

Kardos Gergely¹ 

Kémények robbantásos bontása beépített környezetben

Demolition of Chimneys in Built Up Environments Using Blasting Technology

A kémények robbantásos bontása viszonylag jól kutatott és tapasztalatok alapján körülírt tudomány, amely ennek ellenére a gyakorlatban sok veszélyt hordozhat magában, különösen, ha az a kémény, épület beépített környezetben (lakóingatlanokhoz közel) helyezkedik el. Az ipari robbantástechnika egy olyan ágazatát szeretném bemutatni, amellyel ma Magyarországon kevés kellő tapasztalattal rendelkező szakember foglalkozik. Szót ejtek a robbantás biztonsági kérdéseiről (szeizmikus hatás, repeszhatás, léglövés), amelyeket a tervezésnél kötelező vizsgálni, hiszen jogszabály írja elő. Tárgyalni fogom, hogy a közműegyeztetés miért fontos (amellett, hogy kötelező) eleme a tervezésnek-engedélyeztetésnek, hiszen a különböző szolgáltatók akár meg is tagadhatják a robbantásos bontást. Egy konkrét feladatot fogok ismertetni, hogy a megkereséstől milyen úton lehet eljutni odáig, hogy a bányafelügyelet a részünkre robbanóanyag-felhasználási engedélyt adjon, és elvégezhessük a kitűzött feladatot. Részletesen ismertetem a terepi munka mozzanatait, képekkel dokumentálva.

Kulcsszavak: ipari robbantástechnika, kéményrobbantás

The blasting of chimneys is a relatively well-researched and experience-based area, which nevertheless can carry many dangers, especially if the chimney or building is located in a built-up environment (close to residential properties). I would like to introduce a branch of industrial blasting technology that few experienced professionals deal with in Hungary today. I will show the safety issues of blasting (seismic effects, shrapnel effects, air blast), which are mandatory to examine during planning, as required by law. I will discuss why public utility coordination is an important (in addition to being mandatory) element of planning and permitting, since various service providers may even refuse blasting. I will describe a specific task to illustrate the process

¹ Robbantástechnikai szakmérnök, okleveles bánya- és geotechnika-mérnök, e-mail: kardos_gergely@yahoo.com

from the initial request to the point where the Mining Authority issues us a permission to use explosives, allowing us to carry out the assigned task. I will describe in detail the moments of the fieldwork, documented with pictures.

Keywords: industrial blasting technology, chimney blasting

Bevezetés

Mindenekelőtt fontos tisztázni pár alapfogalmat: mit értünk robbanás alatt, mit nevezhetünk robbanóanyagnak. Robbanóanyagnak nevezhetjük azt az anyagot, amely adott körülmények között és feltételek mellett robbanásra képes. A robbanás jellege szerint megkülönböztethetünk fizikai, kémiai, atommag-átalakulás jellegű robbanást.

Robbantási alapismeretek

Robbantástechnikában a kémiai jellegű robbanás hatásait használjuk fel a különböző feladatok elvégzésére. A továbbiakban tárgyalt fogalmak a kémiai jellegű robbanásra vonatkoznak. Kémiai robbanás során a robbanóanyaggal az aktiválási energiáját meghaladó energiát közlünk, aminek hatására az elindított folyamat során számottevő energia szabadul fel, amely elegendő az egész anyag aktiválásához (önfenntartó). Robbanóanyag robbanásakor nagy mennyiségű hő szabadul fel, gázok képződnek nagy sebességgel, önmagától tovaterjedő – önfenntartó – kémiai folyamat. Jellegzetességei: exoterm folyamat (jelentős mértékű hőképződés); gázképződés (nagy mennyiségű); nagy a reakciósebesség; önmagától tovaterjedő folyamat (külső energiabevitelt nem igényel), kémiai átalakulás megy végbe. Átalakulási sebesség szerint lehet: deflagráció ($v < 350$ m/s), robbanás ($350 < v < 4000$ m/s), detonáció ($v > 4000$ m/s).

Robbanás során a következő hatásjellemzők jelentkeznek a környezetben: lökőhullám, repeszhatás (elsődleges – fragment, másodlagos – debris), hőhatás, szeizmikus hatás, emberi szervezet sérülésének mértéke, földfelszíni és föld alatti képződmények károsodása, roncsolódása, mérgező gázok-gőzök keletkezése, mérgező szilárd/folyékony anyagok keletkezése. Robbantás során a hirtelen felszabaduló energia kisebb része kőzetbontásra, roncsolásra, aprításra fordítódik, a felszabaduló energia további része pedig a környezet káros igénybevételeire. Robbantásos kéménybontásnál az a cél, hogy a kéményben olyan felületet – éket – robbantsunk ki, amelynek hatására a kémény súlypontja annak alapterületén kívülre kerüljön, és ennek következtében a kijelölt irányban eldőljön. A célunk robbantási munkák során az, hogy a káros energiák mértékét a lehető legjobban minimalizáljuk.

$$E_k = E_{ll} + E_{sz} + E_r,$$

ahol: E_{ll} a léglökés, E_{sz} a szeizmikus hatás, E_r a repeszhatás, illetve a káros hatás.

A negatív hatások között is különbséget tudnunk tenni, hiszen lehetnek olyanok, amelyek mindig, illetve olyanok, amelyek csak rendellenes robbantáskor jelentkeznek, keletkeznek.

Rendellenes robbantáskor jelentkező negatív hatás a töltetmegállás. Előidézője lehet robbanóanyag-hiba, gyutacshiba, vezetékhiba, elégtelen iniciálás, illetve a detonáció leállása.

A mai modern, korszerű gyártás- és minőségellenőrzött robbanóanyagok esetében nagyon kis eséllyel fordul elő, hogy robbanóanyag-hiba okozza a töltetmegállást. Töltés során a robbantásvezető, robbantómester feladata, hogy a töltetmegállást előidéző körülményeket csökkentse, minimalizálja.

Robbanóanyagok esetében beszélhetünk az úgynevezett detonációátadásról, amely fogalom alatt azt értjük, hogy mekkora az a maximális távolság, amely még elegendő ahhoz, hogy az egyik töltetről a másikra átadódjon a detonáció, és így a teljes töltetoszlop felrobbanjon.

A töltés során figyelni kell arra, hogy az indítótöltet elhelyezése során ne sodorjon magával a lyuk faláról törmelékdarabot. Az esetlegesen besodort darab okozhatja, hogy az indítótöltet felrobban, de a detonáció nem adódik át a mögötte lévő töltetre, hiszen ebben az esetben a detonációs átadási távolság már nem megfelelő. Épületrobbantások során a falvastagságokból adódóan nem jellemző, hogy egy lyukba az indítótölteten kívül még másik töltetet is el kell helyezni.²

A robbantás során káros igénybevételek lépnek fel. Ezek az esetek döntő többségében a léglökés, a repeszhatás és a szeizmikus hatás.

A robbantás során törekedni kell, hogy a robbanóanyag robbanásakor létrejövő gázok hasznos munkát végezzenek, és az adott építőanyagban (tégla, beton) lévő repedéseket tovább nyissák, ugyanakkor arra is nagy hangsúlyt kell fektetni, hogy a munka elvégzésére kis gáztérfogatú robbanóanyagot használjunk, hogy a robbantás során pont annyi gáz szabaduljon fel, amennyi a roncsolás végrehajtására elegendő. Amennyiben nagy gáztérfogatú robbanóanyagot használunk, a keletkező többletgázmennyiség a káros igénybevételre fog fordítódni (repszek elhajítása). Kivételt képez, ha a kéményt nagyszilárdságú, lyukacsos téglából építették. Ebben az esetben kifejezetten célszerű nagy fajlagos gáztérfogatú robbanóanyagot használni.³

Léglökés, repeszhatás, szeizmikus hatás

A fent leírtak szerint minden robbantásos munkánál számolni kell káros hatásokkal. Dolgozatomban csupán az épületrobbantásra vonatkozó részeket tárgyalom, a kőbányászati robbantások ide vonatkozó részeit nem.

Robbantások tervezésénél az irányadó és alkalmazandó jogszabály a 27/2022. (I. 31.) SZT-FH rendelet (ÁRBSZ). Az ÁRBSZ-t 2024. szeptember 17-én frissítették, amely során a különböző biztonsági távolságok számítási metodikáját módosították, a szeizmikus biztonsági távolság megállapítására a nemzetközileg elfogadott, német DIN 4150-3 jelű szabványt emelték be.

² BOHUS–HORVÁTH–PAPP 1983; KARDOS 2016; BENEDEK et al. 1989; DARUKA 2011.

³ BOHUS–HORVÁTH–PAPP 1983; KARDOS 2016.

Léglökés

A robbanóanyag átalakulásakor felszabaduló energia hatékony felhasználásához elengedhetetlen, hogy a töltési teret (robbantólyuk) megfelelően lezárjuk, hiszen akkor a felszabaduló gázok energiája arra fordítódik, hogy a roncsolandó közeget megbontsa, azt tovább gyengítse.

Ökölszabályként elmondható, hogy a robbanóanyagok kémiai átalakulása során minden felrobbantott kg robbanóanyagból közel 1000 l (1 m^3) gáz fejlődik. A robbantás nagyon gyorsan végbemenő folyamat (2000–8000 m/s). Az átalakulás során kitáguló gázok a helyben megtalálható légtömeget maguk előtt tolják, ennek köszönhetően a légellenállás mértéke emelkedik, az áttörhetetlen felületnek bizonyul, és lökéshullám keletkezik.

A kémiai átalakulás a robbanóanyag saját térfogatában lejátszódó folyamat. A lökéshullám mindaddig fennmarad, amíg a frontja mögötti átalakult térben oly mértékű a hullám terjedési sebessége, hogy e lökéshullámot utoléri. A gyorsan táguló termékek a szabadban feltorlasztják a robbantás környezetében található levegőt, amely levegő a tehetetlenségénél fogva ellenáll az így létrejövő elmozdításnak, felületnek a környezetben.

A fent leírtak alapján épület- és kőzetjövészti robbantásoknál a lyukak megfelelő fojtásáról gondoskodni kell, hiszen csak ekkor lehet sikeres az elvégzendő feladat.⁴

Repeszhatás

Épületrobbantásnál minden esetben azzal kell számolnunk, hogy bizonyos méretű repesz fog képződni, hiszen a robbantás hatására létrejövő lökéshullám az építőanyagból (tégla, beton) bizonytalan méretű anyagdarabot fog leszakítani, elhajítani.

Építmények, műtárgyak robbantásos bontása során a várható repeszhatás becslése nehézkes. Főként azért, mert minden robbantási feladat más mérnöki megoldást kíván meg. Építményrobbantások tervezője a robbantásvezető. Felelősségét fokozza, hogy az ilyen robbantásos feladatok során az esetlegesen létrejövő repeshajítási távolságon belül védendő létesítmények helyezkednek el. A robbantandó épületekről szinte sosem lelhető fel építési, kivitelezési terv, ami szintén nehezíti körülmény. Az épületrobbantás során létrejövő repesz oka abban rejlik, hogy a telepítésre kerülő lyukak sok esetben rövidek, aminek következtében a fojtás hossza is lerövidül(het). Főként kis keresztmetszetű épületszerkezeteknél képződhetnek, hiszen ilyenkor az előtét mértéke jelentősen lecsökken. Vastag, széles épületszerkezetek esetében (például gépalapok) akár még a repeszvédelem is elhagyható, amennyiben a töltetek megfelelően méretezettek. A megfűrt és betöltött tartóoszlopokat, épületszerkezeteket védelemmel kell ellátni, hiszen ezek az elsődleges repeszképződési helyek. Másodlagos repesz is létrejöhetnek, amennyiben a robbantáskor felszabaduló repesz olyan tárgyba ütközik, amelynek a mozgási energiáját átadja, így az repül tovább.

Épületrobbantásnál repesz által okozott kár műszeres mérésére nincs szükség, hiszen a robbantás után az rögtön megfigyelhető, a kárt okozó repeszdarab kézzel megfogható. Hibalehetőségek: túltöltés, kis előtét, fűrási pontatlanság, fojtás anyagának és méretének nem

⁴ BOHUS–HORVÁTH–PAPP 1983; KARDOS 2016; DARUKA 2011.

megfelelő kiválasztása, a roncsolandó szerkezet túl magasán helyezkedik el, fémszerkezetek esetében nem kumulatív töltet használata, nagy fajlagos gáztérfogatú robbanóanyag használata. A korábban ismertetett repeszvédelmi elveknek megfelelően a repeszhatást csökkenteni tudjuk úgy, hogy a fúrási zónát a talajhoz a lehető legközelebb helyezzük el, figyelve arra, hogy a kivetési tölcser kifejlődéséhez szükséges tér rendelkezésre álljon. Robbantásos bontás során a veszélyes mértékű repeszhatás elkerülése érdekében olyan töltettömegekkel kell dolgozni, hogy csupán annyi energia szabaduljon fel, hogy az adott épületszerkezet roncsolása, majd kivetése bekövetkezzen, de a repeszt az előre kiépített repeszvédelem megfogja, azt ne rombolja le. A nemkívánatos repeszhatás ellen kétféleképpen lehet védekezni. Vagy a robbantandó épületnél kell a védelmet úgy kialakítani, hogy az elszabaduló repesz a kijelölt biztonsági távolságon túl ne juthassanak, vagy a védendő tárgyat kell takarással védeni. Ha nagyobb felületet kell védelemmel ellátni, abban az esetben annak költsége magasabb lesz, éppen ezért a robbantandó építményben található épületelemeket szokás letakarni, védelemmel ellátni. A repeszekkel munkát végeztetünk, a repesz mozgási energiáját átalakítjuk: nagy szilárdságú, merev anyagok (palló, OSB-lap) áttörésére, laza szerkezetű anyagok (homokzsák) tömörítésére, rugalmas anyagok (geotextília, gumiabroncs) megnyújtására. Abban az esetben működik jól a kiépített repeszvédelem, ha a felgyorsult repesz a védelembe behatolva nem jut ki, vagy továbbjutás esetén a mozgási energiáját veszélytelen mértékig lecsökkenti.⁵

Szeizmikus hatás

A szeizmikus hatás a robbantás helyétől kellő távolságra létrejövő rugalmas hullámok (amely hullámok rezgési sebessége kisebb, mint a közet kritikus rezgési sebessége). Ez a hatás a robbanóanyag általános munkájának a része. Kialakulásában felelős a robbanáskor felszabaduló nyomás, amely a detonációs sebesség négyzetével arányos. Így elmondható, hogy amennyiben a robbantás során stabil, nagy erejű detonációt hoznak létre, akkor jelentős nyomás lép fel a robbantólyuk falán, aminek következtében a szeizmikus hatás nagy lesz. Természetesen ez a folyamat kőzetjővesztő robbantáskor jelentkezik, hiszen a robbantólyukak a kőzetben vannak kialakítva. Épület-, valamint kéményrobbantáskor nem elsősorban a robbantás által létrehozott szeizmikus hullámok a veszélyesek, hanem a leeső tömeg által kiváltott rezgések. A rezgések környezetre gyakorolt hatása nagymértékben függ: a terjedési sebességtől, amplitúdótól, frekvenciától, illetve a hatóidőtől, a védendő épület tulajdonságaitól (épület anyaga, alapozás minősége, épület önrezgésszáma, geometriai jellemzők).⁶

Téglaagyári kémény robbantásos bontása adott példán bemutatva

A munkát Kisdorog Község Önkormányzatának polgármestere rendelte meg, hiszen a kémény az önkormányzat területén volt megtalálható. A szomszédos telkek magántulajdont képeztek,

⁵ BOHUS–HORVÁTH–PAPP 1983; KARDOS 2016; BENEDEK et al. 1989; DARUKA 2011.

⁶ BOHUS–HORVÁTH–PAPP 1983; KARDOS 2016; BENEDEK et al. 1989; ÁRBSZ 2022.

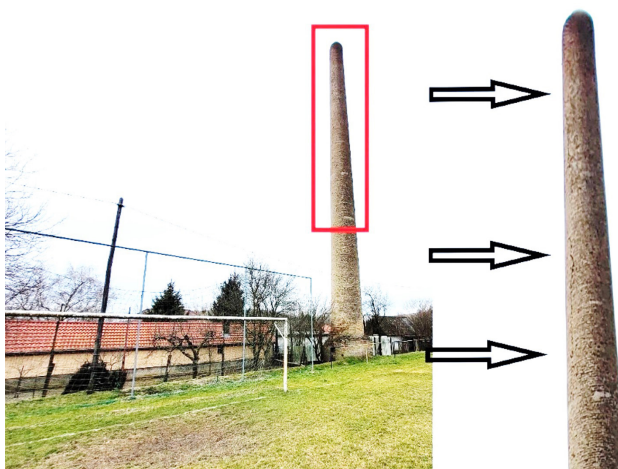
a kémény közvetlen környezetében épületek, illetve lakóingatlanok voltak megtalálhatók: a legközelebbi ingatlan, egy gazdasági épület, 7,36 m-re volt (1. ábra).



1. ábra: A kémény közvetlen környezete

Forrás: a szerző felvétele

A 2023-as esztendő nagy viharokkal indult, sokszor viharos erejű széllel. A kémény tetejéről meglazult téгла- és törmelékdarabok kezdtek hullani, veszélyeztetve a közelben fekvő ingatlanok, valamint a szomszédban található focipályán tartózkodó sportolók testi épségét. További kockázatot jelentett, hogy a kémény felső szakaszán függőleges repedések is megfigyelhetők voltak, amelyek a 2. ábrán látszódnak.



2. ábra: Repedések a kéményen

Forrás: a szerző felvétele

A lakók a polgármesterhez azzal a kérrrel fordultak, hogy az önkormányzati tulajdonban lévő kéményt le kell bontani. Polgármester úr megkeresésére válaszolva, 2023. február 28-án tartottunk helyszíni bejárást, ahol megtekintettük a kéményt és annak környezetét. A későbbi tervezési folyamatokhoz szükséges méreteket felvettük: magasság, kerület, falvastagság. A kémény magassága ~24,0 m, kerülete a tervezett robbantási zónában 8,8 m, és 0,6 m falvastagságú kis méretű téglával falazott, amely szűkülő keresztmetszetű. A kémény belső béleléssel nem rendelkezett.

Robbantás tervezése

A munka a robbantás megtervezésével indul. Az első feladat, hogy elkészítsük a robbantásról szóló műszaki leírást, amely tartalmazza, hogy mekkora mennyiségű robbanóanyagot kívánunk felrobbantani, milyen irányba döntjük a kéményt, mekkora repesz- és szeizmikus hatásra kell számítani, illetve hogy ha valamely jogszabályi előírás alól szeretnénk felmentést (könnyítést) kérni, annak a megfelelően műszakilag alátámasztott indoklását.

Közműegyeztetés

A közműegyeztetés nagyon fontos; munkám során előfordult olyan eset, amikor a megrendelő egy épületet robbantással szeretett volna lebontani, viszont a közműegyeztetés során kiderült, hogy a robbantás szeizmikus biztonsági távolságán belül 1960-ban fektetett, stratégiaileg kiemelt jelentőségű szállító ivóvízvezeték húzódott, amely vezeték közcélú és a város ivóvízellátásában stratégiai szerepet játszik – a szolgáltató ennek tükrében nem járult hozzá az épület robbantásos bontásához.

Robbantásos épületbontásnál az engedélyeztetési eljárás megindításához szükséges dokumentumok, amelyeket a megrendelőtől tudunk beszerezni:

- hiteles térképmásolat az érintett ingatlanról, amelyen látható annak 150–200 m-es környezete;
- hiteles, friss tulajdoni lap;
- meghatalmazás a tulajdonostól a robbantásos bontáshoz;
- amennyiben rendelkezésre áll az épülethez kapcsolódó bármilyen terv, amelyből értékes információkhoz juthatunk.

A tulajdoni lapnak fontos szerepe van, hiszen ez alapján tudunk meggyőződni arról, hogy a bontandó építmény valójában kinek a tulajdonában áll.

A kémény döntése során a leesés pillanatában rezgések keletkeznek, ezek károsíthatják a közműveket. Általában a leeső tömeg okozta szeizmikus rezgési sebesség (egyenértékű tömeg, Q_e) nagyobb, mint az egy fokozatban felrobbanó töltet okozta szeizmikus hatás, így a továbbiakban ezzel a mennyiséggel kell számolni. Beépített környezetben közművek találhatók a felszínen, illetve alatta, amelyekre hatással van a robbantás, akár a szeizmikus rezgések keltette negatív hatás, rosszabb esetben egy elszabaduló repesz okozta kár. A bányafelügyelet részére mellékelendő fontos dokumentum az e-közmű által hitelesített közműnyilatkozat,

amely tartalmazza az érintett közműkezelők nyilatkozatát, legyen az feltételekkel való megadás, vagy feltétel nélküli hozzájárulás.

A közműegyeztetés két lépcsőből áll. Az első, hogy tervezéstámogatást nyújtunk be az e-közmű területén, hogy a megfelelő díj megfizetése után hozzájussunk az általunk kijelölt poligon területén elhelyezkedő közművek vonalvezetéséhez. Amennyiben megvan a közművek elhelyezkedése, akkor egy hites bányamérő segítségével el tudjuk készíteni a robbantási tervtérképet, amely tartalmazza a robbantás és leérkezés helyét. A következő dolgokat szükséges még feltüntetni a tervtérképen: repeszhatás elleni biztonsági távolság, szeizmikus biztonsági távolság, robbantó állomás, őrhelyek, közművektől való távolság, érintett ingatlanoktól való távolság, térképészeti alap jellemzők: É-i irány, vetület, magassági rendszer, méretarány, tulajdonos neve, munkát végző neve, robbantásvezető neve és aláírása, hites bányamérő neve és aláírása, dátum. Az elkészített robbantási tervtérképet, műszaki leírást mellékelve tudjuk az e-közmű területén kérvényezni a közműegyeztetést, amely során a kijelölt területen belül lévő szolgáltatók értesítést kapnak, és nekik erre jogszabályban meghatározott időn belül válaszolniuk kell.⁷

A robbanóanyag-felhasználási engedély, előkészítési feladatok

A hiteles közműnyilatkozattal a birtokomban a bányafelügyelet részére be lehetett nyújtani a robbanóanyag-felhasználási engedély kérelmét. A bányafelügyelet részére az alábbi dokumentumokat, kérelmeket küldtük el: robbanóanyag-felhasználási engedély kérelem amely tartalmazta a felmentési kérelmet a repesztávolság csökkentésére; műszaki leírás; jogosultság igazolása (robbantásvezetői igazolvány); szolgáltatók hozzájáruló nyilatkozatai (e-közmű-nyilatkozat); Tolna Vármegyei Kormányhivatal hozzájáruló nyilatkozata (földmérési pont megszüntetése); tulajdoni lap; megbízás; tervezői nyilatkozat; hatósági erkölcsi bizonyítvány; robbantási tervtérkép. A bányafelügyelet részére elküldendő engedély tartalmi követelményeit a 28/2022. (I. 31.) SZTFH rendelet a polgári felhasználású robbanóanyagok forgalmazásáról és felügyeletéről szóló jogszabály 2. melléklet 4. pontja tartalmazza. A robbanóanyag-felhasználási engedély kérelem igazgatási díját a 9/2022. (I. 28.) SZTFH rendelet 1. melléklet 4. pontjában (Polgári robbantási, robbanóanyag-forgalmazási tevékenység engedélyezésének díjai, egyes robbanóanyagok és tárgyak, illetve egyes anyagok besorolásának jóváhagyása) megtalálható táblázatból kell kikeresni a ránk vonatkozó kódnak megfelelően. Az épületrobbantások az „Egyedi robbanóanyag felhasználási engedély” kategóriába tartoznak. A jogszabály megkülönböztet: külterületre, illetve belterületre szóló engedélyt. Ebben a tulajdoni lap van segítségünkre, azon szerepel, hogy az adott helyrajzi szám hol található. A robbantás helyszíne Kisdorog belterület 350 hrsz. A táblázatból a D0160 kódszámú eljárási díjat (55 000 Ft) kell megfizetni a megadott bankszámlaszámra, közleményként fel kell tüntetni a kódszámot. Az ügymenet meggyorsítását szolgálja, ha a kérelmet úgy adjuk be, hogy a díj megfizetéséről szóló bizonylatot mellékeljük, hiszen a hatóság csak azután kezd neki az eljárásnak, miután meggyőződött az eljárási díj kiegyenlítéséről.⁸

⁷ KARDOS 2025; DARUKA 2011.

⁸ KARDOS 2025.

A robbantás kivételezése

Birtokunkban volt az összes szükséges engedély, az előírt bejelentések megtörténtek. A robbantás 2023. május 24-ére volt kitűzve 12:00 és 15:00 között.

A robbantás napjának reggelén a munka a robbanóanyag-raktárban kezdődött a gyutacsok, kapcsolók és a robbanóanyag kivételezésével. A 28/2022. (I. 31.) SZTFH rendelet előírása alapján a robbantásra vételezett robbanóanyag elektronikus beolvasását, a létrehozott fájl feltöltését a felhőbe elvégeztük. Az elektronikus nyomon követés mellett a papíralapú könyvelés továbbra is kötelező. A felhasználásra kivételezett robbanóanyagot a raktári könyvbe lekönyvelte a robbantómester. A robbanóanyag helyszínre szállítása saját ADR gépkocsival történt. Felhasználásra kivételezett robbanóanyagok:

- 7,7 kg Emulinit 2,
- 2 db villamos gyutacs 0 ms,
- 40 db Nonel gyutacs – Bihnel MS 500 ms, 9 m,
- Nonel kapcsolók: 29 db Bihnel SL 17 ms, 1 db Bihnel SL 25 ms.

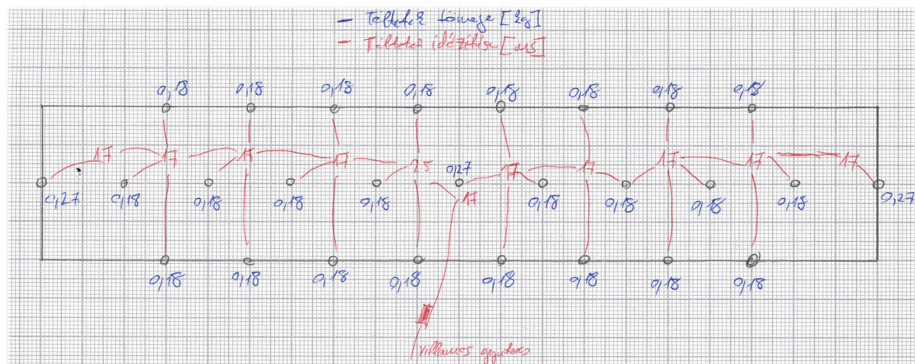
Az itt felsorolt robbanóanyagokat és gyutacsokat teljes egészében nem használtuk fel, azokat a robbantás után visszaszállítottuk a robbanóanyag-raktárba. A robbantási sáv középvonala döntés irányába került. A lyuktávolság 0,45 m, sortávolság 0,4 m. Kijelöltünk és lefűrtünk 27 db lyukat. A lyukak hosszúsága 0,40 m, átmérőjük 40 mm volt. Az alkalmazott töltény átmérője 32 mm, így az ÁRBSZ Építmények bontása robbantással, 57. pontban foglaltaknak megfeleltünk. A jogszabály kimondja, hogy a megtölteni kívánt robbantólyuk (töltési tér) átmérőjének legalább 4 mm-el nagyobbak kell lennie a robbantás során használt robbanóanyag átmérőjénél. A lyukak lemélyítését a felügyeletem és irányításom mellett végezték. A fúrás megkezdése előtt el kellett távolítani a kémény környezetéből a növényzetet, illetve az egyik ingatlan kerítését, amely a kéménynek csatlakozott. A kémény a terepszinttől a füstnyílás felett 4 téglasor magasságig négyzet alakú volt, körülbelül 20 sornyi téglá, ez után vált kör keresztmetszetűvé. Annak érdekében, hogy a robbantási sávot lejjebb tudjuk helyezni (minimalizálva az esetlegesen kijutó repeszeket), a négyzet szelvényt csökkenteni kellett, így 5 sornyi téglát el kellett távolítani, egészen a kör keresztmetszetig (3. ábra).



3. ábra: Téglák eltávolítva a robbantási sávnál

Forrás: a szerző felvétele

Kijelöltünk, majd lefűrtünk három sort. A középső sort a kémény kerületének feléig, az alsó és felső sort pedig a kerületének a kétharmadáig fűrtük le. A lyukak mélységét folyamatosan ellenőriztem, hogy a tervnek megfelelő legyen minden. A töltés során átlagosan 0,18 kg robbanóanyagot használtunk, ez alól kivétel volt az indítólyuk, illetve a középső sor két szélén elhelyezkedő lyuk, amelyekbe egyenként 0,27 kg robbanóanyag került, így az összesen felhasznált robbanóanyag tömege 5,13 kg.



4. ábra: A töltetek időzítése és tömege

Forrás: a szerző szerkesztése

A lyukak időzítésére Nonel kapcsolókat használtunk, lyukanként időzítve. Az időzítés, illetve a betöltött töltetmennyiségek a 4. ábrán láthatók. A töltetek indítása lyuktalpról (fordított iniciálási mód) történt. A lyuktelepítés tényleges elrendezése az 5. ábrán figyelhető meg.



5. ábra: A betöltött, hálózatra kötött lyukak

Forrás: a szerző felvétele

A betöltött, lefajtott, hálózatra kötött lyukakat repeszvédelemmel láttuk el. A repeszvédelem rétegrendje a következő volt: légrés, 200 g/m² testsűrűségű, 2 m szélességű geotextília, drótháló, geotextília, drótháló. A robbantási zónával ellentétes oldalon lakóházak voltak, így a robbantási zóna túlsó felére egy plusz réteg 500 g/m² testsűrűségű geotextiliát helyeztünk el (6. ábra).



6. ábra: A megépített repeszvédelem

Forrás: a szerző felvétele

A robbantásra kész területet legutoljára a robbantómester hagyta el. Az ürítést 12:00-kor kezdtük meg. A töltés közben is sok helyi lakos érkezett a robbantást megnézni, így rájuk is figyelni kellett, hogy a biztonsági távolságon belülre ne jöjjenek be. A szomszédos ingatlanok tulajdonosait előzetesen tájékoztattam, hogyan viselkedjenek a robbantás alatt, így az ő ingatlanuk elhagyása gond nélkül megtörtént. A biztonsági távolság határára öröket állítottunk fel, oda, ahonnan szándékosan vagy akaratlanul is be tudna jutni nemkívánatos személy. Miután az örökkel egyeztettem, a robbantóállomáson felállítottuk a rezgésmérő készüléket, majd az első jelet leadtam. A lakosságot hangosbemondón tájékoztattam, hogy milyen sorrendben fog történni a robbantás. Felhívtam a figyelmüket, hogy a kémény eldőlése után a robbantásvezető még a helyszínre megy megbizonyosodni arról, hogy minden gyutacs-kapcsoló-töltet felrobbant-e. A robbantás 2023. május 24-én 12 óra 55 perckor megtörtént (7. ábra). Miután szemrevételeztem, és megállapítottam, hogy minden töltet felrobbant, leadtam az utolsó – robbantás vége – jelzést, így a robbantásos munka terepi része befejeződött.⁹



7. ábra: A kémény dőlés közben – ahogy három részre törik

Forrás: a szerző felvétele

Az elvégzett robbantás értékelése, következtetések

Az évek óta együtt dolgozó robbantómestereknek, továbbá a szakszerű előkészítésnek köszönhetően a lyukak kijelölése, lefűrése, megtöltése és védelem kiépítése gond nélkül megtörtént,

⁹ KARDOS 2025.

a szükséges jelzések leadását követően a Kisdorog, 350 hrsz.-ú ingatlanon a volt téglagyári kéményt robbantással 2023. május 24-én, 12 óra 55 perckor lebontottuk. A robbantás rendben megtörtént, a kémény a kijelölt irányba dőlt, dőlés közben három részre törött. Személyi vagy anyagi sérülés, kár nem történt. A robbantás során ténylegesen felhasznált robbanóanyag-mennyiséget az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: Robbanóanyag nyilvántartása

Név	Vásárlás	Visszavétel	Felhasználás
Emulinit 2	7,7 kg	2,57 kg	5,13 kg
Villamos gyutacs	2 db	1 db	1 db
Nonel gyutacs	40 db	13 db	27 db
Nonel kapcsoló	30 db	19 db	11 db

Forrás: a szerző szerkesztése

A por elülte után a robbantás végét jelző jelzést nem adtuk le, hiszen ilyenkor a robbantómes-ternek és a robbantásvezetőnek a helyszínt meg kell vizsgálnia, hogy minden robbantólyuk felrobbant-e, ott nem található-e megállt töltet, a kémény jó irányba dőlt-e, a robbantás során esetlegesen képződő repeszek nem okoztak-e kárt. A robbantás utáni felvételen (8. ábra) látszik, hogy az elhelyezett geotextília sértetlen maradt, az ingatlanok irányába repesz a robbantási zónát nem hagyta el.¹⁰



8. ábra: Repeszvédelem a robbantási sávval ellentétes oldalon

Forrás: a szerző felvétele

¹⁰ KARDOS 2025.

A bemutatott robbantás újszerűségét a belterületi környezetben alkalmazott, többretegű repeszvédelmi rendszer, valamint a repeszbiztonsági távolság csökkentésére irányuló, hatósággal engedélyezett műszaki megoldások együttes alkalmazása adja. A módszer megfelelő előkészítés és hatósági egyeztetés mellett más, hasonló adottságú létesítmények esetében is alkalmazható.

A robbantás utáni befejező munkák

A robbantás után megmaradó kéménycsonk, illetve törmelékhalmoz eltakarítása, elszállítása nem a mi feladatunk volt, így a megbízás további terepi munkát nem igényelt. A megmaradt robbanóanyagot a robbanóanyag-raktárba visszaszállítottuk, a visszaszállított mennyiséget az 1. táblázat tartalmazza.

A 28/2022. (I. 31.) SZTFH rendelet 5 § (4) bekezdés alapján a robbantásvezető az egyedi robbantási munka elvégzését követő három napon belül köteles a bányafelügyelet részére jelentést küldeni a robbantásos munkával kapcsolatban, amelynek tartalmaznia kell: a robbantási munka helyét, célját, a felhasznált robbanóanyag megnevezését és mennyiségét, valamint a robbantásvezető adatait (név, lakcím, robbantásvezetői engedély száma).

A jegyzőkönyvet a robbantást követő napon a bányafelügyelet részére megküldtük. A helyszínen a bányafelügyelet helyszíni ellenőrzést tartott, a következőket ellenőrizte: a robbantás bejelentésének tényét igazolnom kellett, tehát hogy az engedélyben előírt szervezetek részére időben el lettek-e küldve a bejelentések, továbbá a felhasznált robbanóanyag-gyutacs-kapcsoló mennyiségét jegyzőkönyvben rögzítették, valamint hogy a kémény a megfelelő irányba dőlt, dőlés közben három részre törtött.¹¹

Felhasznált irodalom

- 27/2022 (I. 31.) SZTFH rendelet az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzatról (ÁRBSZ). [Hatályos: 2022. 02. 01. – 2024. 09. 16.]
- BENEDEK Dénes et al. (1989): *Robbantómesterek Kézikönyve II.* Komárom: OMBKE.
- BOHUS Géza – HORVÁTH László – PAPP József (1983): *Ipari robbantástechnika.* Budapest: Műszaki.
- DARUKA Norbert (2011): Veszélyes épületszerkezetek robbantásos technológiával történő eltávolításának követelményei, módszerei, biztonsági rendszabályai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 21(1–4), 95–108. Online: <https://bit.ly/3P5hduo>
- KARDOS Gergely (2016): *Magas kémények robbantásos bontása, a szigetvári téglagyári kémény példáján.* Diplomamunka. Miskolc: Miskolci Egyetem.
- KARDOS Gergely (2025): *Kémények robbantásos bontása beépített környezetben.* Szakdolgozat. Budapest: Óbudai Egyetem.

¹¹ KARDOS 2025.