

Kőzetmozgás tanulmányozása geofizikai módszerekkel a mecseki ércbányákban

SZABÓ JÁNOS – SZABÓ LÁSZLÓ

A Mecseki Ércbányák Magyarország déli részén perm korú homokkövekben települnek. A homokkövek közép-és aprószemcsézettek, helyenként agyagpala csíkokkal. A különböző szemcsézettü homokkövek, lencsék, padok, rétegek formájában ritmikusan változnak.

A kőzetomlás alapvető okai a feszültségek, amelyeknek hatását a nyitott felület méretei, a homok-kölencsék méretei, a litoklázisok tektonikai egységnyi területre eső mennyisége befolyásolják.

A kőzetomlás elemi védekezés, módja a helyes fejtési és biztosítási rendszerek és módszerek kiválasztása.

Ez utóbbiban nyújtanak segítséget a geofizikai módszerek. Az elektromos- és sűrűség-karotázs a főteviszonyok előrejelzésében, azok területi kategorizálásában, az elektromos viszonyok változásának időbeli tanulmányozása az üregképződés folyamatának vizsgálatában nyújt segítséget. A vizsgálatok a hagyományos vizsgálati módszerekkel együttesen történnek, azokat kiegészítik.

Меческий Горный комбинат находится в южной части Венгрии и разрабатывает руды залегающие в пермских песчаниках. Песчаники аркозовые средне и мелкозернистые местами глинистыми слоями. Песчаники разной зернистости залегают в виде слоев, линз, прослоев и ритмично Меняются.

В рудниках комбината основной причиной отслоения являются напряжения. Появление породоразрушающих сил зависит от размеров линз, прослоев и разработки а также от частоты тектонических разрушений.

Против разрушения горных пород защищаются выбором системы разработки и крепления.

При выборе системы разработки большую помощь оказывают геофизические методы. В частности данные каротажа характеризуют ожидаемый над разработкой комплекс парод и условия и залегания а изучения изменения электрический свойств во времени дает возможность изучить геологию разрушительных процессов.

Геофизические исследования сделаются совместно с известными методами изучения горного давления и разрушения.

Die Mecsek Erzgruben sind in Perm-Sandsteinen in Südungarn angelegt worden. Die Sandsteine sind mittel- und klein-körnig, stellenweise mit Tonschiefer-Streifen. Die Sandsteine von verschiedener Korngröße kommen abwechselnd in form von Linsen, Bänken und Schichten vor.

Die Grundursachen der Gesteinstürze sind Spannungen, deren Wirkung durch die Abmessungen der offenen Oberfläche, sowie der Sandsteinlinsen und die auf die tektonische Einheitsfläche fallende Quantität der Lühoklassen beeinflusst wird.

Die elementare Methode der Abwehr der Gesteinstürze besteht in der richtigen Auswahl der geeigneten Abbau- und Sicherungs-Systeme. Hier können die geophysikalischen Methoden eine nützliche Hilfe leisten. Die elektrische und Dichte-Bohrloch-messung erleichtert die Voraussage der Deck-schichtverhältnisse, sowie deren areale Kategorisierung, während die Untersuchung der zeitlichen Änderungen der elektrischen Verhältnisse liefert Anhaltspunkte für die Verfolgung der Hohraum-Bildung. Diese Untersuchungen werden mit den konventionellen Untersuchungsmethoden simultan angewandt und sind im Stande, diese zu ergänzen.

A mecseki ércbányák Magyarország déli részén, a Mecsek hegységben, perm korú homokkövekben települnek.

A bányászat szempontjából elsőrendű fontosságú produktív öszlet, valamint a közvetlen fedő- és fekértég középszemű-finomszemű homokkövekből áll. A rétegoszletben a jól osztályozott homokkövektől az osztályozatlan és kavicsos homokkövegik sokféle változat található meg. Ásványos öszsetelete arkozás homokkő, túlnyomóan vörös-rózsaszínű földpátokkal (*I. táblázat*).

A meeseki lelőhely rétegsora

200 – 400 m	Jakabhegyi vörös homokkő Főkonglomerátum	felső permii alluvialis ártéri üledékek
30 – 250 m	Fedő vöröskő homokkő	
= 130 m	Zöld (ércesedett) homokkő összlet	
150 – 300 m	Tarka homokkő összlet	
	Vörös-barna aleurolit	

Gyakoriak a mikrorétegeződésű aleurolitok, agyagsávok, és agyaglencsék. A szemszék kötőanyaga uralkodóan agyagos, hidrocsillámos, amihez változó mennyiségű karbonátos és kovás kötőanyag járul. A kovásodás a feké szürke homokkővében a legerősebb. A legtöbb karbonátos kötőanyagot a produktív (érces) összlet tartalmazza. A produktív összlet jellegzetessége a ritmikus változás. A különböző szemcsézetű homokkővek és a lencsés közbetelepülések újszerűen összefonódnak és ciklusosan váltakoznak. A produktív összletben az ércelencsék rendszertelenül helyezkednek el, vastagságuk néhány dm -től, néhány m -ig váltakozik. A művelés során az egymást fedő lencséket akkor művelik külön, ha a közkő vastagsága az $1 m$ -t meghaladja. A különművelés lehetőségét sok esetben csökkenti, hogy az ércesedés „szintet vált”, azaz az egyik homokkőpadban megszűnik és átmenettel, vagy anélkül egy másik homokkőszintben jelenik meg. Ebben az esetben a homokkő-réteget, padot vagy lencsét a művelés metszi, ezáltal lényegesen csökkentve azok kohézióját.

Gyakori az olyan helyzet is, amikor a homokkővek kohézióját kisebb tektonikai mozgások, litoklázisok megjelenése csökkenti. Nagyobb kőzettömeg elválásának bekövetkezésére ott lehet számítani, ahol a bányatérség felett vagy mellett agyagcsíkok, litoklázisok, tektonikai repedések vannak.

A produktív rétegsor kőzeteinek nyomószilárdsága általában $800 - 1200 \text{ kp/cm}^2$. A finomszemű szürke homokkő nagyobb nyomószilárdságú ($1400 - 2000 \text{ kp/cm}^2$), a finomabb szemű kovás kötőanyagú vörös homokkő nyomószilárdsága pedig $900 - 1600 \text{ kp/cm}^2$ értékek között van, míg a közepes szemcsézettségű vörös homokkő szilárdsága a legkisebb, $200 - 800 \text{ kp/cm}^2$.

Nagyobb mélységben a bányaművelés hatásának kitett puha és közepes keménységű kőzetekben pszeudo-plasztikus deformáció, erős duzzadási jelenségek figyelhetők meg. Kemény homokkővekben, ahol a feszültségek erős koncentrációja mutatkozik, rugalmas deformációk lépnek fel.

A kőzetmozgás oka a bányatérségek kiképzése, amelynek hatására a kőzetben feszültség-átcsoportosulás következik be. Természetesen a kőzetek mechanikai tulajdonságain kívül a bányatérségek mérete is lényeges hatást gyakorol a kőzetmozgásra. Sajnos, éppen a nagyméretű bányatérségek, fejtések kiképzése következtében kezdődő kőzetmozgások hatása elméleti úton nem számítható ki.

A kőzetmozgások a gyakorlatban omlások, pillérmorzsolódások, főtészakadások formájában jelentkeznek. Az omlások, szakadások ellen a különböző biztosító-szerkezetek alkalmas megválasztásával és magának a fejtési rendszernek helyes kiválasztásával, valamint a technológiai fegyelem betartásával védekeznek.

A mecseki ércbányáknál alkalmazott keskeny homlokú kamrafejtések, keskeny és széles homlokú pásztafejtések, — legtöbbször egy szelettel — a kőzetviszonyoknak megfelelnek. E fejtések termelékenysége azonban sokszor nem volt kielégítő.

A teljesítmények növelésének szükségszerűsége, a telepődés miatt a bányászkodás mind nagyobb mélység felé való előrehaladása mindinkább előtérbe helyezte a kőzetmechanikai vizsgálatok szükségességét, valamint a kőzetmozgások elleni védekezést, elsősorban a kőzetmozgások előzetes észlelését.

A mélység felé haladva a geosztatikus nyomás növekszik. Sok kőzetmintából a kőzetfizikai paramétereket a Bányászati Kutató Intézet meghatározta. Így szintes vágatok esetén bizonyos közelítéssel a várható kőzetnyomás kiszámítható.

Mint már említettük, a szabálytalan alakú, nagy kiterjedésű bányatérsegek (fejtések) esetén azonban nem számítható ki a kőzetmozgások várható hatása. Ebből következik, hogy a biztosító-szerkezetek (legyen az mesterséges vagy visszahagyott természetes kőzetpillér) méretezésére szolgáló viszonylag sokféle számítási eljárást nem lehet a gyakorlatban megbízhatóan használni, mivel a változó kőzetmechanikai jellemzők ezt nem teszik lehetővé. Ennek oka egyrészt az, hogy a szilárdság, rugalmassági modulus, súrlódási együttható és egyéb kőzetfizikai paraméterek értékei nagy szóródást mutatnak, másrészt ezen paraméterek mérése „*in situ*” állapotban problematikus. A viszonylag rugalmas kőzetekben nagyobb mélység esetén (700 m mélységen túl) nagy főtéfelület (5000 m² felett) nyitása következtében a bányarengés veszélye is felléphet. Az eddigi tapasztalatok ugyan a bányarengés-veszélyt nem igazolták, de a nyitott főtében rövid idő alatt (néhány hét) fokozatosan erősödő tönkremenetel, majd szakadás tapasztalható. A bányászat szempontjából létfontosságú kérdés a főté-tönkremenetel, illetve az omlások kellő időben történő előzetes jelzése.

A Mecseki Ércbánya a Bányászati Kutató Intézettel közösen programot dolgoztak ki a kőzetmozgás tanulmányozására, mely a hagyományos vizsgálati eszközök alkalmazását tartalmazta. (Támnyomás-mérés, nyúlás-mérés, fejtésállapot vizsgálata stb.)

E program célja a fejtések hatására létrejövő kőzetmozgás regisztrálása, illetőleg tanulmányozása volt. Kiderült azonban, hogy a kőzetmozgás regisztrálása a változókéony földtani körülmények között nem kellő hatékonyságú; szükséges a bányaterületek, térségek a korábbiakat meghaladó méretű szélességi kategorizálása is. Ugyancsak elégtelennek bizonyultak a hagyományos eszközökkel végzett vizsgálatok is. Sok esetben a mérőeszközök megközelíthetetlenül váltak, vagy megsemmisültek, bizonytalan volt az észlelési eredmények földtani viszonyokhoz való hozzárendelése — pontszerű információjuk miatt. Mindez arra vezetett, hogy egyéb, részben új vizsgálati módszerek lehetőségeit is tanulmányozni kell.

A műveletek előkészítése a bányákban, a fekéiben telepített vágatokból egymástól 12 m-re, legyezőszerűen mélyített, 30–70 m hosszú, 36 m átmérőjű fúrásokkal történik, 70–80%-ban magvétel nélkül. E fúrásokban elvégzett természetes gamma-karottázis-mérés alkalmas a produktív összlet határának és az ércesedés határának bejelölésére, azonban a kőzettömeg további felbontásához nem nyújt adatot. A litológiai bontást adott esetben és körülmények között a sűrűség-karottázis (*gamma-gamma*) és az elektromos karottázis teszi lehetővé. A sűrűség-karottázis adatai alapján kijelölhetőek a tektonikailag

gyengült zónák, az agyagközbetelepülések, az elektromos karottázs adatai pedig a homokkő padok, a lencsék szelvénymenti vastagságának és szemcse-nagyság szerinti sorrendiségének elbírálását teszik lehetővé (2. táblázat).

2. táblázat – таблица – Tabelle

A produktív összlet elektromos tulajdonságainak változása

	Átlagos ellenállás Ohm. m	Vastagság m	Szórás
min.	174	1,55	34
max.	214	1,60	42
átlag	199	1,56	38

Az ellenállás-értékeknek a szemnagyság-változással való összefüggését az

$$Y = xb + c$$

függvény írja le, ahol

Y = a látszólagos elektromos ellenállás átlagos értéke

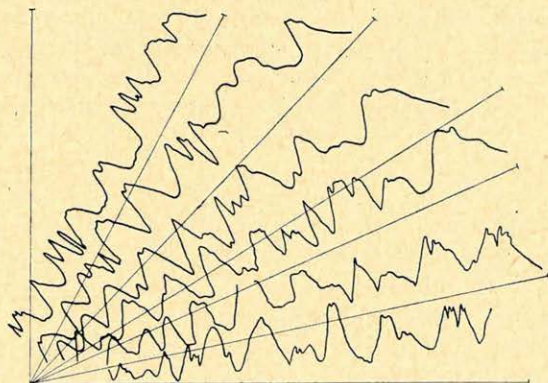
x = az átlagos szemcseméret mm-ben

b és c = az egyes területekre jellemző konstans értékek.

A sűrűség-karottázshoz szcintillációs érzékelő fejjel ellátott, 32 mm átmé-
rőjű, 200 mm hosszúságú szondát használnak. Az izotóp (Cs_{135}) a szondafejben
helyezkedik el, intenzitása 1 millicurie. A mérési adatokat $N-361$ -es típusú
szovjet berendezéssel folyamatosan regisztrálják.

Az elektromos karottázst a mecseki ércbányáknál előállított berendezés-
sel végzik. E berendezés generátorát a magyar gyártmányú ún. sekély karot-
tázs-berendezésből vették át, az alkalmazott regisztrátor típusa itt is $N-361$.
A felhasznált elektromos szonda kefe-, ill. szivacs-elektrodákkal van felszerelve.
A szonda felbontóképessége 0,3 m. A regisztrálás a fúróluk teljes hosszában,
folyamatosan történik.

A mérési eredmények mind a sűrűség-karottázs, mind az elektromos ka-
rottázs esetében jól reprodukálhatók.

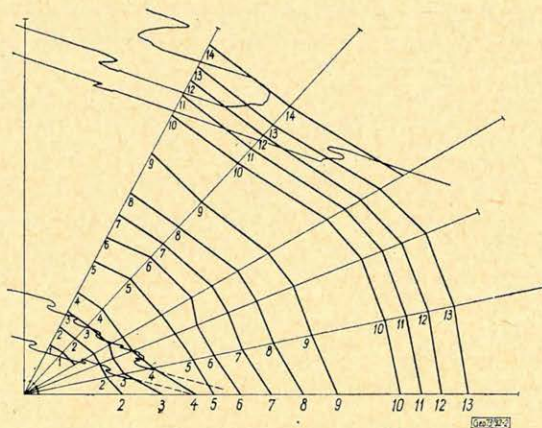


СНД-1

A bemutatott ábrán (1. ábra) látható, hogy a legye-
zőszerűen mélyített fúrások
elektromos szelvényének dif-
ferenciáltsága és formája a
különböző dőlésszöggel mély-
ített fúrásokban eltérő. Ez
általában a találkozási szög
változásának következmé-
nye. Helyesebb tehát, ha
az értelmezés során az egyes

1. ábra – пuc. 1. – Abb. 1.

szelvényeket rétegekre bontjuk, majd a nyert adatokat a fúrás tengelyére hordjuk fel. Ezután kerülhet sor az elektromos korrelációs szelvény szerkesztésére, amelynél természetesen ismét támaszkodni kell az eredeti szelvény nyújtotta lehetőségekre is. Egy, a leírt módon szerkesztett geoelektromos réteg-korrelációs szelvényt mutat be a 2. ábra.



2. ábra. — puc. 2. — Abb. 3.

Látható, hogy a rétegtanilag nyugodt, vagy a tektonikailag zavart területek a szelvényből kitűnnek. Az eredeti szelvények részletesebb elemzése lehetőséget ad az üledékfolytonosság megszakadásának kijelölésére is. A különböző szemcsézetű homokkövek ugyanis egymással ritmikusan váltakoznak. E ritmikus változás az elektromos szelvény megközelítő ismétlődésére vezet. Az ismétlődés hiánya vagy az értékek éles változása a szelvényben egyértelműen az üledékfelhalmozódás folytonosságának megszakadására utal, ami a művelés számára az agyagbeékelődésekhez hasonló veszélyt jelent.

A geoelektromos korrelációs szelvényt az ércesedés hasonló léptékű szelvényével egybevetve megállapítható az, hogy az ércesedés milyen homokkőszinthez kötődik, esetleg a homokkőszinteket metszi, vagy tektonikailag érintett területen települ. Ugyancsak megállapíthatók a főte várható viszonyai és előrejelezhető a biztosítás szükséges módja a tervezhető fejtési rendszer mellett.

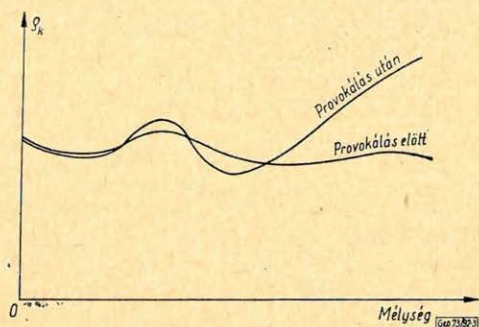
A vázolt módszerek általános elterjedése jelenleg folyamatban van. A folyamatos feltárást nyomonkövető kutatás azonban csak az előzetes értékelésre nyújt lehetőséget, mivel a konkrét bányaművelés ad majd végleges képet az előrejelzés helyességére.

A bányászat földtani körülményeinek előrejelzésével kapcsolatos munkálatokkal egyidejűleg folytatódnak a hagyományos módszerekkel végzett kőzetmozgási, valamint a geoelektromos megfigyelések is.

Korábban a geoelektromos ellenállás-mérések a bányatérség főtéjébe épített elektródák segítségével történtek. Sok esetben az elektródák szerepét a biztosítás céljából beépített főtecsavarok töltötték be. A mérések az üregkiszáradást követően kezdődtek. A méréseket a VEZ; DEZ sémáknak megfelelően végezték. Az időben egymást követő mérések görbéi egybevetéséről a kőzetmozgásra, annak mélységi alakulására vontunk le következtetéseket. A kisebb

„terítési távolságú”, méteres behatolási mélységű megfigyelések a kőzetmegváltás jelzésére (a kopogózást helyettesítő, vagy kiegészítő) alkalmas adatokat szolgáltatottak.

Újabb kísérleteztünk az üreg fölött 5–10 m-re mélyített fúrások elektromos szondázásával is. Ezeknek a vizsgálatoknak célja ugyanaz, mint az üreg főtéjében végzett megfigyeléseknek, azaz az üreg-felboltozódás időbeni alakulásáról, mélységéről kapunk felvilágosítást. Az előbbi módszerrel szemben e megfigyelési módnak előnyei és hátrányai is vannak. *Előnye:* a mérések nagyobb biztonsága, a mérési helyek megtarthatósága. *Hátrányai:* az egysíkú megfigyelés lehetősége, a mérések előkészítésének költségessége. Ezekben túlmenően e módszer csak olyan helyen alkalmazható, ahol megfelelő vágatrendszer áll rendelkezésre. Esetünkben a feltételek adva voltak. A lemélyített fúrások elektromos szondázásának feladata a főtéprovokálás hatásosságának és terjedésének megállapítása volt. A bemutatott ábrán a főtéprovokálás előtti nyugalmi elektromos szint (1,2) majd a provokálás utáni változás (3) látható, 15 m-es terítési hosszánál (3. ábra).



3. ábra – puc. 3. – Abb. 3.

Mindezen mérések adatainak elsődleges értelmezése és egyéb kőzetmechanikai vizsgálatok eredményeivel való egybevetése arra utal, hogy a bányászati művelés tervezése hasznos segítőtársra talál a bányászati geofizikában.

Kutatási eredményeinket megerősítik a környező országok tudományos intézeteinek tapasztalatai is, ezek hasonló jellegű vizsgálatokat nagy mennyiségben végeznek (a Szovjet Tud. Akadémia Institut Fiziki Zemli-je, a Berg-Akadémie, Freiberg, a Pribrámi Bányászati Kutató Központ). Természetesen ezeknek a vizsgálatoknak statisztikai jellegű igénye, a bányák ma még nagy mértékben ismeretlen körülményei a végső következtetések levonását nem teszik lehetővé. Azonban az első lépések eredményeinek felvázolását sem láttuk célszerűtlennek, ill. haszontalannak.