

VESZÉLYES ÉPÜLETSZERKEZETEK ROBBANTÁSOS ELJÁRÁSSAL TÖRTÉNŐ ELTÁVOLÍTÁSÁNAK KÖVETELMÉNYEI, MÓDSZEREI, BIZTONSÁGI RENDSZABÁLYAI

Daruka Norbert¹

ZMNE Katonai Műszaki Doktori Iskola

Ph.D. hallgató

A különböző rendeltetésű épületek, létesítmények több okból válhatnak *veszélyes szerkezetekké*², idővel elhasználódnak vagy valamilyen okból használhatatlanná válnak, esetleg egyszerűen csak nem megfelelő az elhelyezkedésük biztonságtechnikai szempontból, például városrendezés miatt, vagy katonai feladatok tekintetében túl közel vannak a védeni kívánt területhez. A katonai elsősorban missziós feladatok tekintetében kiemelten fontos, hogy a táborok közvetlen szomszédságában ne legyenek nagyon magas, illetve a táborokat határoló falak közelében az ellenséges erők védelmét biztosító építmények.

A különféle létesítmények bontása azonban egy bizonyos méret felett hagyományos módszerekkel, mint például kotró (exkavátor), illetve földtológép (buldózer), esetleg rombológolyó, már vagy nem lehetséges, vagy túl hosszú ideig tartana. Ilyen esetekben sokkal gazdaságosabb és gyorsabb az adott létesítmény bontása robbantással. A robbantás az a bontási eljárás, amelynek során a szerkezetek statikai egyensúlyának megbontását és ezáltal helyükről

¹ Magyar Honvédség 1. Honvéd Tűzszerész és Hadihajós Ezred

² Veszélyes épületszerkezetnek tekinthetők mindazon szerkezetek, melyek külső hatások következtében eredeti stabilitásukat elvesztették, teherbírásuk csökkent. Veszélyességük abból ered, hogy eredeti funkciójukat, miszerint a más – esetleg épen maradt – szerkezetek rájuk háruló terheit nem képesek felvenni, így azok tönkremenetelét okozzák, ami az egész épület progresszív összeomlásához vezethet.

való elmozdulásukat, leesésüket és feldarabolódásukat robbantási energiával érjük el. A robbantási energiát a robbanóanyagok fejtik ki.

Fontos megemlíteni, hogy a veszélyes épületszerkezetek robbantásos eljárással történő eltávolítása nem minden esetben kivitelezhető feladat. A különböző katasztrófák hatására megsérülő, tönkremenő épületszerkezeteknél csak akkor alkalmazható a robbantásos bontási eljárás, ha az épület statikája a károsodás következtében jelentősen nem változik. A súlyosan romosodott, statikailag nem biztonságos szerkezetek robbantással történő bontási eljárása nem megengedett, így katasztrófa sújtotta területen ez a bontási megoldás nem minden esetben kivitelezhető. A katonai feladatok tekintetében szintén ki kell emelni az épületek robbantásos eljárással történő bontási feladatait. Különösen fontos a nemzetközi feladatok tekintetében, csak olyan épületek rombolhatók robbantással, melyeket saját csapataink folyamatosan biztosítanak, valamint megfelelő technikai eljárásokkal meggyőződünk a terület robbanószerkezet mentességétől. Egyre gyakrabban fordul elő, hogy ellenséges erők egy-egy objektumot előkészítenek merényletekhez, majd ezeket hátrahagyva várnak arra, hogy a nem kívánatos katonai erők elfoglalják, s ekkor hozzák működésbe robbanóeszközeiket.

A robbantással történő bontások

Az egyes robbanóanyagokat a XIX. század végétől kezdték használni az építőiparban. Ennek előzménye egyrészt a kémia fejlődése volt, amelynek révén újabb, a lőpornál sokkal hatékonyabb robbanóanyagokat találtak fel a nitroglicerin, majd ennek kezelhetőbb változata, a dinamit tekintetében; másrészt pedig a kor építőmesterei egyre nagyobb létesítményeket terveztek, majd kiviteleztek. A robbanószerkek ipari alkalmazásában a magyar mérnökök többször az élen jártak, az első lőporos bányászati robbantást 1627-ben végezték a felvidéki Selmecbányán, az első dinamittal végrehajtott épületbontást pedig 1883-ban Budapesten, ekkor egy körülbelül 60 méter magas, nyolcszögletű,

téglából épített kémény romboltak le. A veszélyes épületszerkezetek robbantásos bontásában jelentős gyakorlati tapasztalatot jelentett a két világháború a háborús romok eltakarítása miatt. A robbantásos épületbontások a közelmúlt kisebb-nagyobb városrendezései feladatait szem előtt tartva jelentős szerepet kaptak és kapnak napjainkban is a régi ipartelepek megszüntetése során.

Nagy forgalmú és beépítettségű területeken álló építmények robbantással történő bontását, általában a robbantásnak a többi épületre gyakorolt feltételezett káros szeizmikus hatása miatt a tervezés kezdeti szakaszában elvetik. Azonban a robbantástechnológia, az időzítés helyes megválasztásával a környezetet érő szeizmikus terhelés optimalizálható. A robbantáskor a környezetet egyszeri, időben elnyújtott, kis töltetkből álló robbanássorozat éri, melynek szeizmikus hatása a környezetre szakszerű tervezés esetén elhanyagolható mértékű. A robbantásos bontás előnyei közé sorolható, hogy a környezetre gyakorolt hatása kisebb, kevésbé zavaró, mint a napokig-hetekig eltartó hagyományos bontás környezetre gyakorolt hatása. A robbantásos épületbontás további előnye az egyéb bontási eljárásokkal szemben a bontási munka nagyobb biztonsága és a bontott anyagok egy jelentős része újrahasznosítható, ami annak tulajdonítható, hogy csak a viszonylag kis kiterjedésű robbantási sávban roncsolódik a falazat.

[1]

Manapság a robbantásos épületbontás a szigorú biztonsági előírások betartása mellett veszélytelennek tekinthető annak ellenére, hogy a gépi bontás egyre nagyobb konkurenciát jelent, bizonyos jellegű épületek megsemmisítése esetén. A bontási mód kiválasztásánál állandóan felmerülő kérdés, hogy mely bontási mód a leggazdaságosabb. Kisebb mennyiségű és vékonyabb szerkezeti elemek bontásakor a hidraulikus bontókalapácsok gazdaságosabbak lehetnek, mint a robbantásos bontás, azonban a bontandó mennyiség növekedésével fokozatosan eltűnik a két bontási mód közötti költségkülönbség. Földalatti, vékony szerkezeti vastagságú elemeknél a robbantás határozottan olcsóbb, mint a

hidraulikus törésen alapuló módszerek. További előny, hogy a bontás időtartama lényegesen kisebb robbantás esetén, mint egyéb módszereknél. Vastagabb szerkezeti elemek bontásánál egyértelműen a robbantásos technológiák gazdaságosabbak és lényegesen gyorsabbak. A magas, karcsú épületek, valamint nagyméretű beton, de főként vasbeton alapok, monolit elemek bontására pedig egyedüli bontási lehetőséget a robbantás kínál. Nem mellékes szempont, hogy a napokig-hetekig tartó bontókalapácsos bontás állandó alacsony frekvenciás rezgéssorozata károsabb lehet a környező építményekre, mint a robbantás egyszeri, igaz nagyobb amplitúdójú szeizmikus rezgés hatása. [1,2]

A robbantással történő épületbontás gyakorlata három csoportot különböztet meg. Első csoportba azok a rombolások sorolhatók, amelyek az épületben elhelyezett töltetek felrobbantásának hatására az egész épület összedőlését eredményezi. Ezt a folyamat az épület teljes rombolásának folyamata. Második csoportba sorolhatók az épületcsoportok rombolásai, amely az első csoport kiterjesztett változatának felel meg. Harmadik csoportba az épületrészek, épületszerkezetek robbantása tartozik, melyekre többféle megoldás alkalmazható, szintenkénti robbantás, szerkezetenkénti robbantás, egyedenkénti részleges robbantás.



1. kép: Épületrobbantás a Peremartoni Vegyigyár területén³

³ Forrás: <http://www.novexplo.hu/epu.htm>. Letöltés: 2011.05.01.

A robbantások időbeosztását tekintve is több lehetőség közül választhatunk.

- Egy tűzben való robbantásnak nevezzük azt a megoldást, amikor az elhelyezett tölteteket a robbantóenergia (villamos gyújtás) egy időben robbantja fel.
- Késleltetett hatású robbantás az egy tűzben való robbantás speciális esete. Az egyes szerkezetekben elhelyezett töltetek robbantása néhány tized vagy század, de inkább ezredmásodperc késleltetéssel történik. Az eljárás célja többirányú lehet, egyrészt megrepesztí az épületszerkezetet, amely az épület összekapcsolt szerkezeti kötéseit előzetesen feloldja, másrészt az eldőlést adott irányba tereli a gátlószerkezet elmozdításával, esetleg a szerkezet összedőlését hivatott megkönnyíteni.
- Eltérő idejű vagy töltetenkénti robbantás. Az egyes szerkezeteket külön-külön, egyedi időpontban, más szerkezettől időben függetlenül robbantják.

Egy objektum teljes lerombolásával járó bontási eljárásnál a robbanóanyag felhasználás szemszögéből nézve megkülönböztetünk összpontosított töltettel történő rombolási eljárást, illetve több töltet alkalmazásával, melyeket egy tűzben indíthatunk.

Az összpontosított töltetek alkalmazását elsősorban gyors eljárást igénylő bontásoknál alkalmazhatjuk katasztrófa helyzetek megelőzése vagy a közvetlen védekezés időszakában, amikor nincs idő arra, hogy a tölteteket elhelyezzük. Ez az eljárás a katonai gyakorlatokban is alkalmazható elsősorban a közvetlen harcérintkezések időszakában, amikor nincs idő a gondos előkészületekre és a költséghatékonyság nem az elsődleges szempont.

A több töltet felhasználásával történő épületbontás a gyakorlatban leginkább használt módszer, mert a töltetek megfelelő elrendezésével, fojtásával egyrészt

gazdaságos robbanóanyag felhasználást biztosíthatunk, másrészt biztonságos, az építmény erőtani elrendezésével és a környezettel összhangban álló irányított robbantást érhetünk el.

Az épületek szerkezeti jellege szerint is osztályozhatjuk a teljes rombolással történő épületbontási eljárásokat. Ebben az esetben megkülönböztetjük az egyszerű és az összetett építmények robbantásának feladatait. Míg az egyszerű szerkezetek tekintetében a környezeti lehetőségek figyelembevételével választhatunk a döntés irányításával kapcsolatban, az összetett szerkezetek esetében (határozatlan erőtani jellegű szerkezetek, több szintes épületek) az önmagában való összeomlás illetve adott irányba való eldőlés előidézése közül kell kiválasztani a megfelelő megoldást. [2]

Építmények robbantásának tervezése

Az épületrobbantások tervezésének fontos része a robbantás körülményeinek minden részletre kiterjedő megismerése. Egy épület robbantásos bontása előtt először részletesen meg kell vizsgálni annak tervrajzát, ennek során megtudható, hogy milyen anyagokból készült a kérdéses épület, hol helyezkednek el főbb teherhordó elemei, illetve azok hogyan kapcsolódnak egymáshoz. A tervrajzok hiánya esetén, ami a régi akár száz – százötven éves építmények esetén nem meglepő, a terület bejárása során kell alaposan felmérni a rombolandó épületet, figyelembe véve a korabeli előírásokat és az azt követő változásokat. [3]

A helyszín bejárását minden esetben a robbantást végző személynek kell végeznie, mert a legrészletesebb dokumentáció sem pótolhatja a közvetlen szemrevételezéssel megszerezhető ismereteket. A helyszíneléskor ellenőrizni kell a rendelkezésre álló adatokat, azok megbízhatóságát és hitelességét, valamint az épületről készült rajzokat. Az említett régi épületek esetén kell nagy körültekintéssel végezni a helyszínelést, mert a rendeltetésében való esetleges szerkezeti változtatások jelentősek is lehetnek. A legkisebb bizonytalanság esetén is ajánlatos feltárásos vizsgálatot végezni az adott szerkezet típusára

illetve anyagára vonatkozóan. A lebontandó épület mellett gondosan meg kell vizsgálni a szomszédos épületeket az épületek közötti kapcsolat módját és minőségét.

Amennyiben szükséges a helyszínelést állagfelméréssel kell kiegészíteni, különösen, ha a megmaradó épület állaga alapján kisebb károsodásokra lehet számítani. Nagy gondot kell fordítani a robbantandó épülethez tartozó, vagy annak közelében elhelyezkedő közművek helyének pontos felderítésére és a helyszínrajz azonosítására is. Ha ezek a robbantás veszélyes övezetén belül helyezkednek el, akkor szükséges az üzemeltető hozzájárulása. A helyszínelés során ajánlatos vázlatosan meghatározni a végleges robbantási technológiát és a legfontosabb kérdésekben (dőlés iránya, robbantási szintek helye és száma stb.) dönteni. [1,3]

Ezek után készül a robbantási terv, amelyben meghatározzák, hogy hová, mekkora mennyiségű töltetet kell helyezni, és azokat milyen sorrendben kell felrobbantani. A robbantási munkát – a katasztrófavédelmi jellegű robbantási feladatok kivételével – írásban, dokumentáltan meg kell tervezni, és úgy kell végezni, hogy a robbantás személyeket és vagyontárgyakat ne veszélyeztessen.

A robbantás előnyei mellett vannak kedvezőtlen környezeti hatásai is ennek a bontási eljárásnak. Gondoskodni kell tehát arról, hogy a robbantás káros hatásai a repeszhatás, a léglökés, a szeizmikus hatás, a porhatás és a robbanási gáztermék személyeket, védendő létesítményeket ne veszélyeztessenek. Mindezek mellett körültekintően kell eljárni a robbantóanyagok tárolása, szállítása és megsemmisítése során is.

A várható káros környezeti hatás és a védendő létesítmény sajátosságaitól függően kell megválasztani az alkalmazott védekezési módszert, technológiát, eljárást. Az ezekre vonatkozó előírásokat az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzat tartalmazza.

A repeszhatás elleni védelmet rugalmas acélhálóból és geotextíliából készített zárt védőtakarással akár néhány méterre is korlátozhatjuk. Ebben az

elrendezésben az acélháló fogja fel a nagyobb, a geotextília pedig a kisebb repülő darabokat.

Robbanáskor a reakció gyors lejátszódása következtében, a levegőben létrejövő nyomáshullám mögött, a megváltozott környezetben keletkező újabb hullámok utolérik és felerősítik azt. Az ilyen módon létrejövő nyomáshullámot nevezzük lökéshullámnak. A robbantáskor kialakuló léglökés által okozott túlnyomás veszélyezteti a közelben tartózkodókat és a közeli építményeket. A robbantólyukakba helyezett és jól lefojtott töltetek megfelelő késleltetés mellett jelentéktelen 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. [4]

Építmények előkészítése robbantáshoz

Az építmények robbantása előtt az esetek többségében előkészítik a megfelelő épületrészeket vagy a teljes objektumot a robbantásra. Az előkészítés során kiszereleik belőle az értékesebb, illetve még hasznosítható részeket, anyagokat, valamint az ablaküvegeket, ez utóbbiakat azért, hogy ezzel is csökkentsék a repeszhatást, s a személyi sérülés lehetőségét.

A gazdaságos robbanóanyag felhasználás érdekében a legtöbb esetben eltávolítják a nem teherhordó falakat is, mivel ezek nélkül az épület könnyebben omlik össze. A katasztrófa sújtotta területen történő bontásoknál az épületek nem tartó elemeit csak abban az esetben távolítják el, ha az épület stabilitását illetően nem merülnek fel kétségek. A stabil épületek esetében gyakran meggyengítik a teherhordó elemeket is. Az épület előkészítése után helyezik el a tölteteket a megfelelő teherhordó szerkezeti elemekben. [3]

A különböző teherhordó anyagokhoz rendszerint különböző típusú robbanóanyagokat használnak. A robbanóanyag mennyisége általában attól függ, hogy milyen vastag a szerkezeti elem. Hibaként jelentkezhethet, ha a töltetek túlméretezettek, akkor nagyobb lesz a robbanás ereje, ezzel megnő a repeszhatás és a környező objektumok is sérülhetnek. Szintén problémákat okozhatnak az alulméretezett töltetek, mert ebben az esetben a teherhordó elemekben nem keletkezik akkora kár, amekkorát szeretnénk.

Az esetleges problémák elkerülése érdekében a többszintes, főleg összetett szerkezetek esetében próbatölteteket is szoktak robbantani. Amennyiben az építményt előkészítették az előzőekben említett módon és a robbanótölteteket telepítették, a robbantás végső előkészületei következnek, vagyis utoljára ellenőrzik a robbanóanyagokat, valamint az épület környékének biztosítási feladatait, melyeket általában az illetékes hatóságok látnak el. A biztosítási feladatok közé tartozik a környező épületekben lakók értesítése, szükség szerint kitelepítése, továbbá a robbantás előtt lezárásra kerül a robbantásra szánt létesítmény környéke. A biztosítási feladatok és a töltetek végső ellenőrzése után megkezdődik a visszaszámlálás, amelyet szirénával is jelezhetnek, közben élesítik a detonátort, majd felrobbantják a tölteteket.

A robbantásos bontásoknál a valódi cél az építmény instabilitásának elérése minimális mennyiségű robbanóanyag felhasználásával, a több robbanóanyag ugyanis több munka, idő és költség. Ha a robbantás során sikerül elérni az építmény instabil állapotát, akkor a továbbiakban a gravitáció oldja meg a feladatot. A robbanás mindössze néhány másodpercet vesz igénybe, viszont a porfelhő, amely az épület roskadásával jár, csak percek alatt oszlik el. A tapasztalatok azt mutatják, hogy az érintett területen élőket sokkal inkább zavarja a felszabaduló por mennyisége, mint a zaj, vagy a rezgések.

A különböző tanulmányok más és más módon vélekednek a felszabaduló porral kapcsolatban. A robbantási szakemberek szerint egy épület bontása során

a por mennyisége állandó, ha robbantják az épületet, akkor ez a mennyiség rövid idő alatt szabadul fel, ha gépekkel bontják, akkor pedig hosszabb idő alatt. Más tanulmány szerint a robbantásos bontás összporterhelése csak 70-80 százaléka a gépi, és 40-60 százaléka a kézi bontásénak. [1,2]

A robbanás után a biztonsági intézkedések továbbra is hatályban kell, hogy maradjanak, hiszen be kell járni a romokat és meggyőződni arról, hogy minden a tervek szerint történt-e, valamint nem maradt-e esetleg fel nem robbant töltet. Robbantás befejezése után, ha az építmény részben vagy egészben nem omlott össze, a robbantás helyét a robbantás vezető és a bontási munka irányítására jogosult személy engedélyével, valamint az általuk meghatározott feltételek betartásával lehet megközelíteni. Az átvizsgálás után elkezdődhet a törmelék elszállítása. Az előzőekben említésre került a töltetek pontos méretezésének szükségessége, ha a tölteteket alulméretezték – vagyis a létesítmény nem dőlt össze a kívánt mértékben – akkor a bontást földmunkagépekkel, esetleg rombológolyóval kell befejezni. A hatékony robbantásos bontáshoz a statikai ismeretek és a robbanóanyag mellett nagyon sok tapasztalat szükséges.

Robbantási módszerek

Az első tölteteket többnyire az alsóbb szintek főbb teherhordó elemeinél robbantják fel, majd megfelelő késleltetéssel a felsőbb szinteken elhelyezetteket, ilyenkor az első robbanások hatására kezd összeomlani az épület, majd a felsőbb szinteken bekövetkező detonációk segítik kisebb, kezelhetőbb részekre törni az összeomló épület anyagát. A késleltetés akár ezredmásodpercet is jelenthet.

A különböző ipari kémények bontását manapság csaknem kizárólag robbantással végzik. A bontást általában a kémény állagának romlása, vagy annak feleslegessé válása indokolja. Az előbbi eset jóval nagyobb kockázattal jár, ezért a robbantásra különösen nagy gondot kell fordítani. Ha a kéményen repedések találhatók, akkor ezek helyétől és nagyságától függően, a robbanás

által kiváltott lökeshullámok következtében a dőlés iránya eltérhet a tervezettől, akár az ellentétes irányban is leomolhat.



2. kép: Kémény önmagába rogyasztása⁴

Amikor egy építményt a robbantás során adott irányba kívánunk dönteni, az hasonló ahhoz, mint amikor egy fát kívánunk megfelelő dőléssel kivágni, az épület esetén is a kívánt oldalra eső teherhordó elemeket kell felrobbantani. Különösen nagy szakértelmet és gyakorlatot kíván az az eset, amikor például sűrűn lakott, beépített területeken az építményt önmagába, vagyis szinte az alapterületére kell rogyasztani.

Pillérek és oszlopok az épület statikailag fontos részei. Rosszul méretezett robbantás esetén az állva maradt oszlopok meggátolhatják az épület összeomlását. Az omlás bekövetkezésének biztonságát azzal fokozhatjuk, ha az oszlopokat nagyobb hosszúságú szakaszon robbantjuk. A robbantott hossz a terhelés nagyságának, az oszlop anyagának és keresztmetszetének függvénye. Téglából rakott oszlopokat elegendő néhány lyukkal megfúrni úgy, hogy a kirobbantott szakasz legalább egy méter legyen. Vasbeton oszlopok esetén úgy célszerű tervezni, hogy a robbanás valamint az épület omlása következtében előálló dinamikus terhelés lehetőleg teljes magasságában roncsolja azt.

A boltíves épületszerkezetek hagyományos módszerekkel való bontásához költséges állványzatok szükségesek. Ilyen esetekben a robbantásos bontás

⁴ Forrás: <http://www.bautrend.hu/index.php/2009-aprilis/875-iranyitott-robbantas>. Letöltés: 2011.05.01.

balesetvédelem és gazdaságosság szempontjából is előnyösebb. Minél laposabb egy boltív annál hatásosabb az omlás. A gyakorlatban két robbantásos eljárás terjedt el, a rés- és a sorrobbantás⁵.

A robbantási tervek újabban háromdimenziós szoftverek segítségével is ellenőrizhetők. A számítástechnika világában szinte nincs is olyan szakterület melyet a játéktervezők ne dolgoztak volna fel. Ilyen szakterület az épületrombolás, mely az Explosion and demolition simulator⁶ személyében bárki kipróbálhatja magát gépi vagy robbantásos épületbontás során, persze csak számítógépe mellett.

Összegzés

A veszélyes épületszerkezetek robbantásos eljárással történő bontásánál elmondható, hogy komplex tervezési folyamat biztosítja a hatékony és költségtakarékos kivitelezést. Természetesen a biztonsági előírások és az előkészítési munkálatok során megkövetelt precíz munkavégzés is követelmény a sikeres feladat végrehajtás tekintetében. Említésre került, hogy katasztrófa sújtotta területen nem minden esetben kivitelezhető a gondos tervezés, előkészítés és költséghatékonyság, amennyiben a szerkezetek stabilitása engedi ilyenkor túlméretezett töltetekkel kerül végrehajtásra a rombolás. A katonai feladatok is jelentősen eltérnek a polgári robbantási gyakorlattól, hiszen fokozott stresszhelyzet és ellenséges tevékenységek is akadályozzák a pontos munkavégzést.

Az épületek bontásának megtervezésénél számos probléma és megoldandó feladat is megoldásra szorul, s ezt még csak nehezíti az optimális rombolási eljárás kiválasztása. A szerkezetek különbségéből adódóan más-más robbanóanyag mennyiség és más-más töltetelhelyezés nehezíti a bontási feladatot végrehajtók munkáját. Az érvényben lévő jogszabályok, a

⁵ Lásd bővebben: Varga Zsófia: Ipari épületek bontása robbantásos technológia alkalmazásával, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Diplomamunka 2010. p.: 28.

⁶ Lásd bővebben: <http://szimulatorgia.web4.hu/cikk/epuletbontas-robbantas-jajj-de-jo>

folyamatosan megújuló robbanóanyagok és gazdasági igények mellett szükségszerű az a szakmai tapasztalat, amely nélkülözhetetlen egy-egy feladat tekintetében. Az építmények előkészítése és a robbantási folyamat káros hatásainak kiküszöbölése is pontos tervezést és gyakorlatot igényel. A legfontosabb káros hatások küszöbértékeit a szükséges jogszabályok rögzítik és a feladatok végrehajtásánál a szakhatóságok ellenőrzik. Eltérés mutatkozik a robbantásos a gépi valamint kézi bontási munkálatok por ártalmait illetően. A több szemszögből vizsgált tanulmányok rávilágítanak arra, hogy a felszabaduló por mennyisége állandónak tekinthető.

A számítástechnika világában szinte nélkülözhetetlenek tekinthetőek azok a háromdimenziós szoftverek, melyek a számítási eljárások esetleges hiányosságaira tudnak rávilágítani. A szakmában kezdőknek ez mindenképpen segítséget jelenthet, és ha lehet így nevezni az öreg rutinos rókáknak egy visszaigazolást adhat.

Hivatkozások jegyzéke

- [1.] Dr. Berecz Tibor: **Irányított robbantás**, Bautrend Magazin online kiadvány,
<http://www.bautrend.hu/index.php/2009-aprilis/875-iranyitott-robbantas>
- [2.] Dr. Bohus Géza: **Bontás robbantással**, Mélyépítő Tükörkép Magazin online kiadvány,
http://www.mtmmagazin.hu/cikk.php?cikk_id=179&PHPSESSID
- [3.] Varga Zsófia: **Ipari épületek bontása robbantásos technológia alkalmazásával**,
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Diplomamunka 2010.
- [4.] Dr. Hunyadi Ferenc - Dr. Lukács László - Dr. Mueller Othmár:
A robbantások elleni védekezés feladatai, BME Mérnöktovábbképző Intézet, Budapest, 1993

Felhasznált irodalom

- Dr. Lukács László – Vránics Tibor: **Robbantással károsított épületek bontásának tapasztalatai Horvátországban**, előadás az OMBKE Robbantástechnikai szakbizottságának "Fúrás-robbantás 1999" Nemzetközi Konferenciáján, Miskolc-Tapolca, 1999. szeptember 14-16. megjelent a konferencia kiadványában, pp.: 81-85.
- Balogh Zsuzsanna: **A robbanások hatása az épületszerkezetekre, a közművekre, a veszélyes épületszerkezetek eltávolításának feladatai, eszközei**, ZMNE Katonai Műszaki Doktori Iskola Házidolgozat
- Román Zsolt – Dr. Kiss Rita – Dr. Vigh László Gergely: **Az épületeken kívüli robbantások tervezési követelményei**, Magyar Építőipar tudományos szakfolyóirat 2010./4., pp.:129-134.
- Dr. Veress Róbert: **Számítási eljárás a többszintes épületek romosodási folyamatának prognosztizálására és a keletkező romterhelések meghatározására**, Műszaki Katonai Közlöny 1996/1. kiadás (ISSN 1219-4166), pp.: 29-47.
- Benedek Dénes – Horváth László – Kirschner József - Rozsnyói Péter-Schelly Pál: **Robbantómesterek kézikönyve II.**, Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, Komárom, 1989
- <http://www.implosionworld.com>, letöltve 2011. 04.10.
- <http://www.novexplo.hu/ep.htm>, letöltve 2011. 03. 12.
- <http://www.geotipptex.hu/hu/bontec-sg-heavy-weight-szott-geotextilia>, letöltve 2011. 03. 12.
- <http://www.szimulorgia.web4.hu/cikk/epuletbontas-robbantas>, letöltve 2011. 03. 12.