

Szarvas Beáta¹

ÉPÍTMÉNYEK VÍZZEL TÖLTÖTT ROBBANTÁSOS BONTÁSÁNAK ELŐNYEI

THE BENEFITS OF WATER-FILLED STRUCTURES DEMOLITION BY BLASTING

<https://doi.org/10.30583/2020.3.149>

Absztrakt

A robbantástechnika számos felhasználási területtel bíró tudományág. A legismertebb katonai és bányászati alkalmazásokon túl, az elmúlt évtizedekben egyre nagyobb teret hódít egyéb békés célú ipari feladatok megvalósításában, a szerves trágya terítésétől a gyümölcsfa ültetésen át egészen a fémek alakításáig. Ezen cikk célja a robbanóanyagok épületbontásban betöltött szerepére fókuszálva felhívni a figyelmet a vízben, mint robbantási közegben való robbantástechnika lehetőségére adott feltételek teljesülése mellett, és bemutatni az eljárásban rejlő előnyöket.

Kulcsszavak: víz alatti robbantás, robbantás, bontás, környezeti hatás, gazdaságosság

Abstract

Blasting technique is a discipline with different fields of uses. In the last decades – besides the well-known military and mining usage of blasting –, it has been used in many useful areas of industry and economy like for spreading organic manure or setting fruit tree, as well as shaping metals. The aim of this article is – by focusing on the functions of explosives in building demolition – to draw the attention to the potential of using water as an explosive medium under proper conditions and to present the benefits of the procedure.

Keywords: underwater explosion, blasting, demolition, environmental effect, economy

¹ Szarvas Beáta robbantástechnikai szakmérnök,
beata.szucsszarvas@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2517-6291

Bevezetés

A téglá-, kő-, beton- és vasbeton építmények robbantásos bontása során a leghatékonyabb módszer a fúrtlyukakban elhelyezett töltetek alkalmazása. A pontosan megtervezett, akár több száz, egyenként kis tömegű töltet megfelelő időzítésű gyutacsokkal történő indításával, nagy pontossággal, a környezetet érintő káros hatásokat elkerülve hajthatók végre ezek a feladatok. A robbantást, mint látványosságot megtekintők számára kevésbé ismert, hogy a néhány másodperc alatt bekövetkező folyamatot hosszú napok, akár hetek komoly anyagi és technikai ráfordítást igénylő előkészítő munkálatai előzték meg. A következőkben egy kevésbé ismert építményrobbantási módszert mutatunk be, melynek segítségével – adott feltételek mellett – kevesebb anyagi és munkaerő-ráfordítás mellett, ugyancsak káros környezeti hatások nélkül végezhető el egy építmény bontása.

Az eljárás ismertetése

A robbanóanyagok ipari felhasználásban, és így épületbontásban való alkalmazásánál a robbanás alkalmával belőlük rövid idő alatt fejlődő gázok feszítő erejét, nyomását fordítjuk számunkra kívánatos munkavégzésre. A robbantással nyerhető hasznos munka mértéke a robbanóanyagból fejlődő gázok mennyiségétől, a kialakuló robbanási hőmérséklettől, a reakció sebességétől és a robbanási közeg közvetítő tulajdonságaitól függ. ²

A robbanóanyagokban rejlő jelentős teljesítményt maximálisan tudjuk kihasználni, ha a körülmények megengedik a bontandó objektum vízzel való feltöltését. Az eljárás lényege, hogy ebben a robbantási technológiában a robbantandó szerkezetet megtöltve, a vizet robbanási közegként használva, csak igen kis mennyiségű robbanóanyagot robbantanak fel.

Mivel a víz kvázi összenyomhatatlan, benne a robbanás hatására a felmelegedés is jelentéktelen. A keletkező lökéshullám ezért kis gyengítéssel nagy távolságra eljut. A lökéshullám által képviselt energia csak a buborékképződésre fordított hányaddal csökken, szemben a levegővel, ahol a hőmérséklet gyorsan emelkedik, s a robbanás energiájának egy része felemésződik. Ebből kifolyólag vízben a nyomás minden irányban szinte gyengítetlenül terjed, közvetlenül a bontandó

2 Dr. Bohus Géza: Alkalmazott Robbantástechnika I. kézirat - Bányászati Kutató Intézet, Budapest, 1975. p. 20.

létesítmény falaira hat a töltetnagyságtól és a térfogattól függően nagyságrendileg 10^8 Pa nyomást gyakorolva, amelynek eredményeképpen azok roncsolódnak, és a szerkezet összeomlik. Az összezúzott falaknak csak csekély mozgási energiája lesz, ezért a törmelék nem repül el nagy távolságra a tárgytól.^{3 4} A lökeshullám vízben történő terjedésének elméleti alapjairól részletesen olvashatunk többek között az orosz Szalamahin, T. M.⁵ és (ugyancsak orosz forrásmunkák alapján) Varga József⁶ jegyzeteiben.

Az 1. számú ábrán egy olaszországi borászati üzem vasbeton ülepítőtartályának a fent említett eljárással végrehajtott robbantásos roncsolási eredménye látható, ahol a feladat csupán a szerkezet gyengítése volt a további gépi bontás megkönnyítése céljából.⁷

Az eljárás alapkövetelményei

1. A bontandó tárgynak vízzárónak vagy vízzáróvá tehetőnek kell lennie.
2. Álljon rendelkezésre a bontandó létesítmény teljes térfogatát kitöltő mennyiségű víz.
3. A bontandó szerkezetet úgy kell feltölteni vízzel, hogy abban csapdába esett levegő ne lehessen.
4. Legyen biztosítva, hogy a robbantást követően az elfolyó víz természetes és épített környezet károsodása nélkül elvezethető legyen.³
5. A robbantáshoz használatos robbanóanyagoknak vízállónak kell lennie, vagy gondoskodni kell annak vízhatlanná tételéről.

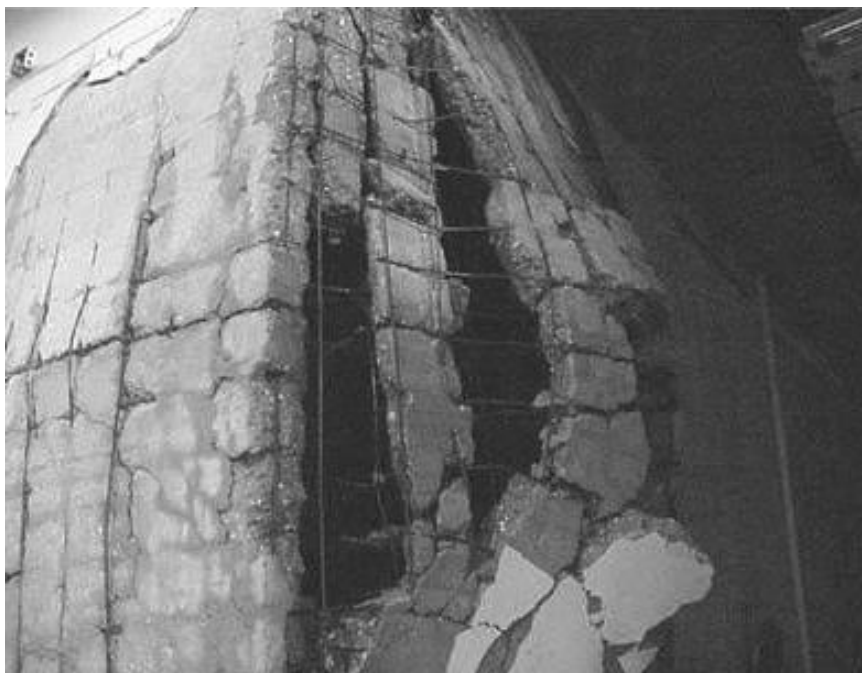
3 Uo.

4 Busch Jürgen: Erfahrungen mit Vollraumsperengungen (Vízrel töltött betonszerkezetek robbantásának tapasztalatai) / NobenHefte – München. OricaGermany GmbH, 1996 - Heft 3. kötet. pp. 143-150.

5 Szalamahin T. M.: Poszóbije dlja resényija zadacs po teoriji mehanyicseskava gyejsztvija vzriva (Segédlet a robbanás mechanikus hatásának elmélete alapján megoldandó feladatokhoz) – Kujbisev Katonai-Műszaki Akadémia, Moszkva, 1967. pp. 124-134. és Fizicseskije osznóvi mehanyicseskava gyejsztvija vzriva i metodi opregyelenijja vzrívnihih nagrúzok (A robbanás mechanikus hatásának fizikai alapjai és a robbanási erőhatások meghatározásának módjai) – Kujbisev Katonai-Műszaki Akadémia, Moszkva, 1974. pp. 162-187.

6 Varga József: Robbantás és műszaki zárás I. rész – Zrínyi Miklós Katonai Akadémia, Műszaki tanszék, Budapest, 1983. pp. 53-63.

7 Busch Jürgen: Erfahrungen mit Vollraumsperengungen (Vízrel töltött betonszerkezetek robbantásának tapasztalatai) NobenHefte – München. OricaGermany GmbH, 1996 - Heft 3. kötet. pp. 143-150.



1. számú ábra. Vízpuffer alatti robbantás hatására megrongálódott ülepítőtartály⁸

Gazdasági előnyök⁹

A vízpuffer alatti robbantásos építménybontás gazdasági előnyei egy, a gyakorlatban elvégzett robbantásos bontás részfeladatán keresztül kerülnek szemléltetésre. Az ALKA Kft. alsózsolcai telepén több építmény került lebontásra robbantással. A munkálatok érintettek egy, a 2. számú ábrán látható előosztályozó épületet, amely magában foglalt egy vasbeton tartályt. A tartályt vízpuffer alatti két darab koncentrált töltettel tervezték robbantani, de az oldalfalak olyan mértékben repedezettek voltak, hogy azt már nehéz lett volna vízzáróvá tenni. Ezért végül hagyományos, fúrtlyukas robbantással bontották le az építményt.

⁸ Uo.

⁹ Műszaki leírás - Az ALKA Kft. alsózsolcai telepén lévő vasbeton keresztmetésű építmények robbantásos bontásához - Miskolc, 2002. alapján



2. számú ábra. Az egykori előosztályozó vasbeton szerkezete a lépcsőház mögött, +2,8 m fölött elhelyezkedő zárt tartállyal¹⁰

Az 1. táblázat tartalmazza az építmény vízpuffer alatti és a hagyományos fúrtlyukas technikával való robbantásos bontás anyagszükségeit.

A ROBBANTÁSI KIVITELEZÉSI MÓDOK ANYAGSZÜKSÉGLETEI

1. számú táblázat

Tartály	Vízpuffer alatt való robbantás	Fúrtlyukas robbantással való bontás
Töltetszám és lyukszám [n, db]	2	630
q – töltetömeg [kg/lyuk]	2,50	0,01
Q – összrobbanóanyag tömege a robbantáshoz [kg]	5,00	7,00
Gyutacsszám [db]	2	630+3*

*A több szakaszban végrehajtott robbantások indításához szükséges gyutacs mennyisége

10 Felvétel: Dr. Bohus Géza – Felsőzsolca, 2002.

A táblázat alapján egyértelmű, hogy a hagyományos (fűrtlyukas) robbantással való kivitelezés esetén a robbantólukák kialakításának lényegesen nagyobb a munkaerő igénye és a munkaidő szükséglete, amely jelentős költségkihatással jár. Látható az is, hogy a nagyszámú robbantólukba ugyanannyi robbanóanyag-töltet és – ami lényegesen növeli a költségeket – ugyanannyi gyutacs is szükséges. A vízpuffer alatti robbantás esetén a szükséges gyutacsok száma néhány darab, a szükséges robbanóanyag-mennyiség ($Q=n \times q$) osztásának mértékében (n), míg hagyományos technikánál több száz darab is lehet. Amennyiben az alapkövetelmények adottak a vízzel, mint közeggel való robbantási eljárással való bontáshoz, jelentős költség takarítható meg egy hagyományos eljárással történő robbantáshoz képest.

Mérsékelt környezeti hatások

A robbantások békés célú felhasználása általában valamely más technológia kiváltására szolgál, az elvégzendő feladat gazdaságosabbá, biztonságosabbá, gyorsabbá tétele céljából. A robbantással létrehozott energiáknak csak egy része fordítható a feladat szempontjából hasznos munkára, egy részük kedvezőtlen a felhasználás szempontjából¹¹. A robbantások során mindig számolni kell valamilyen mértékű szeizmikus hatással, léglökéssel, repeszhatással, a kiáramló gázok okozta légszennyezéssel, porképződéssel és zajhatással.¹²

A várható hatások kapcsán a biztonsági távolságok meghatározásához szükséges számításokat Magyarországon a 13/2010. (III. 4.) KHEM rendelet az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzatról (a továbbiakban ÁRBSZ) 4. melléklete tartalmazza.¹³

Szeizmikus hatás

A robbanás keltette szeizmikus hatás a robbanáskor kialakuló, a detonációsebesség négyzetével arányos nyomás által jön létre. Mértéke a szeizmikus rezgést keltő energiaforráson kívül függ a rezgésbe hozott tárgy méreteitől, szerkezetétől és a rezgéseket közvetítő közeg tulajdonságaitól.

11 Dr. Bohus Géza - Horváth László - Papp József: Ipari robbantástechnika – Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1983. pp. 18-20.;

12 Uo., pp. 309-337.

13 13/2010. (III. 4.) KHEM rendelet az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzatról

Talajközegben létrehozott változásokra, 30-80 robbanóanyag- töltetsugárnál távolabb érvényesnek tekinthető a rugalmasságtan Hooke-törvénye, ennél távolabb a robbanás hatására már csak rugalmas alakváltozások jönnek létre. A robbanáskor felszabaduló E_{max} energia egy része az anyag megbontására, másik része az anyag kivetésére, további része hőelnyelés és hanghatás mellett E_{sz} rugalmas hullámok keltésére fordítódik. A szeizmikus hullámkeltésre fordítódó energiahányad:

$$\xi = \frac{E_{sz}}{E_{max}}$$

A ξ függ a robbanóanyag-töltet mennyiségétől. A szükségestől eltérő mennyiség használata esetén megnövekedhet a szeizmikus hullámkeltésre fordított hányad. Egységnyi robbanóanyag-mennyiség által keltett szeizmikus energia nagysága:

$$q_{sz,l} = q_{sz} \times e^{\frac{-\beta \times l}{N^{\frac{1}{3}}}}$$

ahol:

q_{sz} [J/kg; J/m³] = E_{max}/V – specifikus fajlagos energia,

V [kg, m³] – a robbantandó anyag mennyisége,

l [m] – a robbantás helye és a védendő tárgy közti távolság,

N [kg] – robbanóanyag mennyisége,

β – a bontandó közegre jellemző adszorpciók együttható¹⁴.

A várható rezgési sebesség értékét a következő képlet segítségével kell meghatározni:

$$v = k \times \frac{\sqrt{Q_f}}{l} \left[\frac{mm}{s} \right],$$

ahol:

Q_f [kg] - a mértékadó töltet nagysága (a „mértékadó töltet”: gyutacs használata esetén az azonos névleges időzítési intervallumokban robbantott töltetek közül a legnagyobb; gyújtózsín használata esetén a legnagyobb töltet kétszerese; nyújtott töltet esetén a 20 méter hosszú töltet tömege¹⁵).

14 Dr. Bohus Géza - Horváth László - Papp József: Ipari robbantástechnika – Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1983. pp. 310-317.

15 13/2010. (III. 4.) KHEM rendelet az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzatról

„k” tényező értéke:

- víz alatt vagy mocsaras talajban végzett robbantásnál és 10 m-nél vastagabb agyagrétegre épült objektumokra 160,
- rendszeresen ismétlődő, előre kijelölt, viszonylag szűk körzetben, elsősorban termelési céllal végzett robbantás esetében 80,
- egyedi, konkrét feladat megoldására vagy jelentősen változó területen végzett robbantás esetében 40,
- rátett töltet alkalmazása és áthalmazott anyag terítése esetén 20.¹⁶

Amennyiben a létesítmény robbantásakor a töltetek legalsó pontja 0,5 m-rel a talajszint fölött helyezkedik el, a „k” tényező értéke felére csökkenthető. Szeizmikus szempontból a 3 m-nél magasabb oldalfalakkal határolt földémszerkezetek és a 3 m-nél magasabb pillérekre támaszkodó hídlemezok robbantását rátett töltetekkel végzett robbantásnak kell tekinteni.¹⁷

Egy építmény robbantásos bontásánál a szeizmikus hatás számításánál azt is figyelembe kell venni, hogy a leomló építmény vagy szerkezet leesése olyan hatást idézhet elő, mintha egy egyenértékű tömegű töltetet (Q_e) robbantanának fel. Ennek számítása a következő képlet szerint történik:

$$Q_e = \frac{m \times H}{400} [kg],$$

ahol:

M [t] - a leeső tömeg,

H [m] - a leeső tömeg tömegközéppontjának és a leérkezés szintjének magasságkülönbsége.

Ennek a hatásnak a csökkentését szolgálja a leeső tárgy alá hordott föld, salak, homok vagy építőanyag törmelékéből készített rugalmas párna. Ennek legalább 0,8 m-es vastagsága esetén a Q_e értékének felével lehet számolni. Ha $Q_e < Q_f$, akkor a lerobbantott építmény leeséséből adódó szeizmikus hatást nem kell számolni. Egyéb esetben Q_f helyére Q_e értéke írandó a várható rezgési sebesség értékét

16 Uo.

17 Dr. Bohus Géza - Horváth László - Papp József: Ipari robbantástechnika – Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1983. p. 313.

meghatározó képletben a szeizmikus hatás megállapításához, egy adott „l” [m] távolságban lévő védendő objektum megóvása céljából. A szeizmikus biztonsági távolságon belül található védendő létesítményekre vonatkozóan építménykategóriákat határoz meg az ÁRBSZ, a távolság és a frekvencia függvényében meghatározott megengedett rezgési sebesség alapján.

A szeizmikus biztonsági távolságot (amely nem jelenti azonban az épületkárok feltétlen fellépését e távolságon belül) az alábbi képlettel kell meghatározni:

$$L = \frac{k}{2} \times \sqrt{Q_f} [m]$$

A bemutatott alsószolcai gyakorlati példa esetén, a vízpuffer alatti bontás számításainál a szeizmikus biztonsági távolság 44 méterre lett meghatározva. A robbantandó létesítményhez 17 méter közelségben lévő transzformátorház volt a rezgés szempontjából a legkritikusabb műtárgy, melynél a megengedett rezgési sebesség a 10-20 mm/s tartományba esett. A víznyomás alatt való robbantás során keletkező és a leomló tömeg által keltett várható rezgési sebesség a számítások alapján ennél a műtárgynál csak 3,3 mm/s értéket ért volna el. A 44 méteres szeizmikus biztonsági távolság határán ez a várható rezgési sebesség 1,27 mm/s értékre csökkent. A környezetet tehát a szeizmikus hatás nem veszélyeztette volna ennél a robbantási technológiánál.¹⁸

Repszhatás

Aprítás céljából végzett (bányászati) robbantási munkáknál a robbanóanyagból felszabaduló energia egy részét a bontandó anyag felaprózódását követően az anyag olyan távolságú kivetésére kell fordítani, amelyet a további munkák megkívnának. Helyesen tervezett és kivitelezett robbantási munkáknál a kivetés célszerű távolságon belüli, és nincs nem várt repeszhatás. Nem várt repeszhatás az egy határértéknél kisebb előtét vagy a megbontandó anyag inhomogenitásából adódó helyileg csökkent ellenállás esetén jön létre. A repeszhatás elleni biztonsági távolságot ezért a kivetési távolság többszörösére kell növelni.

18 Műszaki leírás - Az ALKA Kft. alsószolcai telepén lévő vasbeton keresztmetszetű építmények robbantásos bontásához - Miskolc, 2002.

A repeszhatás mértéke a robbanóanyag-töltet átmérőjének, az előtét nagyságának, a keletkező repeszek méretének és a repesz kezdeti sebességének függvénye.¹⁹

Építmények robbantásánál mindig kell repeszhatással számolni, mivel minden építmény más és más, és mert általában a repeszek természetes kirepülési távolságán belül van védendő létesítmény.²⁰

Az ÁRBSZ konkrét távolságokat határoz meg a repeszhatás minimális távolságára, különböző létesítmények és alkalmazott robbantási technológiák esetére, az alábbiak szerint:

„Azt a biztonsági távolságot, amelyen kívül a robbantás repeszhatása személyre, továbbá védendő létesítményre veszélyesnek nem tekinthető, a robbantási feladattól, valamint a felrobbantásra kerülő töltet elhelyezésétől függően az alábbiak szerint kell meghatározni:

- A minimális biztonsági távolság 30 m, ha
 - a robbantószerkezetet vagy a töltetet 15 m-nél mélyebben helyezik el a robbantólyukban, vagy
 - zárt robbantókamrában végzik a robbantást.
- A minimális biztonsági távolság 50 m, ha
 - a szeizmikus mérést szolgáló töltetet 5 m és 15 m közötti mélységben helyezik el,
 - a földre vagy a földbe fektetett robbanózsínórt robbantának fel,
 - a töltettel a robbantólyuk bővítését végzik.
- A minimális biztonsági távolság 100 m, ha a robbantást kis átmérőjű töltetekkel végzik, különösen építmények bontásánál, kivéve a fémszerkezetek nyírással való elvágását.
- A minimális biztonsági távolság az alábbi esetekben 200 m:
 - a fatuskó kitermelésére, darabolására, továbbá áthalmozott anyag terítésére szolgáló töltet robbantásakor,

19 Repeszhatással foglalkozik részletesen, pl.: dr. Hernád Mária: Repeszszérülések jelentősége és megelőzésének lehetőségei, Műszaki Katonai Közlöny, Budapest, XXII. évfolyam, 2012. évi Különszám, pp. 73-86.

20 Dr. Bohus Géza - Horváth László - Papp József: Ipari robbantástechnika – Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1983. pp. 325-337.

- a közettömb darabolására szolgáló rátett töltet alkalmazásakor,
 - nagy átmérőjű töltettel végzett építményrobbantásakor.
- A minimális biztonsági távolság fémszerkezetek nyírással való elvágásakor 500 m.”²¹

A példaként említett alsózsolcai robbantásnál a bemutatott, legfeljebb 5 kg tömegű töltet alkalmazása esetén, a fenti rendelet 100 m minimális biztonsági távolságot írt elő építmények bontásánál. Ennél a kivitelezési technikánál törmelékiszórásra, repeszhatásra gyakorlatilag csak nagyon kis mértékben kell számítani.²² A fúrtlyukas robbantásnál a repeszvédelemhez szükséges anyagok és azok szerelése további költségnövekedést jelentenek.

Légnnyomás hatása

Vízpuffer alatti robbantás esetén a robbantandó épület falának repesztéséhez és a repedések továbbfejlődéséhez lényegesen kevesebb energia is elegendő. A vízben terjedő lökeshullám elülső rétege az akusztikailag keményebb építmény falának nekiütközve lelassul, áramlási sebessége ebben a rétegben zérus lesz, nyomásfokozódás jön létre, a nyomás által közvetített energia jelentős része pedig a szerkezet megbontására fordítódik.

Az átadódó hullámrész energiája (E_a [J]) a határfelülethez érkező hullám energiájával (E [J]) és a két közeg akusztikus keménységének viszonyával (s) arányos:

$$\frac{E_a}{E_v} = \frac{4 \times s}{(s-1)^2},$$

ahol:

E_v [J] – a visszaverődő hullámrész energiája,

$$s = \frac{\rho_1 \times v_1}{\rho_2 \times v_2}$$

ρ_1, ρ_2 [kg/m³] – átadó és fogadó közeg sűrűsége,

v_1, v_2 [m/s] – átadó és fogadó közegekben terjedő akusztikus hullám terjedési sebessége.

²¹ 3/2010. (III. 4.) KHEM rendelet az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzatról

²² Műszaki leírás - Az ALKA Kft. alsózsolcai telepén lévő vasbeton keresztmetszetű építmények robbantásos bontásához - Miskolc, 2002.

Minél kisebb az új közeg akusztikus keménysége, annál kevesebb energia jut a másik közegbe. Kőzetek és a kőzetekhez hasonló tulajdonságokkal bíró vasbeton, valamint a levegő szabad felületén $s \sim 10^4$, így szinte a teljes belső energia visszaverődik.

Az építmény falán átadódó energia, mivel egy új akusztikailag kisebb keménységű levegőközeg van mögötte, lényegesen lecsökken, és vízben elnyelve, annak kiáramlásával távozik. Léglökés jelenségének fellépésével csupán veszélytelen mértékben kell számolni.²³

Porhatás

Robbantással végzett épületbontás jelentős por képződésével járhat, mind az előkészületi munka, a robbantólyukak fúrása kapcsán, mind a művelet elvégzésekor, a leomló nagy törmeléktömeg által. Vízzel való robbantásos munkák esetén a tapasztalatok szerint nincs kiporzás. A robbantott szerkezet tönkremeneteléből adódó port gyakorlatilag megköti a kiáramló víz.²⁴

A 3. számú ábra által szemléltetett, Halmajugrán végzett vízpuffer alatti kísérleti robbantás esetében is csupán feltörő vízpára figyelhető meg a robbanás pillanatában.



3. számú ábra. Halmajugra volt borászati üzem földbe süllyesztett vasbeton tartályainak vízpuffer alatti robbantásos bontása a robbanás pillanatában²⁵

23 Dr. Bohus Géza Robbantástechnikai alapok 5. - Esztergom: Nehézipari Minisztérium Továbbképző Központja, 1979. pp. 6-30.

24 Műszaki leírás - Az ALKA Kft. alsózsolcai telepén lévő vasbeton keresztmetésű építmények robbantásos bontásához - Miskolc, 2002.

25 Felvétel: Dr. Bohus Géza – Halmajugra, 1995.

Hanghatás

A hang az energia egyik megnyilvánulása, hallószervvel érzékelhető hullámmozgás. A levegőben terjedő hangot felfogó érzékszervünk a fülünk, a hallásérzet viszont az agyban keletkezik. A hang kívánatos, a zaj azonban nem kívánatos, zavaró hangjelenség, amely halláskárosodást okozhat. Zajártalom alatt a zaj károsító hatását értjük. A környezet- és munkavédelmi szabványok tételesen rögzítik a környezetbe jutó hangnyomásszintek meghatározásának mérési és értékelési előírásait (MSZ 18150/2-84). A 2. táblázat összefoglalja a hangerő mértékét az érzékelt hangossággal.²⁶

HANGERŐ MÉRTÉKE ÉS ÉRZÉKELT HANGOSSÁGÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÓ
TÁBLÁZATA¹⁶

2. számú táblázat

Lp [dB]	Érzékelt hangosság	Hang
0	A hallásküszöb	-
20	Rendkívül halk	Zizegő levél, csendes szoba
40	Nagyon halk	A hűtő zümmögése
60	Mérsékelt hangos	Normális beszélgetés, étterem
80	Nagyon hangos	Városi közlekedés, teherautó
100	Rendkívül hangos	Szimfonikus zenekar, traktor
120	Az érzékelés határa	Felszálló repülőgép

Magyarországon rendelet határozza meg a különböző tevékenységekre, a védendő területekre és időszakokra vonatkozó megengedett zajterhelési értékeket. Építési, kivitelezési tevékenységből származó zaj terhelési határértékei a zajtól védendő üdülő-, lakó- és gazdasági

26 Nemes József: Kivonat a robbantási technológiai előírás elemeiből a robbantómester részére –Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet. [Online] p. 25. https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemenei_kompetenciak_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/5_0022_tartalomelem_012_munkaanyag_091231.pdf (letöltve 2020.04.29)

területeken, 1 hónap vagy kevesebb időt igénybe vevő munkálatoknál, nappal 06-22 óra időintervallumban 60-70 dB.²⁷

Robbanásnál a kialakuló léglökési hullám kísérő jelensége a hanghatás, hangrobbanás, amely dörejként érzékelhető. Mértéke a léglökésben uralkodó nyomástól függ. A robbantással végzett munkálatokat úgy kell tervezni és kivitelezni, hogy a robbanás keltette zaj a biztonsági távolságokon túl ne haladja meg a megengedett határértékeket²⁸. A tanulmány tárgyát képező, vízközegben végzett robbantási technológia alkalmazása a légnyomás hatásánál ismertetett okokból jelentős zajterheléssel nem jár.²⁹

Összefoglalás

Építmények mechanikus bontása sokféle módon történhet: hidraulikus vésőkkel, bontókalapácsokkal, hidraulikus kotrógépekkel. A lebontandó tárgy méretétől és elhelyezkedésétől függően a munkálat igen hosszú ideig is eltarthat, nagy zaj- és porterheléssel jár. A gépi és a robbantásos bontás összehasonlító elemzésével foglalkozik egy tanulmányában dr. Bohus Géza³⁰.

Egy vasbeton szerkezet hagyományos robbantási módszerrel történő bontásához több száz robbantólyuk kialakítására, továbbá nagy mennyiségű robbanóanyag és több száz darab gyutacs felhasználására van szükség. A robbantólyukak kialakítása és az anyagigény jelentősen befolyásolja a kivitelezésre fordítandó időt és a költségeket. Az építmények vízzel töltött robbantásos, fentiekben bemutatott módszerének alkalmazása esetén, elegendő néhány darab töltet és az ezek indításához szükséges gyutacsmennyiség, ezáltal gazdaságosabb megoldást nyújtva. Hagományos robbantásnál a szokványos

27 27/2008. (XII. 3.) KvVM-EüM együttes rendelet a környezeti zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról

28 A kérdéssel bővebben foglalkozik pl.: dr. Hernád Mária: Hallásvédelem a robbantástechnikában, Műszaki Katonai Közlöny, Budapest, XXIV. évf. 2014/3. szám, pp. 89-104.

29 Műszaki leírás - Az ALKA Kft. alsózsolcai telepén lévő vasbeton keresztmetszetű építmények robbantásos bontásához - Miskolc, 2002.

30 Dr. Bohus Géza: A gépi és a robbantásos építménybontás törvényi előírásai Magyarországon, Előadás a Magyar Robbantástechnikai Egyesület „11. Fúrás-robbantástechnika 2012” Nemzetközi Konferenciáján (Balatonkenese, 2012. szeptember 19-21.), megjelent a Robbantástechnika (HU-ISSN 1788-5671) konferencia kiadványban, pp. 36-41.

repszédelmen túl a körülmények megkövetelhetnek egyéb speciális védőintézkedéseket, tovább növelve a fajlagos költségeket.

A vízpufferrel való robbantás kevésbé terheli a környezetet, biztonságosabb, és lényegesen nagyobb hasznos munka fordítódik a szerkezet megbontására.

Összességében, a vékony falú vasbeton szerkezetek bontására előnyös megoldást kínálhat annak vízzel való megtöltése és a vízben, mint robbanási közegben való robbanóanyag-töltet robbantása, amennyiben a bevezetőben ismertetett körülmények adottak.

Felhasznált irodalom

Rendeletek:

13/2010. (III. 4.) KHEM rendelet az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzatról

27/2008. (XII. 3.) KvVM-EüM együttes rendelet a környezeti zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról

Könyvek:

Dr. Bohus Géza: Alkalmazott Robbantástechnika I. kézirat – Bányászati Kutató Intézet, Budapest, 1975.

Dr. Bohus Géza - Horváth László - Papp József: Ipari robbantástechnika: Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.

Dr. Bohus Géza: Robbantástechnikai alapok 5. – Nehézipari Minisztérium Továbbképző Központja, Esztergom, 1979.

Nemes József: Kivonat a robbantási technológiai előírás elemeiből a robbantomester részére – Budapest: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet. [Online] - Hozzáférés dátuma: 2020.04.29.

https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetenciak_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/5_0022_tartalomalem_012_munkaanyag_091231.pdf

Szalamahin T. M.: Poszóbije dlja resényija zadacs po teoriji mehanyicseszka gyejsztvija vzriva (Segédlet a robbanás mechanikus hatásának elmélete alapján megoldandó feladatokhoz) – Kujbisev Katonai-Műszaki Akadémia, Moszkva, 1967. pp. 124-134.

Szalamahin T. M. Fizicseszkiye osznóvi mehanyicseszka gyejsztvija vzriva i metodi opregyelenyija vzrívnih nagrúzok (A robbanás

mechanikus hatásának fizikai alapjai és a robbanási erőhatások meghatározásának módjai) – Kujbisev Katonai-Műszaki Akadémia, Moszkva, 1974. pp. 162-187.

Varga József: Robbantás és műszaki zárás I. rész – Zrínyi Miklós Katonai Akadémia Műszaki tanszék, Budapest, 1983. pp. 53-63.

Cikkek:

Dr. Bohus Géza: A gépi és a robbantásos építménybontás törvényi előírásai Magyarországon, előadás a Magyar Robbantástechnikai Egyesület „11. Fúrás-robbantástechnika 2012” Nemzetközi Konferenciáján (Balatonkenese, 2012. szeptember 19-21.), megjelent a Robbantástechnika (HU-ISSN 1788-5671) periodika, konferencia kiadványban, pp. 36-41.

Busch Jürgen: Erfahrungen mit Vollraumsperengungen (Vízrel töltött betonszerkezetek robbantásának tapasztalatai) NobenHefte. - München: Orica Germany GmbH, 1996. - Heft 3. kötet. pp. 143-150.

Dr. Hernád Mária: Repesz sérülések jelentősége és megelőzésének lehetőségei, Műszaki Katonai Közlöny, Budapest, XXII. évfolyam, 2012. évi Különszám, pp. 73-86. <https://mkk.uni-nke.hu/megjelent-szamok/2011-2015-evben-megjelent-szamok/2012-kulonszam> (letöltés: 2020. 0715.)

Dr. Hernád Mária: Hallásvédelem a robbantástechnikában, Műszaki Katonai Közlöny, Budapest, XXIV. évf. 2014/3. szám, pp. 89-104. <https://mkk.uni-nke.hu/megjelent-szamok/2011-2015-evben-megjelent-szamok/2014-3-szam> (letöltés: 2020. 0715.)

Ottelli G. és Berta G.: Blasting water-filled concrete structures (Vízrel töltött betonszerkezetek robbantása) konferencia előadás. Megjelent: Proceedings of EFEE Second World Conference on Explosives and Blasting Technique, 10–12 September 2003, Prague, Czech Republic (szerk. Holmberg, Roger) - Lisse: A.A. Balkema, 2003. pp. 509-511.

Egyéb:

Műszaki leírás - Az ALKA Kft. alsózsolcai telepén lévő vasbeton keresztmetszetű építmények robbantásos bontásához - Miskolc, 2002.