



Nemes József

Kivonat a robbantási technológiai
előírás elemeiből II. (Szeizmikus
biztonsági távolságok)

 **NSZFI**
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:
Robbantás környezeti hatásai I.

A követelménymodul száma: 0022-06 A tartalelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-015-30

SZEIZMIKUS HATÁS ÉS AZ ELLENE VALÓ VÉDELMI TECHNOLOGIÁK

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Robbantással művelt kőbányászati bányauzem körzetéből több panaszos bejelentés érkezik a hatóságokhoz, önkormányzathoz, a bányászati tevékenységgel, a robbantással összefüggésben. A környéken élők panaszolják, hogy érzékelik a robbantások keltette, talajban terjedő rezgéseket. Olyan jelenségekről számolnak be, hogy egy-egy alkalommal "földrengésszerű" talajmozgásokat tapasztalnak. Állítják, hogy volt olyan eset, hogy a "majdnem felborult a talpas pohár az asztalon", "megmozdult a csillár a plafonon", "bútorok mozdultak el a robbantás következtében", "az ablakok megremegtek". Jeleznek maradandó változásokat is. Falakon megjelenő repedésekről számolnak be, pergő vakolatra emlékeznek. Kivizsgálást és kártérítést kezdeményeznek és követelnek.

Nem lehet figyelmen kívül hagyni az ilyen felszólamlásokat, észrevételeket, bejelentéseket. A hatóság kötelessége kivizsgálni a panaszokat. A bányavállalkozó érdeke, hogy a vonatkozó előírások következetes betartása mellett folytassa tevékenységét. Van lehetőség a környezet védelme és megóvása mellett ipari tevékenységet folytatni, csak figyelembe kell venni a vonatkozó környezetvédelmi előírásokat, szabályokat, mutatókat. Ilyen előírások a környezet szeizmikus teherviselő képességére is léteznek.

A hatósági kivizsgálást követően, a bejelentések alapján általában tényfeltárázó rezgésmérésre kerülhet sor. Ilyenkor a legtöbb esetben elhangzik: "Most bezzeg csak kicsit robbantanak!", vagy "Ilyenkor bezzeg fele akkora a robbantás, mint máskor."

Ezeknek a kijelentéseknek akkor lehet elejét venni, ha a robbantómester, az előírásoknak megfelelően, nyilvántartottan dokumentálja a robbantások paramétereit. Az így rögzített információkat össze lehet vetni a Robbantási Technológiai Utasításban foglaltakkal, ahol is rögzített a mértékadó töltet. A mértékadó töltet a környezet szeizmikus terhelése számításának alapja. És független méréssel megállapítani a keletkező valós értékeket.

A független ellenőrző vizsgálati mérés során kapott eredményt vetik egybe a megengedett szeizmikus terhelési értékkel. Számos esetben kiderül, hogy a jelzett kifogások túlzóak, pontatlanok, hiszen az emberi szervezet szubjektív, de igen érzékeny jelfogó, szenzor. A tapasztalt elváltozások forrásának eredetét pedig máshol kell keresni. Bizonyított tény, hogy például az épületszerkezetek tönkremenetelét a kifáradás okozza. A gyakori és ismételt erőhatás, mint például az azonos rezgésszámon (frekvencián) történő rezgés, a mozgásba hozott falakon, tartókon, alapon előbb-utóbb töréseket, repedéseket eredményez. Az ilyen tartósan ismételt rezgéseket idézhetnek elő például a nagy tömegű közlekedési eszközök. (Egy ilyen esetben például kiderült, hogy a bejelentett kár esetén az egyszeri, nem is talajba süllyesztett, hanem fémszerkezetre rögzített robbantás követő vizsgálat során feltűnt, hogy az épület előtt évek óta járnak a közeli tápüzemből a megrakott kamionok. Az üzem portáján érdeklődve kiderült, hogy ... "Van úgy, hogy 60 t-át is elvisznek egy fordulóra!". (A megengedett legnagyobb terhelés 40 t. Az értékelt épület egy önkormányzati kezelésű, nem nagy forgalomra épített, belső utca.)

Más esetben szerzett elgondolkodtató tapasztalat: a néhányszor ismétlődő, városi környezetben végzett robbantás körzetében, az úgynevezett "háttérzaj", azaz a robbantás mentes időszakban mért környezeti rezgésforrások keltette permanens rezgésterhelés többszöröse volt a robbantásból és a lezuhanó épületelemekből eredő szeizmikus hatásnak. A rezgésforrás egy gumijavító műhely, centrírozó gépéből származott, amely naponta több tucatszor pörgött föl. Belátható, hogy ennek milyen anyagfárasztó hatása lehet a környező építményekre.

És még egy figyelemre méltó észlelés: működő kőbánya közelében, a robbantások hatását ellenőrzendő rezgésmérés során, a hatásterületen áthaladó gázvezetéket kibontották, hogy közvetlenül a műtárgyon lehessen elhelyezni a receptort, azaz szeizmikus mérőszondát. A háttérzaj felvételekor szembeötlött, hogy a maga értékű pulzáló jelek jelentkeznek az értékelő diagramon. Kiderült, hogy a vezetéken pumpált gáz hozta rezgésbe a rendszert, amelynek értéke nagyságrenddel haladta meg a megengedett maximális határértéket.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A SZEIZMIKUS KÁROKOZÁS MEGELŐZÉSÉNEK ALAPJA A MÉRTÉKADÓ TÖLTET NAGYSÁGÁNAK HELYES MEGÁLLAPÍTÁSA

A robbantás környezetterhelései közül több hatása is túlnyúlik a robbantási munkaterület lezárt határain. A jól tervezett robbantás ezekkel a hatásokkal számol, sőt, csak abban az esetben engedélyezett, ha bizonyított, hogy e jelenségek kedvezőtlen hatásainak csökkentésére, a kártételek megelőzésére megfelelő rendszabályokat bevezették, intézkedéseket meghozták.

A robbantások keltette rezgések hatásai nem olyan látványosak és legtöbbször nem olyan közvetlen hatásúak, mint a repeszekből, vagy léglökésből eredő károk. A szeizmikus szempontból értékelt körzetet a robbantás középpontjától mért azon távolság határa mentén kijelölt vonal határozza meg, ahol a talajban terjedő rezgések 1 mm/s sebesség érték alá csökkennek.

A mértékadó töltetet 1 (Q) az ismert Koch képletbe helyettesítve határozható meg ez a határ távolság.

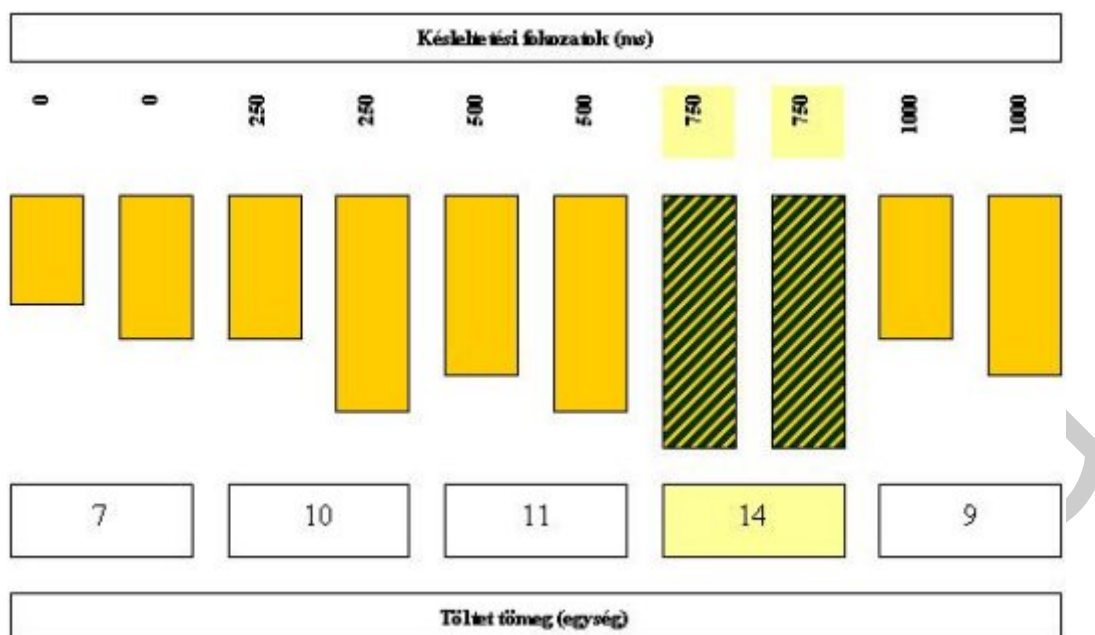
$$L = k\sqrt{Q}$$

A robbantás keltette szeizmikus hatás elleni védekezésre akkor van szükség, ha a fenti képlettel meghatározott határon belül védendő létesítmény található.

Elsődleges megoldás a mértékadó töltet csökkentése. A robbantások általában több töltési űrbe helyezett robbantó töltettel valósíthatóak meg. Az egy időben robbanó töltetek tömege mindaddig csökkenthető, amíg alkalmasak a robbantandó közeg megbontására a szükséges mértékben. A csökkentés elsősorban különböző fokozatú gyutacsok alkalmazásával oldható meg úgy, hogy ezáltal időben eltolódik az összes robbanó töltet felrobbanása. Időzítés: a töltetek felrobbantásának előre meghatározott időbeli sorrendje.

Egy időpillanatnak a robbantástechnikában 100 ms–ot tekintjük.

1 mértékadó töltet (Q_f): gyutacs használata esetén a 100 ms–on belül együtt indított töltetek közül az azonos késleltetési fokozatban együttróbbanó töltetek mennyisége közül a legnagyobb; gyújtózzsinór használata esetén a legnagyobb töltet kétszerese; kábeltöltet esetén a 20 méter hosszú töltet tömege;



1. ábra. Mértékadó töltet

A **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**en A mértékadó töltet fogalmát szemléltetjük grafikusan. Ebben az esetben a 100 ms-on belül robbanó legnagyobb töltetet a 2 db 750 ms késleltetésű 14 egység nagyságú töltetpár együttes tömege jelenti.

A Koch képletben szereplő "k" tényező a robbantás módját, körülményeit és gyakoriságát figyelembe vevő tényező. Értékeit az alábbi táblázat szemlélteti.

Víz alatt, vagy mocsaras talajban végzett robbantásoknál:	100
Egy éven belül ötnél többször ismétlődő robbantásoknál:	50
Egy munkahelyen vagy területen évi 1–5 robbantás esetén:	25
Rátett töltet vagy áthalmazott anyag robbantással végzett terítése esetén:	5

A táblázat értékeiből kiolvasható, hogy:

- Vízben, vagy vízzel telített talajban, ahol a nyomás közvetítés a víz "összenyomhatatlansága" miatt intenzívebb, találjuk a legnagyobb értéket;
- Az éves viszonylatban gyakori robbantásoknál alkalmazott érték az anyagfáradásra utal;
- A rátett töltetnél alkalmazott alacsony érték azt fejezi ki, hogy a robbanás hatása a felszínt érinti, mintsem a teljes egészében a talajt, kőzetet hozza mozgásba.

VÁRHATÓ KÁROSODÁSOK ÉS A REZGÉSEBESSÉG SZÉLSŐ ÉRTÉKEINÉL 2

A robbantásoknál a frekvencia tág határok között változik (3–100 Hz). Ezzel szemben a földrengés által okozott rezgések frekvenciája alacsony, 1-nél is kisebb lehet. A földrengések ezért nagyobb mértékben veszélyeztetik az épületeket, mint a robbantás által okozott rezgések. Hozzájárul ehhez még az is, hogy a földrengések csillapodása lassúbb (5–20 s), míg a külszínen végrehajtott robbantások rezgései 2–5 s alatt lecsillapodnak.

Nem közömbös azonban, hogy milyen keménységű, szilárdságú, repedezettségű kőzet közvetíti a rezgést, milyen az adott kőzetre jellemző hangterjedési sebesség (c).

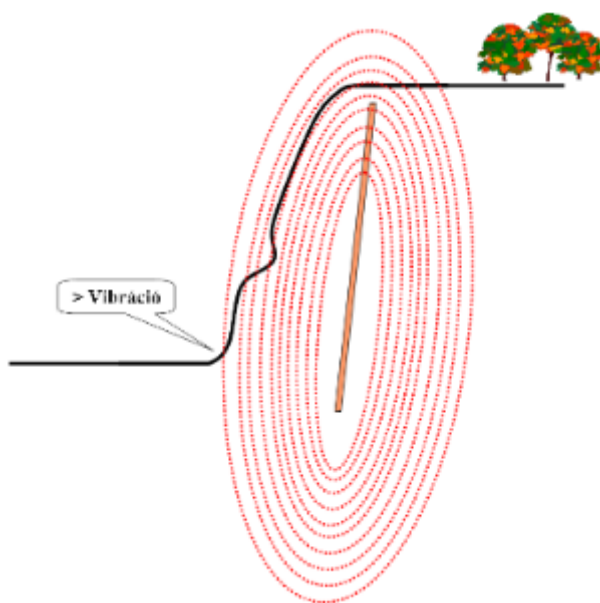
A károsodás mértéke	Az altalaj minősége		
	Homok, kavics, nedves anyag C = 1.000-1.500 mm/s	Moréna, pala, puha mészkő C = 2.000-3.000 mm/s	Kemény mészkő, kvarcit, gránit, gnájsz, diabáz C = 4.500-6.000 mm/s
	V (mm/s)	V (mm/s)	V (mm/s)
Semmiféle károsodás nincs	18	35	70
Finom repedések, vakolathullás	30	55	70
Erős repedések	40	80	150
Kiterjedt mérvű károsodás	100	115	225

2. ábra. Várható károsodások mértéke különböző kőzeteken nyugvó létesítményekben

A VIBRÁCIÓ CSÖKKENTÉÉNEK LEHETŐSÉGEI

1. Egyenletes előtét

Előtét, a töltet középpont és a legközelebbi szabad felület közötti távolság (w). Az ábrára tekintve könnyen belátható, hogy a helytelenül választott, vagy nem egyenletes előtét eredménye a nem kívánt mértékű szeizmikus hatás. Jelen esetben a pontatlan fúrás eredményeképpen a talpon kialakult nagyobb előtét miatt a robbanás hatása kőzet megbontása és kivetése helyett elnyelődik, azaz a felszabaduló energia nagy távolságra eljutó rezgéshullámok formájában terjed tovább.



3. ábra. Pontatlan fúrás következtében megnövekedett előtét fokozza a káros rezgéshullámok kialakulásának lehetőségét

2. Optimális közelségi tényező megválasztása

Közelségi tényező (m): a szomszédos töltetek közötti távolság (E) és az előtét (w) hányadosa. A tapasztalatok alapján ez a hányados különböző időpillanatban robbantott, időzített töltetek esetén:

$$E/w = 1 \dots 2 \quad - \quad m_{\text{időzített}} = 1,1 \dots 1,4;$$

Pillanat hatású, azaz egytűzben robbantott töltetek esetén:

$$E/w = m_{\text{pillanat}} = 2,0 \dots 2,2$$

érték.



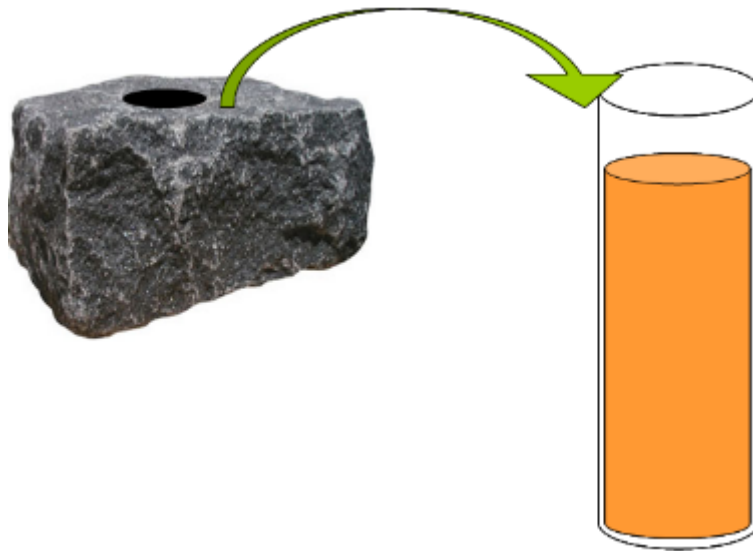
Árnyező elemek

3. Kőzet és alkalmazott robbanóanyag egymásnak való megfeleltetése

4. Lyukátmérő és töltetátmérő aránya közelítsen egymáshoz

$$\gamma = \frac{d_0}{d_r}$$

A folyékony, képlékeny robbanóanyagok ebből a szempontból ideálisak. A darabos, préstestek között légrések találhatók, ezáltal a felrobbanás során energiájukat nem közvetlenül a töltési űr falára fejtik ki. Minél jobban kitölti a robbanóanyag a töltési teret, annál jobban hasznosítható a robbanóanyagban tárolt energia. Minél szorosabb a robbanóanyag és a robbantandó anyag közötti kapcsolat, annál erőteljesebb a robbanás hatása, illetve a közeg roncsolása. Hagyományos töltésmódoknál ez az érték $\gamma = 1,20 \dots 1,28$.

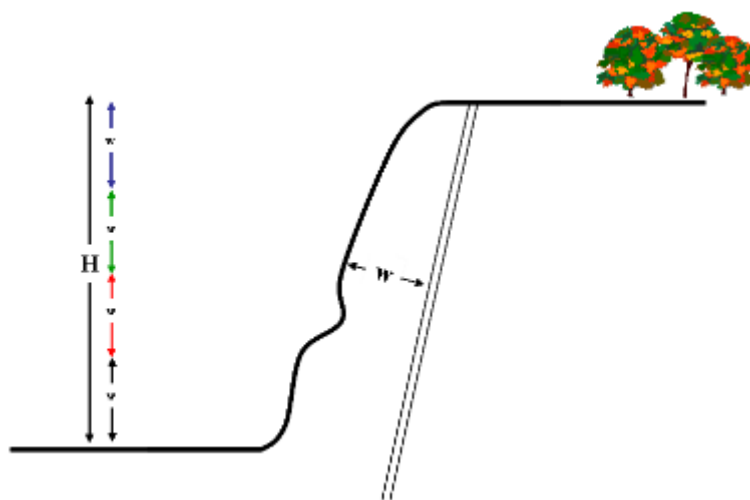


5. ábra. Töltési űr és azt kitöltő robbanóanyag geometriai méreteinek viszonya a töltési tényező

5. Megfelelő falmagasság választása

Külszíni fejtéseknél kialakítható egy, a környezet szeizmikus terhelése szempontjából ideálisnak mondható arány, amely összefüggésben van a robbantás által megmozgatásra kerülő közettömeg és "szálban álló" kőzet kapcsolatával. Ezt a viszonyt a karcsúsági tényező fejezi ki, ami az előtét (w) és a falmagasság (H) 1:4 viszonyával fejezhető ki.

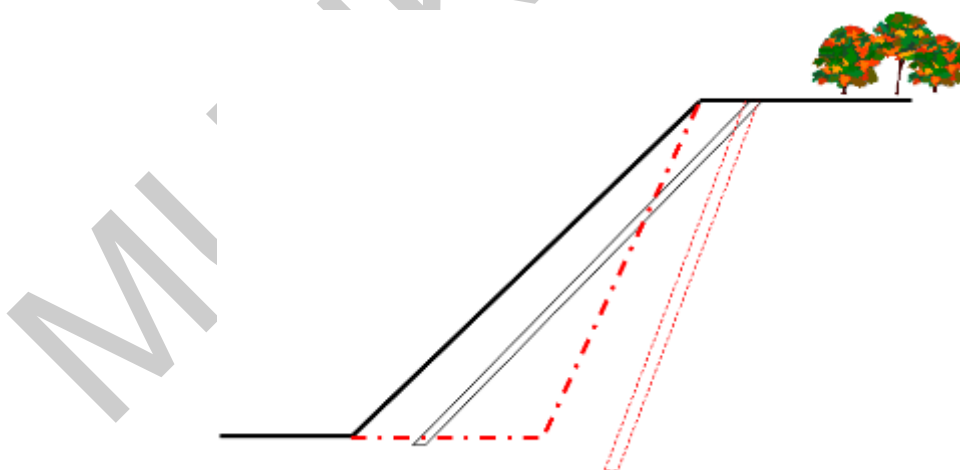
$$H = 4w$$



6. ábra. Szeizmikus szempontból ideális falmagasság négyszerese az előtétnek

6. Az ideális fal dőlésszöge

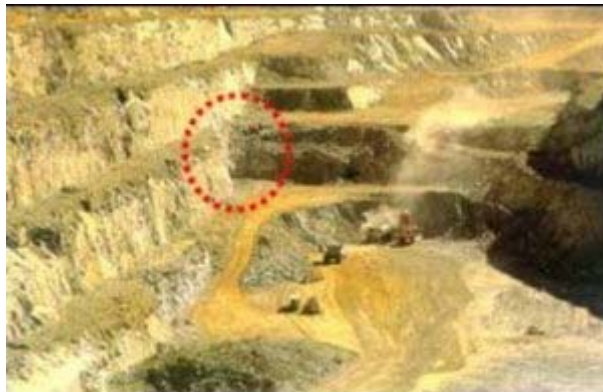
A környezet szeizmikus terhelés szempontjából a legkedvezőbb a 45°-os dőlés lenne optimális, mert ebben az esetben a homlokot, a falat ferde ütésként érné a robbantás ereje. Ekkor azonban gazdaságtalanul hosszú lyukakat kellene fúrni, ami jelentősen növelné a költségeket. A legkedvezőtlenebb, függőleges fúrt lyukak és az ideális lehetőség között, kompromisszumos megoldásként általában 65–75° közötti értéket választanak a kőzet egyéb sajátosságaitól (vetődés, repedezettség, stb.) függvényében.



7. ábra. A pirossal jelzett homlok és fúrt lyuk köztes megoldás a környezet szeizmikus terhelése szempontjából

7. A beszorítottság kerülése

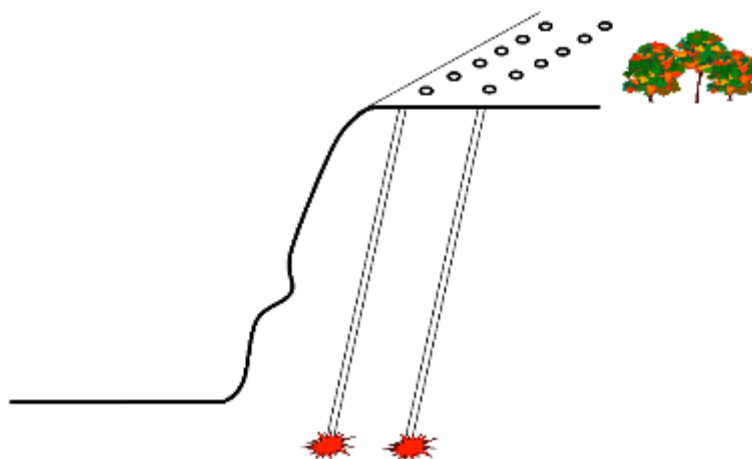
A beszorítottság a sarkokban, frontok találkozásakor, a lábon alakulhat ki, ahol ezek a körülmények a robbantás szabad kifejlődése ellen hatnak. Ebben az esetben relatíve nagyobb mennyiségű robbanóanyag felhasználása szükséges azonos mennyiségű termelvény, kőzet kimozdításához, aprításához. Ez az érték a tapasztalatok szerint a homlokon alkalmazott tölténagság 2,4-szerese. Könnyen belátható, hogy ha a homlokon végzett robbantások szeizmikusan terhelik a környezetet, akkor a beszorított helyeken végzett robbantások miatt besűrített, túlfúrt, ezáltal nagyobb töltési úrral rendelkező töltetüregek vagy megnövelt töltetek elrobbantása nagyobb rezgést kelt, jobban terheli a környezetet.



8. ábra. A pirossal jelzett sarokban a kőzet beszorított helyzetben van

8. A sorok közötti késleltetés haladja meg a 100 ms–ot

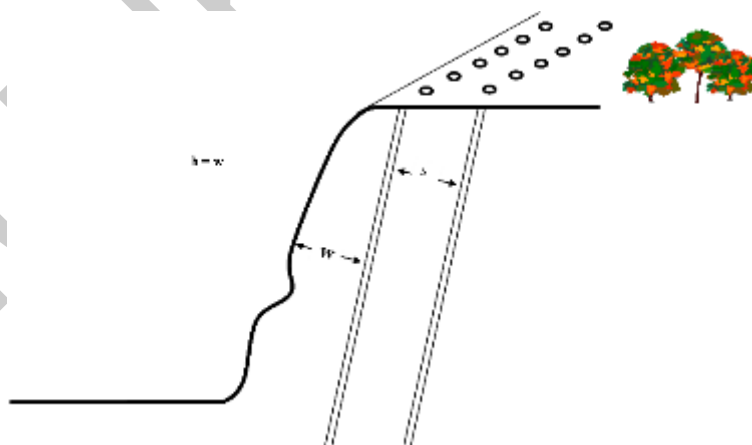
A tapasztalatok, mérések, a gyakorlat azt mutatja, hogy a robbantás technológiában alkalmazott egy időpillanatnak tekintett időegység a 100 ms az az időkorlát, amely minimális különbség szükséges ahhoz, hogy az elrobbantott töltetek hatása ne erősítse egymást. A 100 ms–nál nagyobb időkülönbséggel elrobbantott töltetsorok, mintegy szeletelik a kőzetfalat, vetik ki a kőzetdarabokat, szeizmikus szempontból különállóan hatnak a környezetre.



9. ábra. Sorok közötti időzítés $> 100\text{ ms}$

9. Sorok közötti ideális távolság szeizmikus szempontból

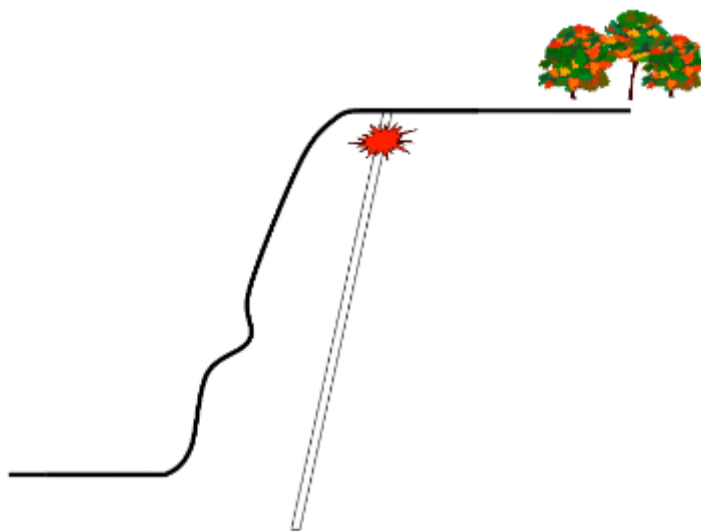
Az alkalmazott robbantástechnológiák során számos, sokszor egymásnak ellenható követelmény között kell a megfelelő kompromisszumot megtalálni. Egysoros robbantástechnológia alkalmazása esetén a robbantólyukak távolsága a homloktól megegyezik az előtéttel (w). Az első sorban elrobbanó töltetek azonban hátra is hatnak, azaz megrepesztik, fellazítják a szálban álló kőzetet. Ezért a további sorok távolságát egymástól, megnövelt előtéttel alkalmazzák ($1,1w$). Ebben az esetben minden további sor robbantása esetén hasonló kőzetellenállást kell leküzdenie a robbanás erejének, azaz szeizmikus szempontból is hasonlóképpen terheli a robbanás környezetet. Káros rezgésekre érzékeny környezet esetén ezért a sorok között is az előtéttel megegyező távolság alkalmazása javasolt.



10. ábra. Szeizmikusan érzékeny környezetben a sortávolság közelít az előtét értékéhez

10. Pontszerű indítás a bánya felső szintjéről

Mint ahogy néhány fentebb tárgyalt esetben, a nem kívánt vibráció csökkentése érdekében egyéb kompromisszumokat is vállalni lehet. Szemben az elterjed, talpról történő indítással, – amely jó aprózódást, megfelelő kivetést eredményez, kisebb hanghatással és léglökéssel jár, mivel a később várható a szabad felületek megnyílása – a felülről lefelé haladó robbanás kisebb mértékben adja át a rezgést a kőzetnek, mint fordítva.



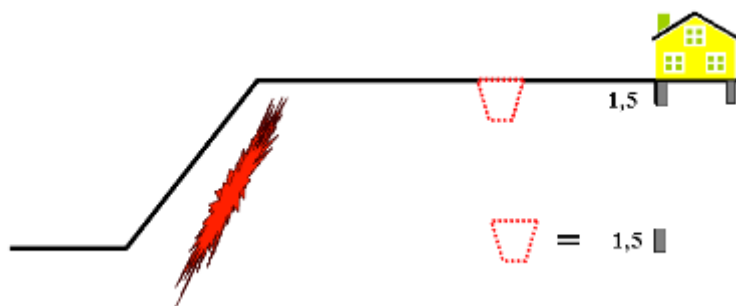
11. ábra. A pontszerű, fentről történő indítás kisebb mértékben okoz szeizmikus terhelést, mint fordítva

11. Árnyékoló zóna

Az eddig felsorolt technológiai védelmi megoldások rendszabályok bevezetésével, a tervezés során alkalmazott megfontolásokkal, kivitelezhető. Előfordulhat azonban, hogy olyan fokozottan érzékeny környezetben folyik a robbantási tevékenység, hogy a töltetek méretének további csökkentésére nincs lehetőség, kimerültek az eddig bevált lehetőségek. Ugyanakkor a robbantásos technológia nem helyettesíthető gazdaságosan más megoldással.

Ismerve azt a fizikai jelenséget, hogy a terjedő rezgéshullámok különböző közegekben más és más sebességgel haladnak és a kilépő felületen megtörnek, illetve a különböző közegekből egymásba átlépve gyengülnek, adódik a technikai megoldás: ilyen módon kell megváltoztatni a védendő létesítmény és a robbantás közötti terepszakasz. Azaz a rezgéshullámok útjában energia elnyelő akadályt kell létesíteni. Ezt praktikusán úgynevezett árnyékoló zóna vagy zónák építésével lehet elérni.

A védendő létesítmény, objektum, építmény alapjai mélységénél másfélszer mélyebbre ásott árok falán a kőzetből kilépő rezgéshullámok, a tükröződő felületen megtörve, a nagyságrendekkel ritkább közegben (levegő) elnyelődnek.



12. ábra. Árnyékoló zóna a vibrációra érzékeny objektum és a robbantás középpontja között

12. Magasságkülönbségek kihasználása

A fent röviden ismertetett elv figyelembevételével, a terepi adottságok ismeretében és kihasználásával, tekintettel a magasságkülönbségekre, különböző mértékadó töltetnagyságok alkalmazhatóak az eltérő szinteken lévő művelési területeken.

A védendő létesítményekkel azonos magasságban lévő robbantóhelyen a kisebb, egyidejűleg elrobbantott töltetek alkalmazásával csökkenthető a szeizmikus terhelés is.

A rezgéshullámok terjedési távolsága (L) meghatározásakor a magasságkülönbséget is figyelembe vesszük. Ebből adódóan a hullámok által megtett hosszabb úton nagyobb a csillapodás mértéke is.



13. ábra. A robbantással azonos magasságban és árnyékoló zóna nélkül álló védendő létesítmények érdekében csökkentett robbantó töltet alkalmazásával mérsékelhető a szeizmikus terhelés

13. Állagfelmérés, dokumentálás

A nem várt, káros szeizmikus hatásokat ugyan nem csökkenti, de számos nézeteltérésnek elejét veheti, ha a robbantásokat megelőzően a környezetben potenciálisan jelenlévő, vibrációra érzékeny körzetben felméri a védendő objektumok állagát, műszaki állapotát. Amennyiben e felmérések eredménye kellően és függetlenül dokumentált, akkor könnyen összevethető a robbantást követő állapottal. Ezzel a módszerrel vitás kérdések eldönthetőek. A tapasztalat az, amikor korrekt állagfelvétel előzi meg robbantást, akkor elmaradnak a haszonleső "kárérvényesítő" próbálkozások a robbantás hatáskörzetében érintettek részéről. Célszerű az állagfelmérés eredményét harmadik, független félnél – praktikusán pl.: az engedélyező hatóságnál – letétbe helyezni, hogy ne merülhessen fel a manipulálás lehetősége sem.

Az információgyűjtés, a számított értékek összevetése objektív mérési eredményekkel sok hasznos adattal szolgálhat a robbantási gyakorlatban. A rezgésmérések eredménye többnyire azt igazolja, hogy a szabályzatokban rögzített, betartandó határértékek a biztonság javára, felfelé kerekített mutatók, megfelelő tartalékokkal rendelkeznek.

Ugyanakkor itt kell megjegyezni, hogy az ipari robbantás fejlődését lemaradással kíséri a szabályozás. Ezért a vonatkozó előírás változásokat figyelemmel kell kísérni és alkalmazni.



14. ábra. A környezet állagfelmérése a robbantás előtt és után "perdöntő" információkkal és hasznos tanulságokkal szolgálhat

14. A robbantás gyakoriságának csökkentése

Ha belátjuk, hogy az ismétlődő terhelés fárasztja az építőanyagokat, akkor a terhelések számának csökkentésével lehet tenni a káros hatások mérséklése érdekében. A robbantási alkalmak minimalizálásával egyéb zavaró hatások is mérséklődnek. Ott ahol panaszok vannak a "hangos" bányára, ahol a robbantás keltette por gondot okoz, ahol észlelik a léglökés jelenségét nem közömbös, hogy hány ilyen alkalmat kell elviselni, még akkor is, ha ezek az értékek a megengedett határértéken belül mérhetőek.

15. Optimális technológia megválasztása

A robbantóanyagok, ezen belül az iniciáló eszközök fejlesztése nem öncélú, költségemésztő folyamat. Ha visszatekintünk a kezdetekre, Weindl Gáspár 1627-ben először feljegyzett robbantásos jövesztésére és értékeli az elektronikus gyutacsok adta precíz lehetőségeket, akkor belátható, hogy mekkora különbség van a nagykamrás, pillanathatású robbantás és a töltetenként egyedileg programozható és indítható technológia között.

Mint ahogy arra már többször is utaltunk, egy-egy sajátos adottsággal rendelkező robbantási feladat során számos követelmény figyelembevételével kell kompromisszumot kötni és a megfelelő megoldást megtalálni. E kötöttségek között az egyik meghatározó a környezet megengedett szeizmikus terhelhetősége.

E a követelmények teljesülése a Robbantási Technológia előírásban nyer megfogalmazást, de szakszerű megvalósítója a kivitelező robbantomester. Mit sem érnek a körültekintően kiszámított mutatók, ha azt felületesen, pontatlanul valósítanak meg.

A technológia részletei a fent felsorolt pontokból elemenként is kiolvasható és számos további részlettel kiegészíthető. A falmagasság, a dőlésszög, lyukátmérő, sortávolság, lyukak közötti távolság, késleltetési idők, (időzítési fokozatok, indítás helye, fojtás anyag és mérete, előtét nagysága, alkalmazott robbanóanyag detonációs sebessége, gáztérfogata, az iniciálás iránya és helye ... soktényezős összefüggés, amelyet részben számításokkal lehet prognosztizálni, részben a gyakorlati tapasztalatok adnak választ a megfelelőségre.

16. Nagy pontosságú gyutacsok használata

Amennyiben a mértékadó töltetet a környezet szeizmikus terhelhetősége figyelembevételével határozták meg, nem közömbös, hogy az valóban a tervezett időpontban kerüljön felrobbantásra, még ha az adott időkülönbségek a másodperc tört részével fejezhetőek is ki.

Az elektromos gyutacsok gyártási pontatlansága részben határt szab a véges számú fokozatok használatának, részben pedig bizonytalanságokat eredményezhet a felhasználás során szeizmikus szempontból. A fejlesztési útkeresés során megjelentek a nagy pontosságú NONEL rendszerű gyutacsok, amelyek pontosságuknál fogva jelentős mértékben hozzájárultak a szeizmikus problémák kiküszöböléséhez. Mindemellett, a külső késleltető elemek alkalmazásával lehetővé tették elméletileg a végtelen számú töltetsorozat egy indítással történő iniciálását.

A precizitás igényének további fejlődése során napjainkra megalkották az elektronikus gyutacsokat, mely technológia segítségével tovább fokozható az időzítési pontosság, ezáltal a csökkenthető a robbantás keltette káros rezgések mértéke.



15. ábra. Nagypontosságú elektronikus gyutacsok

17. Rezgéscsökkentés építménybontásoknál

A környezetben nem csak a robbanóanyag felrobbanása idézhet elő káros rezgéseket, hanem a robbantással megbontott építmény lezuhanó elemei. Az építménybontásoknál a kőzetmegbontó robbantásokhoz képest viszonylag kis tömegű robbanóanyag kerül felrobbantásra nagyszámú töltési térben. Ezek egy része a talajfelszín alatt, más részük a felszín fölött, különböző épületelemekbe töltve és különböző időben robban fel. A töltetek megosztásából, az időbeni különbségekből könnyen belátható, hogy a kőzetjővesztő robbantásokhoz képest, ahol több száz, esetleg tonna robbanóanyag robban fel, a néhány tíz kilógrammnyi mennyiség hatása nagyságrenddel kisebb lehet.

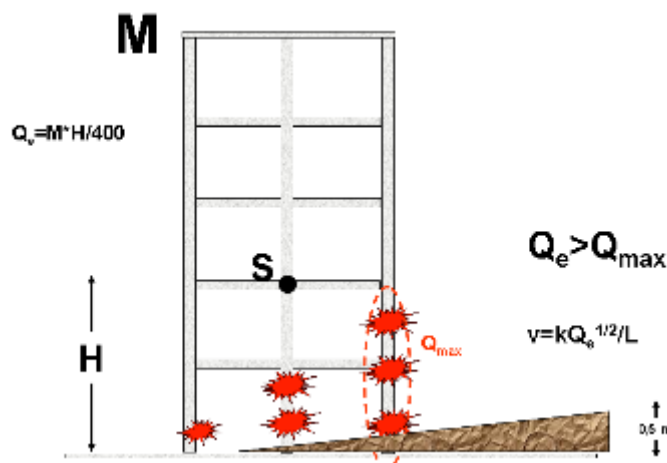
Ugyanakkor, amíg a kőbányák közvetlen környezetében általában ritka a védendő létesítmény, addig, különösen városi, vagy ipari körzetben végzett robbantásos építménybontások hatáskörzete általában érzékeny a rezgésekre.

A gyakorlat gyakran azt mutatja, hogy a nem is a mértékadó töltet (Q) hatásából eredő rezgés okozza a problémát, hanem a különböző magasságból lezuhanó törmelék, keletkező rom. A tervezhetőség érdekében a zuhanási magasság és a lezuhanó tömeg összefüggésében a robbanás erejével egybevetethető, úgynevezett ekvivalens (Q_e) töltet határozhatunk meg. A két értéket összehasonlítva a nagyobb figyelembe véve állapítható meg a várható talajban, kőzetben terjedő rezgés nagysága adott távolságon.

Amennyiben az így kapott mutató meghaladja az adott objektumra érvényes megengedett legnagyobb értéket, akkor a keletkező rezgés várható mértékének csökkentésére további műszaki megoldást kell alkalmazni. Ilyen műszaki megoldás lehet a rezgéscsökkentő párna kialakítása. Bontási környezetben ez leggyakrabban építési törmelékből hozható létre. A lezuhanó törmelék tervezett kiterülési helyén legalább 1/2 m vastagságban elterített sitty mintegy 1/3-ra csökkenti a keletkező rezgést. Ezzel a megoldással a legtöbb esetben megvédhető a káros szeizmikus hatásoktól a környezet.

Amennyiben még így sem biztonságos a robbantás, akkor az építmény további szakaszolásával, kisebb bontandó egységekre bontásával csökkenthető keletkező vibráció.

A számításba vett magasságnál (H) az építmény térbeli súlypontját kell figyelembe venni.



16. ábra. 1/2 m rezgéscsökkentő párna 1/3-val csillapíthatja a keletkező rezgéseket

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Ismerkedjen meg a hazai ipari robbantás egyik neves képviselőjének³ az épületbontásokkal foglalkozó szakcikkének részletével. Figyelmes olvasás közben keresse ki a környezet szeizmikus védelmével összefüggő vonatkozásokat.

"Az épületbontás az ipari robbantástechnika legszebb területe. Szépségét a látványosság és a megoldás műszaki tartalma adja.

A II. világháborút követően általános gyakorlattá vált a robbantásos épületbontás. Ennek okai a következők:

- fokozott biztonság, (Robbantáskor senki nem tartózkodhat a veszélyeztetett zónában.
- rövid kivitelezési idő,
- relatív olcsóság.

A 80-as évektől kezdve egyre többféle célgépet fejlesztettek ki épületek bontására is. Ezek használatbavétele hazánkban az utóbbi 10–12 év vállalkozói tevékenységének eredménye. Mind a robbantásos, mind a gépi épületbontásnak egyaránt vannak előnyei és hátrányai.

A robbantás (már ismertetett) előnyei mellett annak kedvezőtlen környezeti hatásait szokták hangsúlyozni a gépi bontás elkötelezettjei. Ezek:

- a repeszhatás,
- a léglökés és

3 Dr. Bohus Géza egyetemi docens, Miskolci Egyetem Mélyépítő tükörkép 2003/1 szám, <http://www.mtm-magazin.hu/>

- a szeizmikus hatás.

A robbantástechnika mai korszerű eszközei hozzáértő kezekben ezeket a hatásokat jóval a megengedhető értékek alatt tudják tartani, mert:

- a repeszhatás könnyen, néhány méteren belülre korlátozható rugalmas kerítésdróthálóból és geotextíliából készített zárt védőtakarással,
- a robbantólyukakba helyezett és jól lefojtott töltetek megfelelő késleltetés mellett jelentéktelen (még a szomszédos épületek ablaküvegeit sem károsító) léglökést idéznek elő,
- a szeizmikus hatás pedig csak a szükséges méretű töltetek alkalmazásával, a robbanóanyag jó térbeli elosztásával és megfelelő időzítésével a ma beszerezhető nagy fokozatszámú, milliszekundumos gyutacsorozatok használatakor még a hazai, igen szigorú előírásoknak megfelelő érték alatt is tartható.

Az épületek bontására alkalmas gépek választékának bővülésével és e gépek mind nagyobb elterjedésének következtében robbantásos épületbontásra manapság ritkábban kerül sor. Minden szempontot figyelembe véve a magas, karcsú épületek bontására még hosszú ideig a robbantás lesz a legalkalmasabb.

Jól bizonyítja ezt a kémények, tornyok alpinistákkal vagy toronydarura függesztett szerszámmal való bontásának nagy idő- és költségigénye. Nem hanyagolhatók el ezeknek a technikáknak a balesetveszélyessége és környezeti hatásai sem. Sokan nem gondolnak arra, hogy a magasban működő szerszámok alól kifelé eső darab, jelentős távolságra jut oldalra is. Biztonsági okokból a mindenkori H magasság felével kell számolni, mint a várható repeszhatás övezetének R méretével ($R = H/2$). Az önjáró alapgépekre szerelt bontószerszámok teljesítménye nagymértékben csökken, ha felfelé kell működtetni azokat (nem is beszélve az ilyenkor fellépő omlásveszélyről), a darura szerelt gépek mozgatása pedig nehézkes, így teljesítményük szintén csökken.

Nem hagyható figyelmen kívül az a körülmény sem, hogy a leggyakrabban használt hidraulikus bontókalapács 1–3 tonnás tömege jelentős vibrációt kelt a környezetben. Igaz, hogy ennek hatása egy sűrűn beépített környezetben csak néhány dkg tömegű robbanóanyag keltette vibrációnak felel meg, de a hatóidőben mutatkozó jelentős különbség „kifáraszthatja” a környező épületek szerkezeti elemeit. (Például amíg egy épület lerobbantásakor fellépő szeizmikus hatás a lezuhanó épületrészek keltette vibrációval együtt általában 5–10 sec alatt lecsillapodik, addig annak géppel való felaprítása több napig is eltarthat.) Még nem említettük meg a bontás során felszabaduló por mennyiségét. Mivel robbantásos bontásnál a széteső épületelemek felületeiről hirtelen nagy mennyiségű por távozik, még szakmai körökben is úgy terjedt el, hogy a kívánt mértéknél nagyobb porkibocsátással jár.

Számos szaklapban közzétett felmérés szerint ez nem így van. Valóban, robbantáskor igen rövid idő alatt felszabadul a bontás, rakodás, szállítás együttes por emissziójának 20–30 százaléka. A koncentráltabb rakodás és szállítás lehetősége viszont e műveletek idejét körülbelül a harmadára, a teljes bontás időszükségletét a negyedére csökkenti, így a kiporzás ideje erősen lecsökken. Mindennek eredményeként a robbantásos bontás összporterhelése csak 70–80 százaléka a gépi, és 40–60 százaléka a kézi bontásénak.

A robbantásos bontás előnyei – mint láttuk – elsősorban a magasabb építményeknél mutatkoznak meg. Gazdasági számításokkal bizonyították, hogy a 4 szintes téглаépületek és a 3 szintes vasbeton épületek egyetlen bontandó létesítményként, még erősen beépített területen is, olcsóbban és általában előnyösebben bonthatók robbantással, mint gépi eszközökkel.

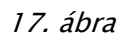
Egy teljes ipartelep felszámolásánál viszont – ahol a robbantással járó speciális biztonsági intézkedések fajlagos idő- és költséghányada erősen lecsökken – ez a „szintsám” 1-gyel lecsökken, vagyis egyértelműen előnyösebb – a 3 szintes téглаépületek és – a 2 szintes vasbeton épületek robbantásos bontása. A vasbeton szerkezetek földön való továbbaprítása viszont géppel előnyösebb, mint robbantással.

Természetes igény, hogy a robbantások és a gépi bontás technológiai tervezésénél az általános előírások betartásán túl mérjék fel a környező épületek rezgéstűrését is. Az első robbantásoknál és minden nagyobb robbantásnál, vagy hosszan tartó közeli gépi verőfejes bontásnál műszeres mérésekkel ellenőrizték a keltett vibrációt és zajt a szomszédos épületeknél."

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. Olvassa el figyelmesen az Információtartalom fejezetet! Gyűjtse ki és röviden nevezze meg azokat a lehetőségeket, ahol robbantómesternek beavatkozási lehetősége van a robbantás előkészítése során a robbantás keltette káros rezgések csökkentésére!

MUNKANYAG

[illegible]

MEGOLDÁSOK

1. Olvassa el figyelmesen az Információtartalom fejezetet! Gyűjtse ki és röviden nevezze meg azokat a lehetőségeket, ahol robbantómesternek beavatkozási lehetősége van a robbantás előkészítése során a robbantás keltette káros rezgések csökkentésére!

Az RTE előírásainak következetes betartása.

Pontos mérés a kitűzés során.

Túltöltés elkerülése a töltés során (Kaverna, repedés, stb.)

Fúrólukak dőlésszögének, azáltal az egyenletes előtét meglétének ellenőrzése.

Beszorítottság kerülése.

Szükséges mértékű rezgéscsökkentő párna kialakítása

"A töltet felrobbanása után a robbantás helyére csak az RTE-ben előírt várakozási idő elteltével szabad visszamenni. A várakozási időt a levegő várható mérgezőgáz-tartalma és az esetleges omlásveszély figyelembevételével kell megállapítani." A robbantómester számára is vannak kötelezően előírt biztonsági követelmények, amelyeket be kell tartania.

2. Magyarázza meg az ábrán látható módon védett földalatti természeti érték úgynevezett roncsolt zónával történő megvédésének lényegét!

A barlang körül, a felszínről fűrt lyukakba helyezett csökkentett hatású töltetekkel repedéseket hoznak létre. (kamuflet hatás) a távolabb működő bányából eredő, a kőzetben terjedő szeizmikus hullámok a repedezett kőzetrésznek ütközve eltérő szilárdságú közeggel találkoznak. A különböző tükröző felületeken keresztül haladva részben visszaverődne, részben megtörnek, összességében csillapodnak, veszítenek energiájukból. A védett körzetbe érve nem érik el a kártételi mértéket.

IRODALOMJEGYZÉK

Szerzői Közösség: Robbantómesterek kézikönyve I-II. OMBKE 1989;

Bassa Róbert – dr. Kun László: Robbantástechnikai kézikönyv, Műszaki Könyvkiadó–Budapest, 1965;

Benedek–Bohus–Ernei–Horváth–Kirschner–Tárkányi: A robbanómester, Műszaki Könyvkiadó–Budapest, 1976;

Dr. Bohus Géza – Horváth László – Papp József: Ipari Robbantástechnika / Műszaki Könyvkiadó – Budapest, 1983;

A közlekedési, hírközlési és energiaügyi miniszter 13/2010. (III. 4.) KHEM rendelete az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzatról

A(z) 0022-06 modul 015-ös szakmai tankönyvi tartalomeleme
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 544 01 0010 54 02	Külszíni bányaiipari technikus
54 544 01 0010 54 03	Mélyművelési bányaiipari technikus
52 544 01 0010 52 01	Bányászati robbantómester
52 544 01 0010 52 02	Épületrobbantó-mester
31 544 03 0010 31 01	Kőbányász, ásványelőkészítő
31 544 03 0010 31 02	Külfejtéses bányaművelő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
6 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató