



Nemes József

Kivonat a robbantási technológiai előírás
elemeiből a robbantómester részére
(Szeizmikus biztonsági távolságok)

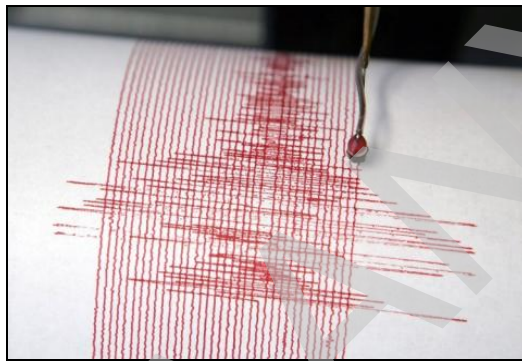
 **NSZFI**
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:
Robbantás környezeti hatásai I.

A követelménymodul száma: 0022-06 A tartalelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-014-50

KIVONAT A ROBBANTÁSI TECHNOLOGIAI ELŐÍRÁS ELE- MEIBŐL A ROBBANTÓMESTER RÉSZÉRE (SZEIZMIKUS BIZTONSÁGI TÁVOLSÁGOK)

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET



1. ábra Földrengés keltette rezgéshullámok szeizmogramja



2. ábra Földrengés hatása Kínában

A robbantások egyik kísérőjelensége a talajban, kőzetben terjedő szeizmikus hatás, azaz rezgések. Mértéke befolyásolható, káros hatása elkerülhető, jelenlétével számolni kell. Robbantások környezetében gyakorta felmerül a laikusok körében a kérdés: milyen földrengési fokozattal egyenértékű hatás várható? A kérdés valóban laikus, hiszen az alapvető különbség a két jelenség között a keletkező hullámok hosszában, az időbeli lefolyásban van, így nem is összemérhető, az esetleges károkozás jellege is különböző. Az ipari robbantások alkalmával egy-egy töltet által keltett talajrezgés időtartama 100–300 ms. A fenti képek földrengéssel vannak összefüggésben, ipari robbantások alkalmával ilyen nem fordulhat elő.

A ROBBANTÁSOK KÁROS KÖRNYEZETI HATÁSAI:

- Repeszhatás
- ***Szeizmikus hatás***
- Léglökés
- Hőhatás
- Porhatás
- Hanghatás
- Mérgező gázok

A káros környezeti hatások elleni védekezésre vonatkozó előírásokat, rendszabályokat, betartandó biztonsági intézkedéseket, meghatározó paramétereket a Robbantási Technológiai Előírásból (RTE) lehet megismerni.

Ebben a füzetben a szeizmikus rezgések jelenségével foglalkozunk.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

Az ipari robbantások alkalmával, különösen, ha azt nem rendszeresen végzett környezetben – pl. bányáiban – hanem eseti robbantások során, pl. városi környezetben valósul meg, a lakosok, hatóságok részéről gyakran felvetődik a kérdés: számolni kell-e a robbantás keltette rezgőmozgás által okozott kártétellel, épületkárral, stb. Ezek a féltelmek a gyakorta látott katasztrófa beszámolókkal lehetnek összefüggésben, amelyekről hetente láthatunk képes összefoglalókat a világ földrengésveszélyes körzeteiből a televízió csatornáin. A jól tervezett és kivitelezett robbantásoknál a felrobbantott robbanóanyagot olyan kis egységekre bontják, hogy annak hatása ne veszélyeztesse a környezetet szeizmikus szempontból sem. Sőt, olyan speciális esetekben, mint a robbantásos építménybontás még a robbantás következtében lezuhanó épületelemek talajra zökkenésével is számolnak. Olyan körülmények között, ahol nagy tömegű forgó alkatrészek működnek, mint például turbinák, külön részletes számításokkal állapítják meg az elrobbantható töltetek nagyságát, hogy semmilyen károsodás ne álljon elő.



3. ábra Robbantással bontott gabonasíló (Kecskemét) a lezuhanó tömeg

hatását törmelékből kialakított rezgéscsökkentő párna tompítja

Az ipari robbantástechnika alkalmazásánál ellenőrzött körülmények és feltételek mellett, tudatosan és célirányosan történik a robbanóanyag energiájának felszabadítása. Jól tervezett és kivitelezett robbantás alkalmával a felszabaduló energia túlnyomó többsége a robbantandó közeg megbontására, repesztésére, aprítására, szükséges mérvű kivetésére fordul, de kisebb-nagyobb mértékben elkerülhetetlen, hogy környezetet terhelő káros hatások – talajban terjedő rezgések – a robbantás körzetén túl is hassanak. E káros hatások mérséklése, érdekében értékelni kell a környezetet, és érzékenységtől függően ki kell választani a mértékadó védendő létesítményt. A várható káros környezeti hatás és a védendő létesítmény sajátosságaitól függően kell megválasztani az alkalmazott védekezési módszert, technológiát, eljárást. A védekezés akkor lehet hatásos és eredményes, ha a keletkező káros hatás mértéke nem haladja meg szabványokban megengedett határértéket, illetve a szabályzatokban, előírásokban rögzített mutatókat, nem veszélyezteti az építményeket, eszközöket, gépeket, stb.

A robbantás keltette rezgéseket az élőlények, így az ember is megérzi, sőt, érzékenyen reagál rá. Elég, ha bele gondolunk, hogy az utcai forgalom keltette rezgéseket receptorként felfogjuk a talpunkon keresztül, vagy éppen a házunk előtt elrobogó, megrakott kamion keltette vibráció még álmunkból is felverhet, mint ahogy a síneken zakatoló vonat okozta kellemetlenség sem csak zajhatással jár, és nem kell túl figyelmesnek lennünk, hogy a több tíz méter mélyen haladó metrószerelvénny keltette rezgést is érzékeljük.

Rezgési sebesség (mm/s)

Emberben kiváltott érzés

0,2 ... 0,5



Érzékelhető

0,5 ... 1,0



Figyelemre méltó

1,0 ... 2,0



Kellemetlen

3,0 ... 3,0



Zavaró

3,5 ... 5,0



Kifogásolható

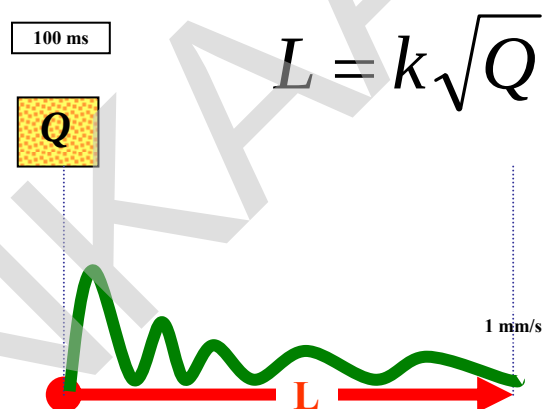
4. ábra Az ember érzékenysége különböző sebességű rezgésekre

A fentebb felsorolt környezetet terhelő hatások többnyire valamilyen ismétlődő, jellemző frekvenciájú, de mindenképpen gyakori jelenségek. Kártételük az anyagkifáradással hozható összefüggésbe. Ha például egy fémhuzalt ugyanabban a keresztmetszetben sokáig hajlítgatunk, amellet, hogy az adott helyen jelentősen felforrósodik, egy idő után még el is törik. Így viselkednek azok az épületelemek is, amelyeket gyakorta ér azonos hullámhosszú rezgő hatás. Ezzel szemben a robbantás keltette szeizmikus hullámok többnyire időszakosak és különböző értékűek, tehát általában nem okoznak olyan jellegű kifáradást, ami tönkremenetelhez vezet.

A robbantómester számára ezek az adatok, mutatók a robbantási tervben, robbantási technológiai előírásban (RTE), a robbantási feladat dokumentációjában meghatározott, követendő adatok, amelyek betartásáért, megvalósításáért, ellenőrzéséért felelős.

A robbantómesternek ismernie kell az alkalmazott robbanóanyag adataiból következtethető hatás hatósugara meghatározásának módját.

A vonatkozó szabályzat (Általános Robbantási Biztonsági Szabályzat – ÁRBSz) általánosságban szeizmikus szempontból veszélyesnek, azaz figyelemre méltónak azt a távolságot tekint, ahol a keletkezett rezgéshullámok terjedési sebessége 1 mm/s alá csökken.



5. ábra Szeizmikus hullámok lecsengése 1 mm/s rezgési sebesség alá

„Q” tömegű robbanóanyag elrobbantása következtében keltett, talajban terjedő rezgések „L” távolságon belül „elhalnak”, azaz 1 mm/s sebesség alá csökkennek. Ez a robbantás körülményeitől függően azonban akár több száz méter is lehet. Ez az érték viszonylag egyszerűen meghatározható a fenti képlettel, ahol:

k — tényező értéke:

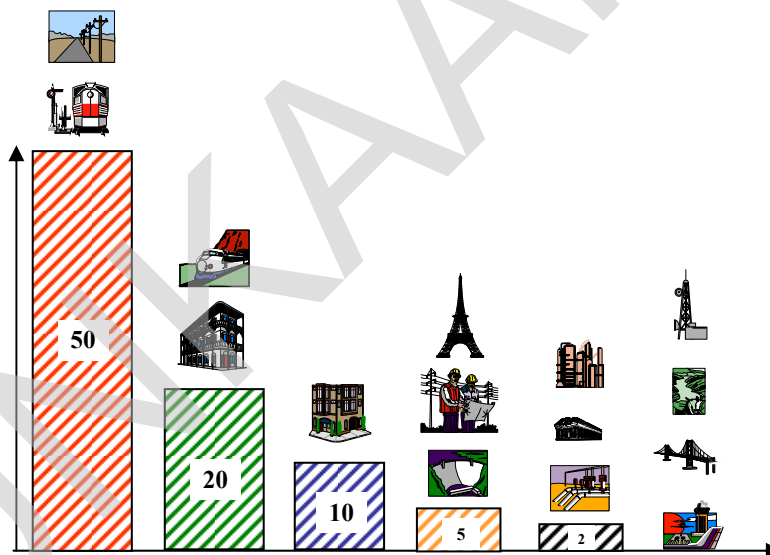
- | | |
|--|------|
| • víz alatt vagy mocsaras talajban tervezett robbantásnál | 100, |
| • egy éven belül ötnél többször ismétlődő robbantás esetén | 50, |
| • egyedi robbantás esetén | 25, |
| • rátett töltet és áthalmozott anyag terítése esetén | 5, |

Q — az egyidejűleg (100 ms-on belül) robbanó töltet tömege (kg).

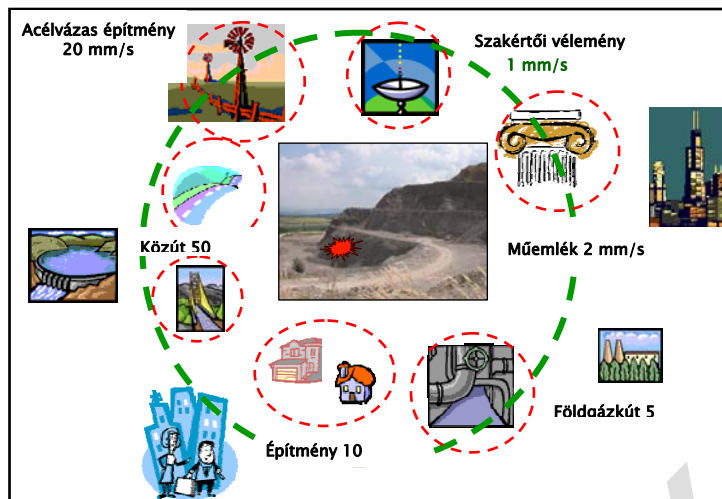
Amennyiben ezen a körzeten belül építmények, védendő létesítmények találhatók, úgy azok valamennyiét értékelni kell olyan szempontból, hogy mekkora terhelés elviselésére képesek károsodás nélkül. Ebben a robbantómester segítségére van az ÁRBSz. amely a III. függelékében kategorizálja az építményeket és mellé rendeli az megengedett rezgési sebesség értéket.

A megvédendő létesítmény megnevezése	Megengedett legnagyobb rezgési sebesség v ; (mm/s)
Különleges védelmet igénylő létesítmények (pl. honvédelmi, távközlési létesítmény, repülőtér, duzzasztógát, 20 méternél nagyobb fesztávú híd) szerint	Szakértő vélemény
Statikailag bizonytalan, megrongálódott építmény, műemlék, termelő kőolaj- és földgázkút, valamint 0,17 MPa-nál nagyobb és 0,07 MPa-nál kisebb nyomás alatt álló csővezeték és szerelvény	2
Panelház és statikailag nem teljes értékű építmény	5
Statikailag kifogástalan építmény, torony. gyárkémény, villamos és vízmű szabadtéri villamos berendezés	10
Vasbeton vagy acélvázaz építmény, alagút, 0,7 m-nél mélyebben vezetett csatorna és egyéb csővezeték, valamint szerelvény, föld alatti térség	20
Közút, vasút, függőpálya, villamos távvezeték, távbeszélő vezeték	50

6. ábra (ÁRBSz III. függelék 1.sz. táblázat) Megengedhető szeizmikus határértékek



7. ábra Megengedhető szeizmikus határértékek összehasonlító, grafikus ábrája



8. ábra Robbantás körzetében értékelésre váró különböző létesítmények

Egy-egy tervezett robbantás esetén, a fentiek ismeretében első lépésben meg kell állapítani a szeizmikus biztonsági távolságot „L”, amit a 8. ábra zöld szaggatott vonala jelöl. Amennyiben ezen a határon belül építmények, objektumok, létesítmények találhatók, akkor azokat a **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.** szerint értékelni kell, és ki kell választani a megengedett rezgési sebességet. A robbantás ereje ettől nagyobb mértékben nem terhelheti a környezetet az adott távolságon, mert a szeizmikus kárt eredményezhet. Amennyiben a „Q” értéke nagyobb a megengedettnél, akkor azt a szükséges mértékben csökkenteni szükséges. Ez lesz a megengedett legnagyobb, egy időpillanatban felrobbantható töltet: $Q_{\max}$.

Az alábbi képlet alapján meghatározható, hogy egy konkrét „l” távolságra található építményt várhatóan mekkora szeizmikus terhelés ér, ha ismerjük a robbanóanyag tömegét „Q” és „k” értékét.

$$v = \frac{k * \sqrt{Q}}{l} \text{ mm/sec}$$

9. ábra Rezgési sebesség meghatározása

A szeizmikus hullámok kialakulásának jellemzői:

A robbanás során a robbanóanyag felületét hirtelen elhagyó gázok a robbanóanyag tulajdonságaitól függő mértékben ütést gyakorolnak a környezetre, amelyben a tér minden irá-

nyában hullámok indulnak el. A környezet sajátosságaitól (szilárdság, repedezettség, homogenitás, stb.) egy adott távolságon túl elhalnak.

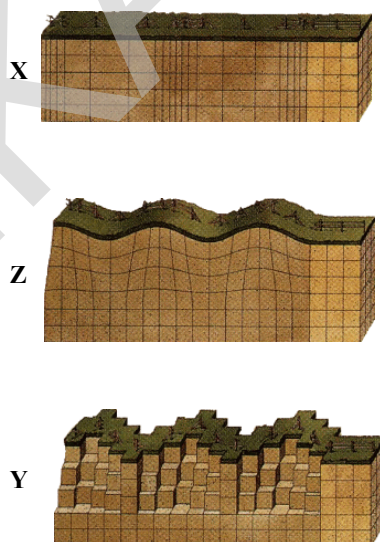
A károsodás mértéke	Az altalaj minősége		
	Homok, kavics, nedves anyag $C = 1.000-1.500 \text{ mm/s}$	Moréna, pala, puha mészkő $C = 2.000-3.000 \text{ mm/s}$	Kemény mészkő, kvarcit, gránit, gnájsz, diabáz $C = 4.500-6.000 \text{ mm/s}$
	V (mm/s)	V (mm/s)	V (mm/s)
Semmiféle károsodás nincs	18	35	70
Finom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

10. ábra Valószínűsíthető károsodás a közvetítő közeg, kőzet tulajdonságai („c” hangterjedési sebesség) és a robbantás keltette rezgési sebesség függvényében

Az alábbi ábrán a „x” irányban sűrűsödő-ritkuló függőleges vonalak szemléltetik a vízszintes irányba haladó, feltorlódó hullámokat, amelyek kimozdítják a kőzet elemeit.

A „z” irány erre merőleges, azaz függőleges. Ez a hullámjelenség is végigfut a mélytől a felszínig.

Az „y” irány az „x”-re merőleges, a tér harmadik kiterjedését jelzi és a rezgő jelenség ebben a vetületben is érzékelhető. Természetesen a három kiragadott ábrán szemléltetett hullámmozgás egy időben zajlik le.



11. ábra A tér három irányában szemléltetett hullámmozgás

A robbantások során keltett legjellemzőbb mutatók és nagyságrendjük:

Szeizmikus rezgési sebesség: 1 mm/s elhanyagolható – 50 mm/s kritikusán magas
Határidő: a másodperc tört része.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Olvassa el az alábbi ismeretterjesztő összefoglalót a földrengésekről:

„A földrengés a földfelszín egy darabjának hirtelen bekövetkező és néha katasztrofális¹ következményekkel járó mozgása. A földrengések általában a földkéregben felgyülemlett energia felszabadulásakor keletkező lökéshullámok, melyek a keletkezési pontból, amit a földrengés hipocentrumának nevezünk, gömbhéjszerűen terjednek minden irányba. A feszültség több okból halmozódhat fel. Ebből következik, hogy a földrengések a Föld különböző részein keletkeznek. A legnagyobb feszültségek a kőzetlemezek találkozásánál keletkeznek, és a földrengések jelentős része ezen a területen alakul ki. (Ha megnézzük a képet nagyon jól kirajzolódnak rajta a lemezhatárok.)

Ezeket a földrengéseket nevezzük interplate (lemezek közti) földrengéseknek. Megfigyeltek földrengéseket a lemezszegélyektől távol a kőzetlemezek belsejében is, ezeket intraplate (lemezen belüli) földrengéseknek nevezzük, ennek kialakulási okai még nem teljesen tisztázottak. Ezeket a földrengéseket, amiket a lemezek mozgása okoz, tektonikus rengéseknek nevezzük (például vulkánkitörés hatására, amikor a földrengést a felfelé törekvő magma okozza). Az ember is okozhat földrengéseket a föld alatti kísérleti atomrobbantásokkal. Ezt a hatást használták fel arra, hogy az atomrobbantásokat figyelemmel tudják kísérni, de mivel ezek mesterségesen keltett földrengések, nem szokták a földrengések közé sorolni őket.”

Keresse ki az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzat alábbi idézeteit:

„(1) Építmény döntésénél, ha a leomló fal vagy szerkezet káros szeizmikus hatásával is számolni kell, az omlás várható körzetében ütközést tompító anyagot (pl. salak, homok, törmelék) kell a földre teríteni.”

„A lerobbantott építmény vagy szerkezet leesésével előidézett szeizmikus hatás:

Építmény vagy szerkezet leesése olyan hatást idézhet elő, mintha egy egyenértékű tömegű töltetet (Q_e) robbantanának fel ahol:

$$Q_e = \frac{M \cdot H}{400}$$

12. ábra A leeső épülettömeggel egyenértékű töltet meghatározása

M = a leeső tömeg (t),

H = az esés magassága (m).

¹ <http://hu.wikipedia.org>

A leeső tárgy alá legalább 0,5 m vastag homok, hordott föld, salak, építőanyag törmelékéből készített rugalmas párna alkalmazása esetén Q_e 1/3 -ával lehet számolni. A fentiek szerint számított Q_e értékkel kell a lerobbantott építmény szeizmikus hatását a (12. ábra) képlettel meghatározni.,

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Az alábbi képeken ábrázolt építmények közelében robbantási feladatot végeznek. Mekkora talajban terjedő szeizmikus rezgések esetén kell figyelembe venni a létesítmény sajátosságait. Mekkora megengedett legnagyobb sebességértékek tartoznak a képekhez?



1



2



3



4



5



6

2. feladat

Válassza ki a megfelelő képletet és számítsa ki, hogy a külön időpillanatban, de egy alka-

KIVONAT A ROBBANTÁSI TECHNOLÓGIAI ELŐÍRÁS ELEMEIBŐL A ROBBANTÓMESTER RÉSZÉRE (SZEIZMIKUS BIZTONSÁGI TÁVOLSÁG)

lommal elrobbantott $Q_{\max} = 16$ kg töltetektől 45 m távolságban húzódó gázvezeték sérülne-e a szeizmikus hatás következtében?

3. feladat

Van-e különbség a robbantás és a földrengés keltette szeizmikus hatás között? Ha igen, foglalja össze röviden!

MEGOLDÁS

1. feladat

1 mm/s rezgési sebesség érték felett kell vizsgálni a védendő létesítményeket.

1 = Szakértői vélemény, 2 = Szakértői vélemény, 3 = 20 mm/s,

4 = 2 mm/s, 5 = 50 mm/s, 6 = 2 mm/s

Általános Robbantási Biztonsági Szabályzat. 90–100 m

2. feladat

$$v = \frac{k * \sqrt{Q_{\max}}}{l} = \frac{25\sqrt{16}}{45} = 2,2 \text{ mm/s}$$

A gázvezetékre 2 mm/s a megengedett legnagyobb szeizmikus sebességérték.

(Ha nyomásmentesítik a vezetéket, akkor elvégezhető a robbantás, különben csökkenteni kell a töltetet.)

3. feladat

Van különbség. A földrengés keltette szeizmikus hullámok hosszantartóak, nagy az amplitúdójuk. A robbantás után 100–300 ms-on belül lefutnak a hullámok és kisebb a frekvenciájuk.

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Számos feladat megoldható robbantással és ezek között nem kevés az, amely rezgésbe hozhatja a környezetet. Hogy elfogadható legyen az ipari robbantás az RTE-ben, vagy más, a robbantás végrehajtására vonatkozó tervben, engedélyben, pl. építési tervben meghatározott biztonsági előírásokat a gyakorlatban meg is kell valósítani. Erre számos bevált módszer, technikai megoldás, alkalmazott technológia létezik, amelyeket önállóan vagy kombináltan célszerű alkalmazni a helyzettől, körülményektől függően.

A későbbi vitás kérdések elkerülése érdekében a pontos tervezés mellett ki kell dolgozni a szeizmikus védelem feladatait, amivel elkerülhetőek a bányakárok, épület állagromlások, gépmeghibásodások, stb. Ajánlott, hogy a számított értékeket a helyszínen hiteles méréssel is igazoljuk.

A rezgések épületre gyakorolt hatásával az MSZ 13018 sz. szabvány foglalkozik részletesen, amely gyakorlatilag a széles körben alkalmazott DIN 4150-3 1986 német szabvány átvétele. A szabvány különböző épületfajták estén megadja a rezgéssebesség megengedett irányértékeit, amelyek alatt az épületeken használati értéket csökkentő károsodások várhatóan nem keletkeznek. Az irányértékek túllépése nem jelent feltétlen károsodást, csak a kár bekövetkezésének valószínűsége növekszik.

Az értékelés alapjául szolgáló rezgésjellemző a rezgéssebesség. A rezgéssebességet az idő függvényében a három egymásra merőleges (X, Y és Z) összetevő pillanatnyi értékének a mérésével kell meghatározni.

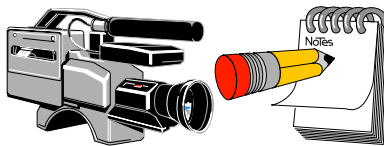


13. ábra Rezgémérő műszer és háromcsatornás geofon

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

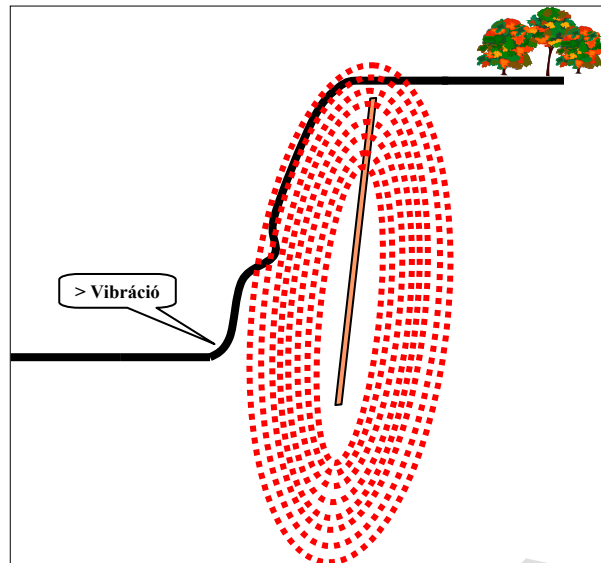
SZEIZMIKUS HULLÁMOK KÁROS HATÁSA ELLENI VÉDEKEZÉS MÓDSZEREI, ESZKÖZEI:

- Töltetcsökkentés.
 - Állagfelmérés! Szeizmikus mérés!
 - Egyenletes és jól megválasztott előtét.
 - Közelségi tényező.
 - Akusztikus illesztés.
 - Lyukátmérő és töltetátmérő aránya.
 - Karcsúsági tényező.
 - A megfelelő faldőlés.
 - Beszorítás kerülése.
 - A sorok közötti időzítés.
 - Előtétnyi sorok közötti távolság.
 - A bányaszinten történő pontszerű indítás.
 - Árnyékoló zóna.
 - A magasság különbség figyelembe vétele.
 - A terep, az altalaj, a kőzet jellemzőinek, hullámvezető képességének figyelembe vétele.
 - A robbantás gyakoriságának csökkentése
 - Optimális technológia megválasztása
 - Nagy pontosságú gyutacsok alkalmazása
- Mint általában, a vibráció hatása is csökkenthető a maximális **töltetnagyság csökkentésével**.
 - **Az állagfelmérés** közvetett megelőzési mód, de a tapasztalat azt mutatja, hogy, azokban az esetekben, amikor az egyedi robbantást megelőzően állagfelmérést végeznek, vagy a rendszeres robbantások alkalmával hitelesen dokumentált méréseket végeznek, akkor megelőzhetőek a megalapozatlan pereskedések.



14. ábra Állagfelvétel, jegyzőkönyvezés, mérés

- **Egyenletes és jól megválasztott előtét.** A mennyiben kamuflet hatás jönne létre túl nagy előtét alkalmazása miatt, akkor a robbantás ereje nem vetné ki a kőzetet, hanem elnyelődne a robbantandó közegben és energiájának jelentős része a szeizmikus hullámok gerjesztésére fordítódna;

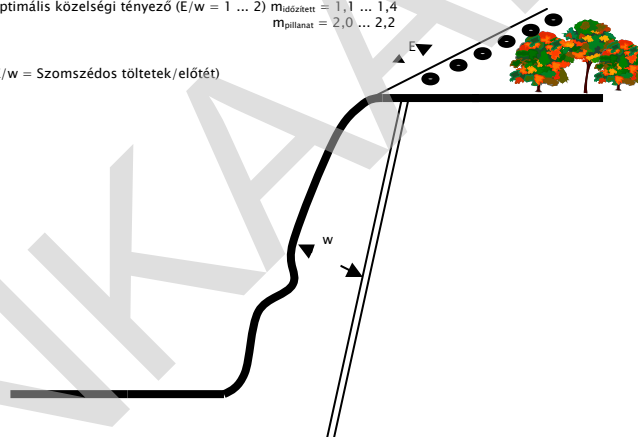


15. ábra Helyesen megválasztott előtéttel

- Optimálisan megválasztott **közelségi tényező** (lyuktávolság és előtét aránya, E/w) időzített gyutacsok alkalmazása esetén essen 1 ... 2 érték közé. Pillanat hatású indítás során elfogadható a 2,0 ... 2,2 érték is.

Optimális közelségi tényező ($E/w = 1 \dots 2$) $m_{időzített} = 1,1 \dots 1,4$
 $m_{pillanat} = 2,0 \dots 2,2$

(E/w = Szomszédos töltetek/előtét)



16. ábra Közelségi tényező megválasztása

- A robbantandó közeg és a robbanóanyag feleljen meg egymásnak, azaz ha a robbanóanyag detonációs sebessége közel esik a kőzetben terjedő hangsebességhez. **Akusztikus illesztés.**

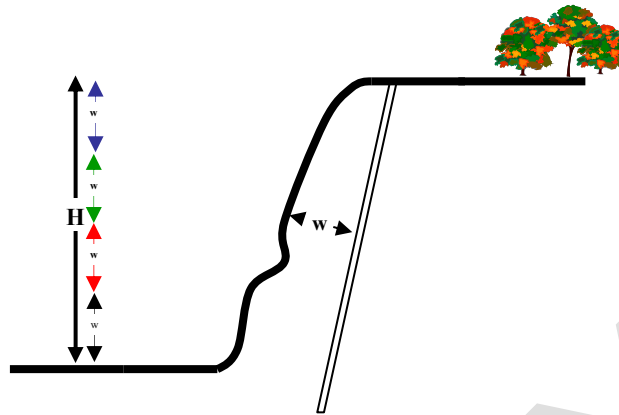


•

=

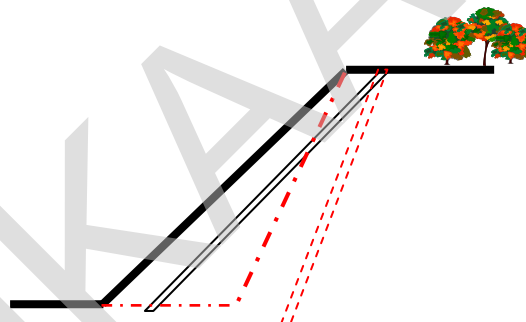
17. ábra A robbantandó közeg és a robbanóanyag megfeleltetése

- Lyukátmérő és töltetátmérő aránya közelítsen ($d_{lyuk}/d_{robb.ag.} = 1$)
- Karcsúsági tényező $H/w = 4$ (Megfelelő falmagasság választás)



18. ábra Az optimális karcsúsági tényező négyszeres előtét = falmagasság

- A megfelelő faldőlés megválasztása. Optimális lenne a természetes rézsű, a 45° , de az fúrás szempontjából nem gazdaságos. A robbanóanyag felhasználás tekintetében a merőleges lenne a megfelelő, az viszont balesetveszélyes lehet. A megoldás a kettő között $65-70^\circ$.



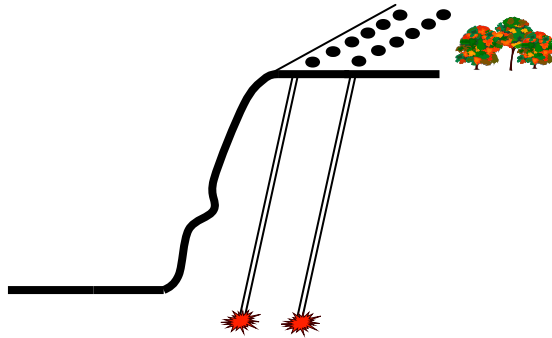
19. ábra Optimális faldőlés

- Beszorítás kerülése talpon és sarkokban.



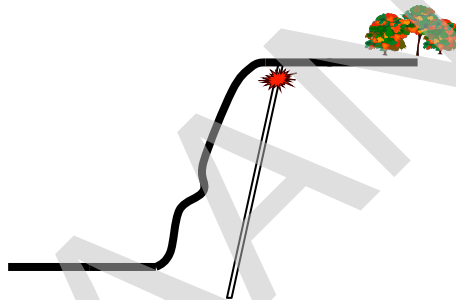
20. ábra Beszorítás helye

- A sorok közötti időzítés haladja meg a 100 ms-ot!



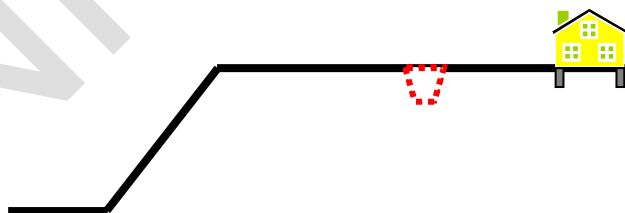
• 21. ábra Sorok között időzítés

- **A sorok között távolság** közelítsen az előtéthez!
- **A bányaszinten történő pontszerű indítás** a fojtás biztonsága követelményeinek ellentmond, de belátható, hogy a talpról indítással szemben kevésbé terheli a kőzetet.



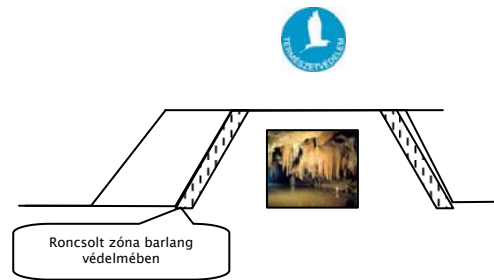
22. ábra Pontszerű indítás fentről

- Közeli építmények megvédhetők az alapjuknál másfélszer mélyebbre ásott **árnyékoló zónával**, az azon keresztül haladó hullámok többszörös megtörésével csökkenthető a szeizmikus hatás.



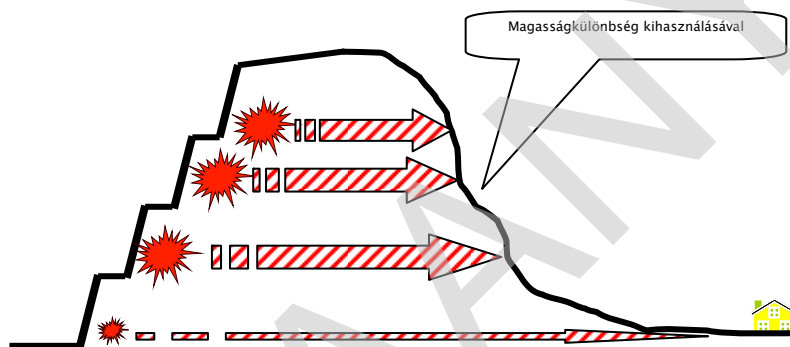
23. ábra Árnyékoló zóna építmények védelmében

- Természetvédelmi értékek védelmében, mint például bánya közeli védett barlangokat és a bennük élő élőlényeket ugyancsak árnyékoló zóna kialakításával lehet megvédeni.



24. ábra Természeti értékek védelme föld alatt árnyékoló zóna kialakításával

- A magasságkülönbség figyelembevételével a védendő létesítménnyel egy szinten lévő robbantási síkban kisebb, attól eltérő szinteken nagyobb töltetek robbanthatók el egy időpillanatban.



25 ábra A magasságkülönbség kihasználásával is csökkenthetőek a szeizmikus terhelések

- A terep, az altalaj, a kőzet jellemzőinek, hullámvezető képességének figyelembevételével tovább csökkenthető a nem várt szeizmikus hatás. Különböző tulajdonságú kőzetek között változatlan az elrobbantható töltetnagyság, kő és üledékes talaj között megduplázódik, míg üledék és üledék között megháromszorozódik.



26. ábra A talajok és kőzetek "vezetőképessége"

- A robbantás gyakoriságának csökkentésével, ami a „k” tényezőben jut kifejezésre. (Imf.)

- **Optimális technológia megválasztásával**, a fúrástechnikában, a RTE kialakításban
- **Nagy pontosságú gyutacsok alkalmazásával**. Ilyenek a NONEL rendszerek, vagy elektronikus gyutacsok.



2. ábra Nagypontosságú nem elektromos gyutacsok

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Olvassa el az alábbi internetes elérhetőségen található összefoglalót a robbantásos épületbontás és hatásaival kapcsolatban.

http://www.ombkenet.hu/bkl/banyaszat/2003/bklbanyaszat2003_2_04.pdf

Ismerkedjen meg kidolgozott RTE-al és keresse meg benne a szeizmikára vonatkozó fejezeteket, különös tekintettel a megelőzés témakörére! Tanulmányozza, hogy az adott technológia mellett milyen megoldásokat alkalmaznak a szeizmikus hatásból eredő károk elkerülésére!

Keresse ki az ajánlott irodalom szeizmikus hatások elleni védelmi technológiáira vonatkozó fejezetét! (Dr. Bohus Géza - Horváth László - Papp József: Ipari Robbantástechnika, Műszaki Könyvkiadó / Bp. / 1983 (11.1. pont))

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

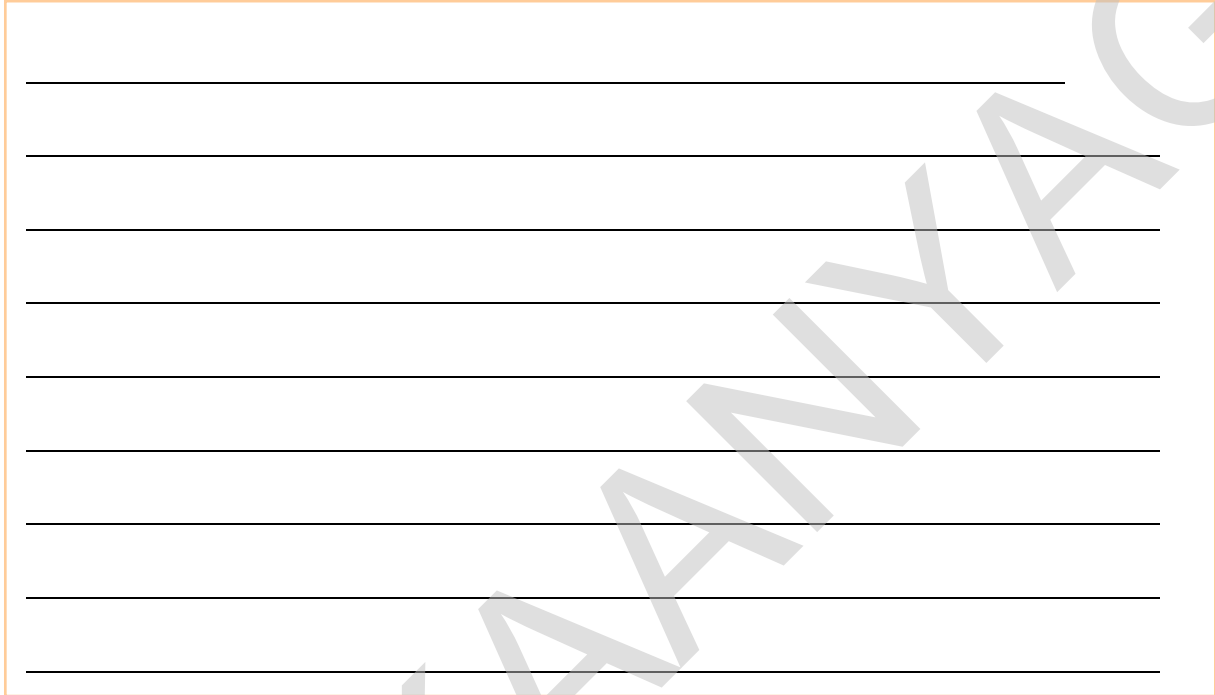
1. feladat

Jelölje be az alábbi fényképfelvételen, hol található olyan bányarész, ahol a beszorítottság előfordulhat! Hogy alakulhat ki ilyen helyzetben nem várt szeizmikus túlterhelés?



2. feladat

Hogyan oldható meg a töltetnagyság csökkentése a szeizmikus károkozás elkerülése érdekében, ha egyszer adott, hogy mennyi robbanóanyag szükséges egy feladat megoldásához, Mit jelent a $Q_{\max}$ fogalma?



3. feladat

Mi módon csökkenthető a robbanó töltet tömege?

4. feladat

Hol található ez az idézet? Egészítse ki a kipontozott részt!

„A 200 m-nél nagyobb távolságban végzett robbantások esetén a rezgési sebességek engedhető meg minden olyan építményre, amelynek magassága meghaladja a 20 m-t, és magasabb a hosszabbik alapélnél”

MEGOLDÁSOK

1. feladat



A sárgával jelölt sarokban és a talpon alakulhat ki beszorítottság jelensége, ha nem sűrítik be a furatokat, vagy nem növelik meg a töltetnagyságot. A szeizmikus túlterhelés úgy alakul ki, hogy kamuflet hatás jön létre. A Robbanóanyag energiája kevés a készlet kivetésére, és elnyelődik a kőzetben, jelentős rezgéseket keltve, nagyobb távolságon válik észlelhetővé.

2. feladat

100 ms-nál nagyobb fokozat különbségű, pontos gyutacsok alkalmazásával a robbantólyukakba töltött robbanóanyag-mennyiség külön időpillanatban történő elrobbantásával. Amennyiben az önálló robbantólyukakba töltött robbanóanyag tömege még mindig nagyobb a megengedettnél, akkor a lyukátmérő csökkentésével, vagy a lyukhossz – egyben a falmagasság) csökkentésével változtatható a töltési űr térfogata, így a beletölthető robbanóanyag összes tömege. Ebben az esetben a $Q_{\max}$, azaz az egy időpillanatban (100 ms) elrobbantott töltet nagysága meggyezik az egy töltési űrbe helyezett robbanóanyag tömegével. Ha megengedhető ettől nagyobb tömegű robbanóanyag egyidejű elrobbantása, akkor azonos készletelési fokozatú gyutaccsal több lyukba helyezett töltet is elrobbantható egy időben.

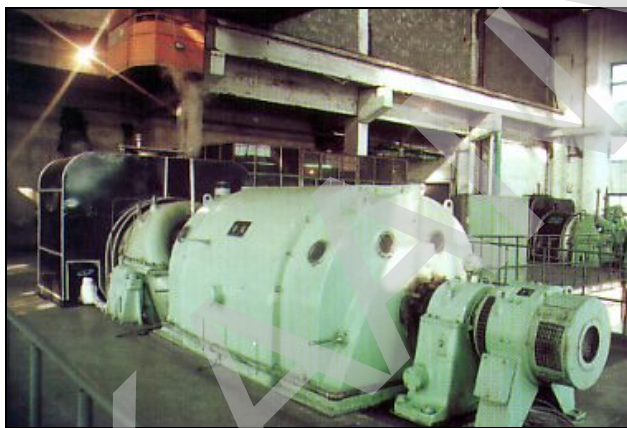
3. feladat

III. FÜGGELÉK BIZTONSÁGI TÁVOLSÁGOK MEGHATÁROZÁSA (ÁRBSZ 8. §) A) Általános előírások.

A 200 m-nél nagyobb távolságban végzett robbantások esetén a rezgési sebességek **fele** engedhető meg minden olyan építményre, amelynek magassága meghaladja a 20 m-t, és „magasabb a hosszabbik alapélnél”

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Számos, az általánostól eltérő helyzet, körülmény lehetséges robbantási feladatok környezetében, mely megoldása részben túlmutat a robbantómester kompetenciáján, de a lehetőséget fel kell ismernie, szaktevékenysége során részfeladatot oldhat meg ezekkel kapcsolatban. A fentebb felsorolt védendő létesítmények elhelyezkedése, alakja, funkciója, mérete és más tényezők befolyásolhatják a robbantás előkészítését, kivitelezését. Ezek a befolyásoló tényezők könnyíthetnek és szigoríthatnak is a robbantás feltételein annak szeizmikus hatása szempontjából. Példaképpen ilyenek lehetnek a robbantáshoz viszonylag közeli, néhány méterre lehelyezkedő építmények, vagy nagy fordulátú forgó alkatrészek, Az alábbiakban ezekkel a különleges feltételekkel foglalkozunk.



28. ábra Erőművi turbina, magas fordulátú, nagy tömegű alkatrészekkel

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

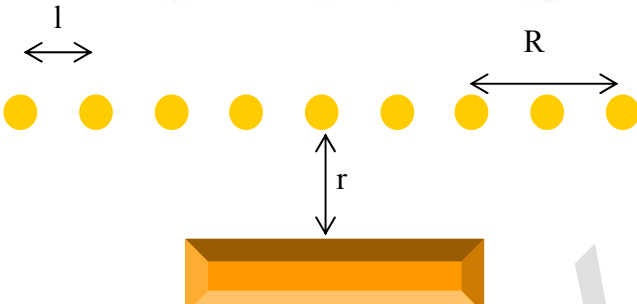
A robbantások szeizmikus hatásának számítása különleges esetekre

Vonalban elhelyezett töltetek hatásának figyelembevétele.

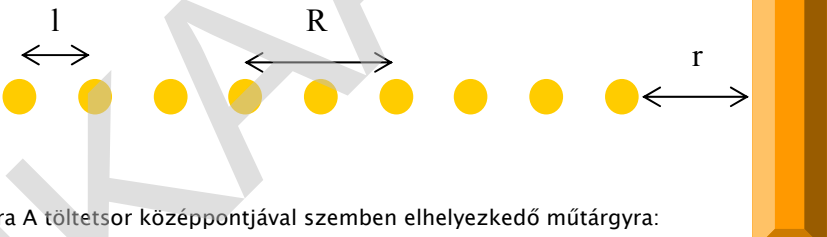
A töltetsor hosszának kétszeresén belüli távolságban elhelyezkedő műtárgyak védelméénél ($1 < 2R$) a 5. ábra képletében szereplő $Q_{\max}$ töltetnagyság helyett Q_{eff} töltettel lehet számolni.

$$(Q_{\text{eff}} = q \cdot n_{\text{eff}})$$

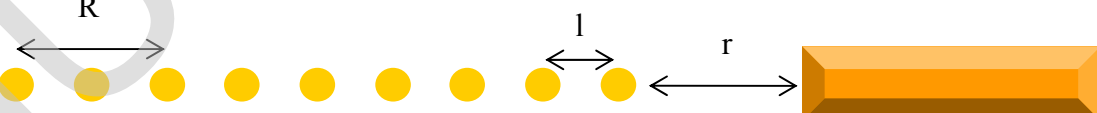
A képletben a q az n db töltetből álló töltetsor egy töltetének átlagos tömege, n_{eff} mérsékelt töltetszám, n_{eff} értékét a töltetsor és a megvédendő műtárgy egymáshoz viszonyított helyzetétől függően az alábbi módon számítjuk ki:

$$n_{eff, 1} = 1 + \frac{n - 1}{\left[\left(1 + \frac{t^2}{r^2} \right) \cdot \left(1 + \frac{R^2}{4r^2} \right) \right]^{z/4}}$$


29. ábra A töltetsor egyik végpontjában a töltetsorra merőlegesen elhelyezkedő műtárgyra

$$n_{eff, 2} = 1 + \frac{n - 1}{\left[\left(1 + \frac{t^2}{r^2} \right) \cdot \left(1 + \frac{R^2}{r^2} \right) \right]^{z/4}}$$


30. ábra A töltetsor középpontjával szemben elhelyezkedő műtárgyra:

$$n_{eff, 3} = 1 + \frac{n - 1}{\left[\left(1 + \frac{t}{r} \right) \cdot \left(1 + \frac{R}{r} \right) \right]^{z/2}}$$


31. ábra A töltetsor irányába eső műtárgyra

ahol:

- l = a szomszédos töltetek közötti átlagos távolság (m),
- r = a műtárgyhoz legközelebbi töltettől mért távolság (m),
- R = a 100 ms-on belül robbanó szakasz hossza (m),
- z = a töltetektől mért távolságtól függő, a szeizmikus energia csillapítását figyelembe vevő tényező, amelynek értéke:

- o $r < 2$ m esetén $z = 1$,
- o $r > 2$ m esetén $z = 2$.

Hosszú, ún. „kábeltöltetek” robbantásánál q értékét — hosszú, egymástól $l = r/2$ távolságban elhelyezkedő töltetként kell figyelembe venni.

Robbantás nagy fordulatszámú forgógépek közelében

Tekintettel az igen masszív, géppel nehezen bontható gépalapokra, az egyik gyakorlatban előforduló bontási feladat lehet erőművi betonelemek robbantása ott, ahol közeli üzemrészekben még turbinák működnek. A nagy fordulátú, jelentős tömegű forgó alkatrészek, a robbantás keltette rezgésekkel történő kimozdítása beláthatatlan következményekkel, meghibásodással járhat, ezért körültekintően kell eljárni. Pontosan fel kell mérni a távolságokat és gondosan kell végezni a számításokat.

l — távolság (m)	Szorószám	f — várható rezgésszám (Hz)
0— 2	3,5	200
2— 20	2,0	100
20— 40	1,7	80
40— 70	1,3	60
70—100	1,1	50

32. ábra Az egyidejűleg felrobbantható töltet tömegének meghatározásához

A valóságban mért adatok alapján a táblázatból kiolvasható szorzók segítségével az alábbi képlettel határozható meg a forgógépek közelében elrobbantható legnagyobb robbanó töltet.

$$Q = 0,00004 \left[(A - A_0) \frac{f \cdot l}{k} \right]^2 \text{ kg}$$

33. ábra Egyidejűleg felrobbantható töltet nagysága forgó gép közelében

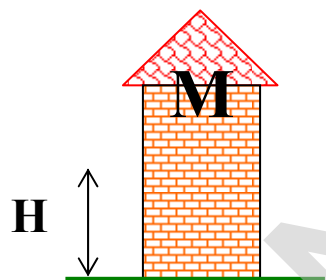
Ahol:

- A a forgógép csapágyfedelén mért legnagyobb kimozdulás (μm)
- A_0 a megengedhető kitérés (μm)
- k a megengedett rezgési sebesség szorzószáma
- f a várható rezgésszám (Hz) amelyet méréssel, vagy a 32. ábrából kell kiválasztani a töltetek súlypontjától számított távolság alapján.

A lerobbantott építmény vagy szerkezet leesésével előidézett szeizmikus hatás

Építmény vagy szerkezet leesése olyan hatást idézhet elő, mintha egy egyenértékű tömegű töltetet (Q_e) robbantanának fel ahol:

- M = a leeső tömeg (t),
- H = az esés magassága (m).

$$Q_e = \frac{M \cdot H}{400}$$
A diagram showing a brick wall with a red roof. A large black letter 'M' is placed on the roof, representing the falling mass. To the left of the wall, a vertical double-headed arrow labeled 'H' indicates the height from the ground to the top of the wall.

34. ábra Q_e számítása leeső test tömege és az esés magasság alapján

TANULÁSI RÁNYÍTÓ

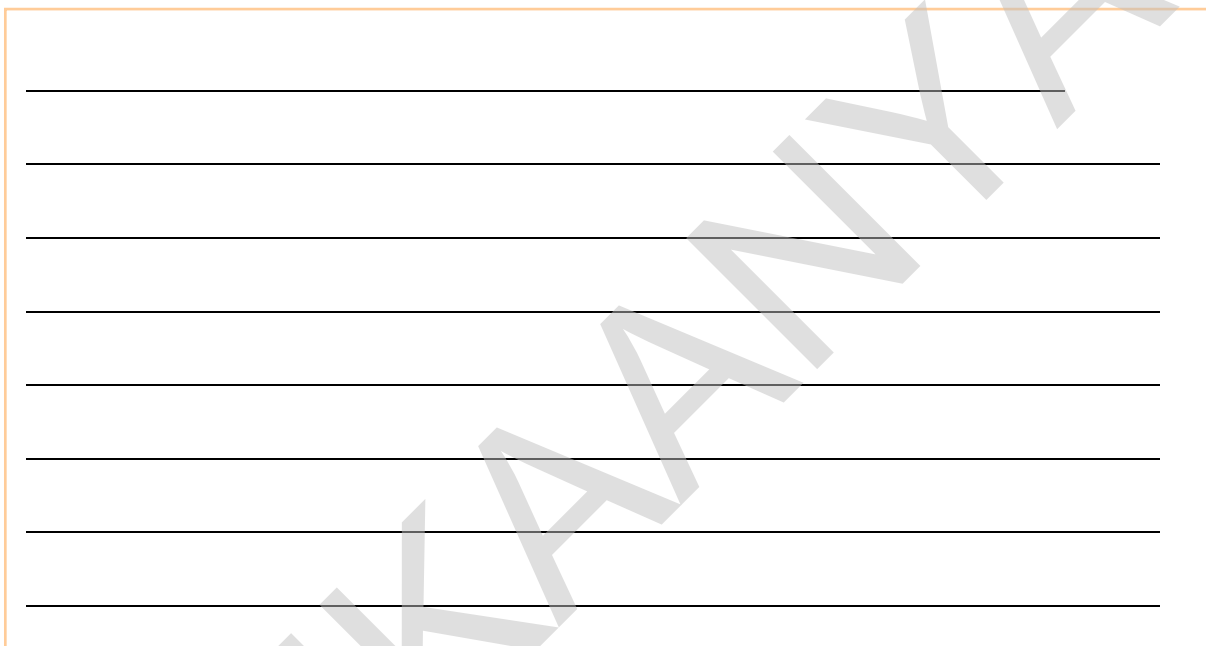
Olvassa el a Robbantómesterek Kézikönyve II. 12.1.1. és 12.1.1.5. pontjában leírt ismeretanyagot. Ha tudja, egészítse ki saját ismereteivel!

Ismerkedjen meg egy általános összefoglalóval, amely a rezgések környezetre gyakorolt hatásával foglalkozik: <http://gyorijegyzet.uw.hu/rezges6.ppt>.

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Mekkora lehet egy 60 m magas, 250 t-ás téglakémény robbantásos bontása során lezuhanó tömegből eredő robbantandó töltettel egyenérték? (A leesési magasság a 40 magas súlyponttól értendő.)



A large rectangular box with horizontal lines for writing the answer. The box is outlined in orange and contains eight horizontal lines. A large, light gray watermark reading 'MUNKANYAG' is diagonally across the page, passing through the box.

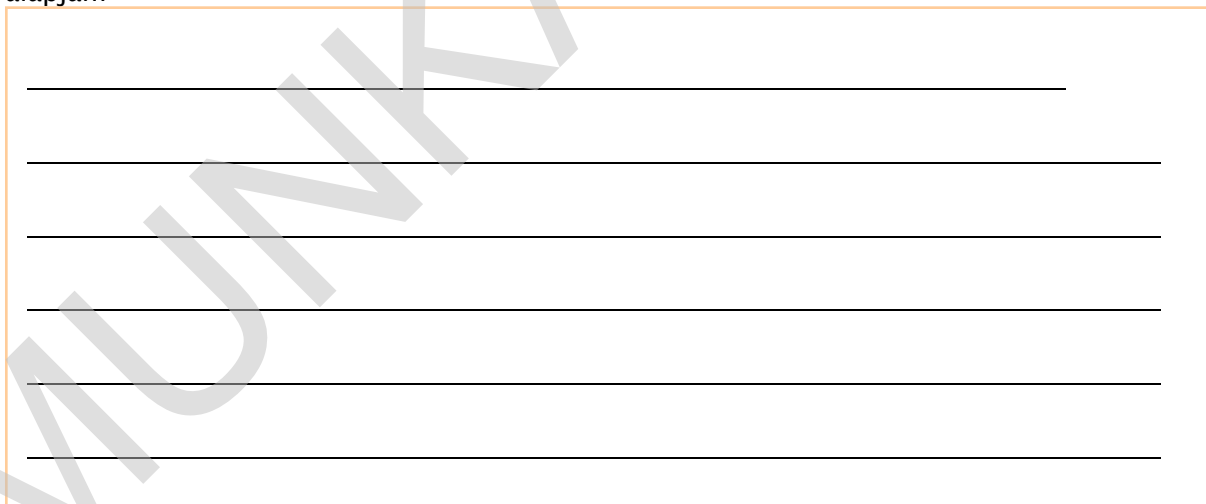
2. feladat

Mit kell figyelembe venni az előző feladat alkalmával a szeizmikus terhelés számításánál, ha a legnagyobb robbantandó töltet nagysága: 12 kg?



3. feladat

Hogyan és milyen mértékben csökkenthetőek a leeső tömeg keltette rezgések a fenti példa alapján?



MEGOLDÁS

1. feladat

A számvetést a 34. alapján a Q_e meghatározásával lehet elvégezni. Q_e értéke 25 kg.

2. feladat

25 kg a mértékadó, mivel nagyobb, mint 12 kg ($Q_{\max}$)

3. feladat

Rezgéscsökkentő párna alkalmazásával a számított érték $1/3$ -ra csökkenthető, így a 12 kg-os $Q_{\max}$ robbanóanyag súllyal kell számolni a keletkező rezgési sebességet, mivel $25/3 = 8,3$ kg.

IRODALOMJEGYZÉK

AJÁNLOTT IRODALOM

- 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;
- Általános Robbantási Biztonsági Szabályzat, OBF – Budapest, 1985

1 ... 2 m



A(z) 0022-06 modul 014-es 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
31 544 03 0010 31 01	Kőbányász, ásványelőkészítő
31 544 03 0010 31 02	Külfejtéses bányaművelő
52 544 01 0010 52 01	Bányászati robbantómester
52 544 01 0010 52 02	Épületrobbantó-mester

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
6 óra

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