.

Az elárasztott bányákat potenciális szennyezőforrásként tartjuk számon. A szennyezési lehetőséget azonban nem kell minden esetben számításba venni, mert annak pontosan meghatározható vízföldtani, illetve hidraulikai feltételei vannak ([Csepregi A., 2000](#)). A vízzel elárasztott bányák térségének vízminőségi megfigyelései már több évre tekintenek vissza. Léteznek már lezárt megfigyelési időszakok, de az átfogó értékelés még előttünk álló feladat.

### Irodalom

Georgius Agricola:

De re metallica libri XII. - *Bázel, 1556.*

OMBKE:

Vivat Academia - *Az OMBKE és az OEE emlékkönyve. Budapest, 1985.*

Zambó J. (1965):

Bányaművelés, feltárás és fejtés. - *Budapest.*

Dósa Z.-Szentai Gy. (1987):

Az aláfejtett fedüösszlet dinamikus nyomásjelenségeinek vizsgálata a várpalotai szénmedencében. - *Bányászati és Kohászati Lapok-Bányászat, 9. sz.*

OMBKE:

A magyar bányászat évezredes története. *Budapest, 1996.*

Ajtay Z. et al. (1962):

Bányavizek elleni védekezés. *Budapest.*

Martos F. et al. (1975):

Vízveszély és vízgazdálkodás a bányászatban. - *Budapest.*

Schmieder A. (1974): A védőréteg vízhozamszabályozó szerepe. - *BKI Közleményei. Budapest.*

Kesserű Zs. (1989):

Vízrekesztő védőréteg vízbetöréssel szembeni határegyensúlyának új elmélete és annak alkalmazásai. *OTKA 1580. sz. vitaanyag. Budapest.*

Boros I.-Kiss I. (1968):

Karsztvízszint változásokat előre jelző elektronikus modell. - *Bányászati és Kohászati Lapok-Bányászat.*

VITUKI:

Dunántúli Középhegység karsztvízszint térképe. - *Évenkénti kiadvány.*

Heinemann Z.-Szilágyi G. (1976):

A Dunántúli Középhegység főkarsztvízrendszerének szimulációja. - VI. *Bányavízvédelmi Konferencia*.

Almássy Endre (1989): Jelentés a Hévíz-Nyirád térség bányászati-vízgazdálkodási problémáival foglalkozó szakértői egyeztetésről. *Budapest*.

?:

Budai termálkarszt-eocén bányák

Csepregi A. (2000): Karsztvízvédelem a Középdunántúli Régióban. – *BKMI Kft-VITUKI Rt-VITUKI INNOSYSTEM Kft-PROMINE Kft. Kutatási jelentés. Budapest*

---

\* PROMINE Kft Veszprém