KÖRNYEZETVÉDELEM

A kőzetjövesztés és a környezetvédelem javítása a megújult komlói kőbányában

Pozsár Sándor – bányavezető, KŐKA Kő- és Kavicsbányászati Kft. MECSEKKŐ
Dr. Bohus Géza – egyetemi docens, Miskolci Egyetem Bányászati és Geotechnikai Tanszék
Bóhm Szilvia – PhD hallgató, Miskolci Egyetem Bányászati és Geotechnikai Tanszék

Development of blasting method and environmental protection in the quarry near Komló

One of the quarries of the KŐKA rock and sand and gravel mining company, located near Komló began its operation in the 1920s years. The mining area was extended northwest of the former site

using its roads and infrastructure. The new mining operation is significantly closer to the living estate of the town, causing some adverse environmental effects, such as noise and vibration. Eliminating these environmental problems became a most important problem of the company beside the mining and preparation technology. Its solution method is discussed in the paper.

A KŐKA Kő- és Kavicsbányászati Kft. MECSEKKŐ Üzemigazgatóságához tartozó komlói kőbánya a Mecsek hegység központi részén, Komló város délkeleti előterében található. Az elsősorban út- és vasútépítéshez használt zúzottkövet a miocén kor helvét emeletében képződött amfibol-andezitből állítják elő, mely előfordulás kb. 5–6 km²-es kiterjedésű. Vastagsága a kürtőnél valószínűleg 270 m.

A bánya művelésének kezdetei az 1920-as évekre nyúlnak vissza. A kiváló kőzetanyag kitermelése a II. világháborút követően 1 millió t/év értékre is felfutott, ami előre vetítette a készlet kimerülését.

A réteges, pados, tömbös, helyenként sűrűn töredezett nyersanyag fejtését nem akadályozta az andezit fölötti 8–10 m vastag agyagos lejtőtörmelék és lösz. Ennél nagyobb hatással volt a II. világháború idején a külfejtés alatt megindított föld alatti széntermelés. Ennek egyik jól látható jele volt, amikor 1972-ben 20–30 m mély, 30–40 m hosszú, 1,0–1,5 m széles felszakadás jelent meg a külfejtésen. [1]

Az igazi gondot viszont a „mély”-típusú külfejtések előrehaladásának természetes velejárója, a növekvő mélység melletti mind kisebb művelt terület jelentette. A föld alatti bányászatot ugyan már jó tíz éve megszüntették, de ez a tény nem kompenzálta a nyersanyag kimerülését. Új területet kellett keresni.

Az új bányaterület – a föld alatti bányászat fogalomhasználatát alkalmazva – „mezőcsatolással” történt. A bánya meglévő úthálózatát, infrastruktúráját felhasználva

bővítették a bányát északnyugati irányba. Ez lett az **Új-bánya** (1. ábra).

1. ábra. A bánya és környéke M = 1:12500

Fig. 1. The quarry and its surroundings. Scale = 1:12500

Az Új-bánya nyersanyaga kifogástalan és jöveszthetősége is kedvezőbb a régi bányában megszokotthoz képest. A letakarítási igény kicsi, az új bányarészbe telepített XIII-as előtörő is beváltotta a hozzá fűzött reményeket.

Az Új-bánya viszont lényegesen közelebb van a lakóházakhoz, mint a Régi-bánya, így **fokozódtak a káros környezeti hatások.**

A bányaművelés és a köfeldolgozás technológiáinak fejlesztése mellett elengedhetetlenül sürgető feladattá vált a környezeti hatások csökkentése.

Az Új-bánya művelése és a környezet védelme terén a következő feladatokat oldottuk meg a 2004–2006 közötti időszakban:

- új robbantástechnológia kidolgozása,
- a robbantások okozta szeizmikus hatás korlátozása, rendszeres műszeres ellenőrzése,
- a repeszhatás jelentős mérséklése,
- a robbantások okozta léglökés csökkentése,
- zajvédelmi megoldások a köfeldolgozó technológiai soron.

A megoldásokat és az eredményeket az alábbiakban foglaljuk össze.

Az új robbantástechnológia jellemzése, előnyei

A kidolgozott technológia: 2 soros, túlfűrésos, oszlopos sorozatrobbantás. Legfontosabb paraméterei a 2. ábrán olvashatók le [2].

2. ábra. Az alkalmazott robbantástechnológia
Fig. 2. Applied explosion technology

3. ábra. A 2005. szeptember 13-i bemutató robbantás felvételei
Fig. 3. Pictures taken at the presentation explosion of
13 September, 2005

Az elvégzett nagyszámú kísérleti robbantás és a 2005. szeptember 13-i bemutató robbantás (melyen a Magyar Robbantástechnikai Egyesület 66 tagja is részt vett, 3. ábra):

- jól, egyenletesen aprított készletet,
- repeszhatás nélküli egyenletes készletterítést,
- kis zajt és mérsékelt rezgést,
- valamint stabil, a követelményeket jól kielégítő bányafalakat eredményezett.

A fajlagos értékek is kedvezőek ($q = 0,33 \pm 0,02 \text{ kg/m}^3$ és $f = 0,075 \pm 0,005 \text{ fm/m}^3$).

A közetben terjedő hangsebességet már korábban ki-mértük ($C_1 = 4400 \text{ m/s}$), amihez

$$\tau_{\text{opt}} = 23 \text{ ms}$$

optimális soron belüli késleltetés tartozik. Ezért ideálisnak bizonyult a DeM gyutacsorozat.

A kőzetek robbantásos jövesztésénél az energiabetáplálás módja és ideje nagymértékben befolyásolja a robbantási munka hatékonyságát. Nagyfűrólyukas robbantástechnológia alkalmazásakor a robbanóanyag energiája akkor hasznosul a legjobban, ha milliszekundumos energiabetáplálást valósítunk meg.

A soron belüli szomszédos töltetek közötti optimális késleltetési idő a

$$\tau_{\text{opt}} = \frac{10^5}{C_1} \text{ ms}$$

összefüggéssel számítható [3]. A C_1 érték behelyettesítésével

$$\tau_{\text{opt}} = \frac{10^5}{4400} = 23 \text{ ms.}$$

A robbantás helyétől kellő távolságra (30–80 töltet-sugárnál távolabb) a robbantás hatására csak rugalmas alakváltozások jönnek létre – ez a szeizmikus hatás.

A robbantás helyétől l távolságban lévő, a szeizmikus hullámok által átjárt felület nagysága $4 \cdot \pi \cdot l^2$ (ahol l – a robbantástól mért távolság), a szeizmikus energia nagysága pedig

$$E_{sz} = 4 \cdot \pi \cdot l^2 \cdot \rho \cdot C_l \int_0^t v^2(t) dt$$

(ρ – az átvivő közeg sűrűsége, C_l – a hangterjedési sebesség).

A robbantástól l távolságra, a védendő műtárgyon lehelyezett geofon a $v(t)$ rezgés egy-egy komponensét regisztrálja és a szeizmométer segítségével rögzíti.

Ismert, hogy a szerkezetek, a szilárd testek az anyagokra jellemző v_{krit} kritikus sebesség elérésekor mennek tönkre. A szeizmikus mérések gyakorlati értéke: összehasonlítási alapot adni a robbantás keltette tényleges és a kritikus rezgési sebesség között. A károsodás valószínűsége és mértéke annál nagyobb, minél közelebb kerül a mért rezgési sebesség a kritikus rezgési sebességhez [4].

A töltet sorok között 125 ms időkülönbséget tartva jutottunk a várt jövesztési eredményhez.

A robbantások szeizmikus hatását minden kísérletnél 5 ponton mértük. A mérések alapján megállapíthattuk, hogy a bánya irodaépületén elhelyezett geofonokkal mért rezgések jól jellemzik a bányabeli robbantásokat. Az épület emeleti padlóján, az alaprajz középpontja közelében letett geofonokkal kaptuk a legmegbízhatóbb rezgési adatokat, melyek mérési módja nemcsak az ÁRBSz, hanem a 13018. sz. Magyar Szabvány („Rezgések épületre gyakorolt hatása”) előírásainak is megfelel.

Ezen eredmények alapján ma már minden robbantás szeizmikus hatását az üzem méri saját műszerével. Az Újbányában végzett robbantások keltette rezgések sebessége nem éri el a megengedett 5 mm/s-ot.

A **repeszhatás** idézi elő a legtöbb problémát a kőbányák környezetében, ezért ennek kiemelt fontosságot tulajdonítottunk.

A legfontosabb feladatok: a robbantások gondos előkészítése, tervezése, kivitelezése.

Minden robbantást pontos műszeres mérés előz meg. A korábbiaknál jobban ügyelnek a lyukak kiosztására (a lyukak közötti távolság $\pm 0,2$ m-nél jobban nem térhet el a tervezettől) és a fúrás pontosságára. A lyukmélységben $\pm 0,5$ m-t, a dőlésszögben $\pm 1^\circ$ -ot szabad csak eltérni.

A kiüregelődésre (kaverna képződésre) nem hajlamos eruptív kőzeteknél

- a rakodógép kanala okozta **alászedés**
- és az **elégtelen fojtás**

lehet a nagy repeszhatás előidézője.

Mindezt jól tudva az alászedett helyeken megszakítják a töltetoszlopot, vagy nem töltik be valamelyik lyukat az első sorban.

A **fojtás** jóságát annak **minősége** és hossza együttesen garantálja.

A fojtás hosszát a már korábban kidolgozott [3] összefüggéssel lehet kellő biztonsággal meghatározni:

$$L_f = 1,12 \cdot \frac{D \cdot W}{C_l} \cdot \sqrt{\frac{\rho_{ra}}{\rho_f}},$$

ahol

D – a robbanóanyag detonációsebessége, m/s;

W – az előtét, m;

C_l – a közetben terjedő hangsebesség, m/s;

ρ_{ra} – a robbanóanyag töltési sűrűsége, kg/m³;

ρ_f – a fojtás sűrűsége, kg/m³.

Az adatok behelyettesítésével

$$L_f = 1,12 \cdot \frac{4500 \cdot 4}{4400} \cdot \sqrt{\frac{820}{1900}} = 3,0 \pm 0,2 \text{ m}$$

A második sorban elégséges a $2,5 \pm 0,2$ m hosszúságú fojtás is, mert ott a lyukak előtt végig azonos az előtét.

Fojtásnál nem csak az előírt hosszat ellenőrzik a robbantást végzők, hanem jó minőségű fojtásanyagot is használnak. Az utántörőből kikerülő <20 mm-es frakciójú zúzottkővet használják fojtásnak.

A már sok helyen bizonyított, de vizsgálataink alapján itt hatóságilag is engedélyezett repeszhatás elleni védőzóna kijelölése a 4. ábra szerint történik.

4. ábra. A várható repeszhatás zónájának kijelölése egy 40 m hosszú front robbantásakor $M = 1:4000$

Fig. 4. Marking out the zone of expected splinter effect before the explosion of a 40 m long rock face. Scale = 1:4000

A robbantással előidézhető léglökést

- a megfelelő fojtással,
- a töltetek helyes késleltetésével,
- fordított (lyuktalp felőli) iniciálással
- és jól méretezett előtét alkalmazásával lehet mérsékelni.

Mindezt jól tudják a robbantást végzők és a robbantási tervet ennek megfelelően állítják össze.

Van viszont egy, a személyzettől független tényező is: ez az időjárás. A bánya felett alacsonyan elhelyezkedő, vastag, sűrű felhőzet visszaveri és a robbantás helyétől nagy távolságra is elviszi, esetenként fel is erősítheti a léglökést.

Az ilyen bajok elkerülésére csak egyet lehet tenni; ilyen felhőzet alatt nem szabad robbantani, vagyis el kell halasztani a robbantást. (Ezt itt könnyen meg lehet tenni, mert az üzem robbantóanyaggal ellátó társaság – az Ipari Robbanó Kft. – a bánya területén lévő külszíni raktárat bérli.)

A robbantás zaja – extrém eseteket kivéve – nem zavaró ill. nem ütközik jogszabályba.

Annál jelentősebb zajforrás lehet a köfeldolgozó technológiai sor működése következtében keletkező **zaj**.

A Régi-bánya működésekor soha fel sem vetődött a kőbánya által kibocsátott zajok kérdése, de az Új-bánya XIII-as előtörője a bánya bejáratához közelebb, egy nyiladék oldalára került. E gép működése sem zavart senkit mindaddig, amíg ki nem vágták azokat a magas fákat, amelyek megfelelő védelmet nyújtottak az országút túloldalán, a bányával szembeni domboldalon elhelyezkedő Gesztenyész-lakótelepnek (5. ábra).

A törő- és osztályozó berendezések üzeme az enyhébb nappali előírásokat könnyen teljesíti (sokszor a közúti forgalom okozta alapzaj el is nyomja e berendezések zaját), éjszaka viszont bizonyos berendezések, így

- az Új-bánya szélére telepített XIII-as törő és annak kihordó szalagja,
- a II-es üzem X-es törője és
- a II-es üzem Binder-vibrátora

5. ábra. A Komló II.-andezit védnevű bánya és a Gesztenyész-lakótelep
Fig. 5. Andesite quarry denominated as Komló-II.-andezit
and housing estate Gesztenyész

által keltett zaj a lakótelep több pontján meghaladta az egészségügyi normákat.

Az üzem nem várta meg az érintettek panaszbejelentését, hanem

- ellenőriztette a zajok tényleges nagyságát,
- majd kiszűrte a legzajosabb berendezéseket és munkafolyamatokat.

Ezt követően

- termelés-szervezéssel
- és aktív zajcsökkentő intézkedésekkel önként oldotta meg ezt a környezeti problémát.

Az eddig elvégzett, mérésekkel bizonyítottan sikeres beavatkozások, műszaki megoldások az alábbiak voltak [5]:

- zajárnyékoló fal építése a XIII-as törő köré, mind a bedöntésnél, mind közvetlenül a törő-osztályozó berendezéseknél,
- továbbá racionalizálták a műszakbeosztásokat.

A kísérletek, a sok-sok műszeres mérés és a legnagyobb költséget jelentő új fűrógép beszerzése együttesen 3–4 év alatt megtérülő beruházásnak minősül.

A KÖKA Kft. MECSEKKŐ komlói bányaüzeme még több évtizedig működik a város szélén. Működése során a gazdasági érdekekkel egyenrangú feladatának tekinti a környezet és a természet védelmét, a bányászati és munkabiztonsági előírások következetes betartását. E szellemben dolgoznak és problémák felmerülésekor a jó megoldás érdekében rendszeresen külső szakembereket is bevonnak.

A komlói andezitbánya működése mára nemcsak a szakma hazai művelőinek elismerését vívta ki, hanem az odalátogató külföldi szakembereket is. Az elismerés alapja a megrendelők igényeit jól kielégítő termék és a termelés minden mozzanatát, környezeti hatásait feltáró, az újabb eredményeket megalapozó műszaki fejlesztés.

Irodalom

- [1] Klespitz, J.: Bányageológiai megfigyelések az állami kőbányaipar andezitbányáiban; Építőanyag, 1998. N° 1
- [2] Bohus G.: Zárójelentés a komlói andezitbányában végzett robbantástechnikai és környezetvédelmi kutatásokról; Miskolc, 2005. szeptember
- [3] Földesi, J. – Bohus, G.: A hazai kőbányászat jövesztéstechnológiájának és környezetvédelmének javítása érdekében végzett kutatómunkánk legfontosabb eredményei. A Miskolci Egyetem Bányamérnöki Kar kutatási eredményei; Miskolc, 1983.
- [4] Bohus, G. – Horváth, L. – Papp, J.: Ipari robbantástechnika; Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1983.
- [5] Bohus, G. – Kovács, A.: A Komló II. andezit védnevű bánya zajterhelésének felmérése a zajcsökkentő műszaki intézkedések foganatosítását követően; Miskolc, 2006. augusztus