



ZRÍNYI MIKLÓS NEMZETVÉDELMI EGYETEM
BOLYAI JÁNOS
KATONAI MŰSZAKI FŐISKOLAI KAR
Műszaki Tanszék



A KATONAI ÉS AZ IPARI ROBBANTÁS-TECHNIKA EGYMÁSRA HATÁSA A MÚLTBAN ÉS A JELENBEN

Pályamunka a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Kar
Általános-és Felsőgeodézia Tanszék
Millenniumi TDK Konferenciájára

Készítette: Lacza János, IV. éves Építőmérnök szakos hallgató

Konzulens: Dr. Lukács László, egyetemi docens (ZMNE)

Dr. Mueller Othmár, hadtudomány kandidátusa

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	1. oldal
1. Bevezetés.....	2. oldal
2. Robbantóanyagok.....	4. oldal
2.1 Robbantóanyagok.....	4. oldal
2.1.1. Robbantóanyagok tulajdonságai.....	4. oldal
2.1.2. Robbantóanyagok osztályozása.....	5. oldal
2.1.3. Katonai robbantóanyagok.....	8. oldal
2.1.3.1. Katonai robbantóanyagokkal szemben támasztott követelmények.....	11. oldal
2.1.4. Ipari robbantóanyagok.....	12. oldal
2.1.4.1. Ipari robbantóanyagokkal szemben támasztott követelmények.....	13. oldal
2.2. Gyújtószerkezetek.....	14. oldal
2.2.1. Gyújtószinórok, robbantóvezetékek.....	15. oldal
2.2.2. Gyutacsok.....	16. oldal
2.2.2.1. Villamos gyutacs fajtái.....	18. oldal
2.2.2.2. Villamos gyutacs jellemzői.....	18. oldal
2.2.3. Katonai gyutacsok.....	19. oldal
2.2.4. Ipari gyutacsok.....	20. oldal
3. Robbantástechnika.....	20. oldal
3.1. Szerkezeti elemek robbantása.....	22. oldal
3.2. Földrobbantás.....	28. oldal
Befejezés.....	30. oldal
Irodalomjegyzék.....	31. oldal
Ábrajegyzék.....	32. oldal

1. Bevezetés

A dolgozat témája a katonai és az ipari (polgári) robbantástechnika egymásra hatásának vizsgálata.

Ez a terület azért nagyon fontos, mivel a polgári robbantástechnika - talán mondhatjuk - évszázadokon keresztül táplálkozhatott a katonai robbantások elméletéből és gyakorlatából, ugyanakkor ma, a katonai robbantástechnika továbbfejlődési lehetőségeinek vizsgálatakor talán nem haszontalan az ipari robbantástechnika - esetenként előttünk járó - területeinek eredményeiből, tapasztalataiból való merítést megfontolni.

Ezt szem előtt tartva célul tűztem ki:

- a robbantási alapfogalmak feldolgozását
- a robbantóanyagok fejlődésének kidolgozását
- különböző robbantási feladatok bemutatását

A célok elérése érdekében:

- tanulmányoztam a hazai katonai és polgári szakirodalmat a ZMNE¹ Tudományos Könyvtárában (Budapest), a ZMNE HTK² Könyvtárában (Szentendre), a Hadtörténeti Múzeum és Könyvtár Hadtudományi Könyvtárában (Budapest), a Hadtörténeti Múzeum Könyvgyűjteményében (Budapest), az ÉTE³ Robbantástechnikai Szakbizottság robbantástechnikai Könyvtárában (Budapest) és a ZMNE BJKMFK⁴ Műszai tanszék könyvtárában;
- konzultációkat folytattam neves hazai katonai és polgári robbantástechnikai szakemberekkel.

¹ ZMNE – Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem

² HTK – Hadtudományi Kar

³ ÉTE – Építéstudományi Egyesület

⁴ BJKMFK – Bolyai János Katonai Műszaki Főiskolai Kar

A dolgozat fő részei:

A bevezetést követően, a második fejezetben összefoglalom a robbantóanyagok főbb jellemzőit és fajtáit. Ezen belül kiemelem a katonai és az ipari robbantóanyagok közötti különbségeket.

A harmadik fejezetben két alapvető robbantási feladat vizsgálatán keresztül próbálom érzékeltetni a katonai és az ipari robbantástechnika közötti alapvető különbséget, mely alapvetően a célok eltérő voltából fakad: a katonai robbantástechnika alapvetően a kapott feladat minél rövidebb idő alatti, feltétlen eredményes végrehajtását célozza; az ipari robbantástechnikában a feladatot a legkisebb költségekkel kell végrehajtani, a környezeti hatások lehető legalacsonyabb szinten való tartása mellett. A különbségeket rövid számítási példákon keresztül is érzékeltetem.

A befejezésben ajánlásokat fogalmazok meg, az ipari robbantástechnikában alkalmazott anyagok és technológiák, honvédségi alkalmazhatóságára vonatkozóan.

2. Robbantóanyagok

Az a kifejezés, hogy robbantóanyagok félreértésekre adhat okot, ezért rögtön az elején tisztázni szeretném. A robbantóanyagokon értjük a robbanóanyagokat, illetve mindazokat az anyagokat és eszközöket, melyek a robbantás végrehajtásához szükségesek.

2.1. Robbanóanyagok

Honvédség:

Robbanóanyagoknak nevezzük azokat a keverékeket és vegyületeket, melyek meghatározott külső hatásra gyors kémiai átalakulásra képesek. Átalakulásuk közben nagy mennyiségű, magas hőmérsékletű és nagy nyomású gázok keletkeznek, melyek kiterjedésük közben mechanikai munkát végeznek. (1)

Ipari robbantástechnika:

A robbanóanyag: folyékony vagy szilárd halmazállapotú anyag (vegyület, elegy vagy keverék), amely megfelelő iniciálás hatására önfenntartó, hőfejlesztő, legalább 1000 m/s sebességű kémiai átalakulásra képes és ennek során túlnyomó részben gázhalmaz-állapotú bomlástermékek képződnek belőle. (3)

2.1.1. Robbanóanyagok tulajdonságai (6)

- **Érzékenység:** Az az energiafajtától és energiaközlési módtól függő legkisebb energia, amely a robbanóanyag detonációját kiváltja.

Fajtái: - ütésérzékenység
 - hőérzékenység
 - dörzsérzékenység

- **Detonációsebesség:** A detonációs front lineáris terjedési sebessége a robbanóanyagban. A robbanóanyag legfontosabb jellemzője, ismeretében a robbanóanyag robbanási tulajdonságai becsülhetőek.

- **Brizancia:** A robbanás helyi hatásának mértéke. Annak a teljesítménynek a mértéke, amely valamely robbanóanyagból detonációkor felszabadul, és amely képessé teszi hasznos munka végzésére.
- **Kezelésbiztoság:** Azokat a robbanóanyagokat tekintjük kezelésbiztosnak, amelyeknek nitroglicerinnel tartalma nem haladja meg a 10 %-ot.
- **Detonáció-átadó képesség:** A robbanás légrétegen keresztüli áttérjedésének mértéke. Azzal a legnagyobb távolsággal fejezik ki, amelyen - meghatározott körülmények között - a detonáció a felrobbantott töltetről a levegőn keresztül még tökéletesen áttérjed egy másik - gyutacs nélküli - töltetre.
- **Robbanáshő:** 1 kg robbanóanyag tökéletes robbanási átalakulása során, állandó térfogat mellett felszabaduló, elméletileg meghatározott hőmennyiség.
- **Robbanási hőmérséklet:** A robbanási gázok elméletileg meghatározott hőmérséklete az átalakulás pillanatában, állandó térfogaton.
- **Robbanási nyomás:** A robbanási gázoknak a robbanóanyag saját térfogatára számított nyomása, ideális hőmérsékletű robbanás esetén.
- **Mérgező-gáz tartalom:** Az 1 kg robbanóanyag felrobbanásakor keletkező szén-monoxid térfogata és a nitrogén gáz tartalom.
- **Oxigénegyenleg:** 100 g robbanóanyagban található, és 100 g robbanóanyag összes éghető komponensének oxidálásához szükséges oxigén különbsége grammokban.
- **Sújtólégbiztoság:** A robbanóanyag sújtólégveszélyes bányában való alkalmazhatósága.

2.1.2. Robbanóanyagok osztályozása

Ezt a kérdést sokféle szempont szerint lehet megközelíteni. Én az általam tanult, illetve a felhasznált irodalomban lévő osztályozást közlöm. Ahol esetleg különbségek vannak katonai és ipari szempontból, azt külön kiemelem.

Halmozállapot szerint:

- diszperz: robbanóképes gázok, gőzök, ködök és gáz-por keverékek
- kondenzált fázisú: szilárd vagy folyékony

Vegyi összetétel szerint: (katonai)

- nitrovegyületek: - trinitro-toulol (TNT)

- trinitro-fenol (pikrinsav)
- trinitro-rezorcínát (sztifninsav)
- nitramin típusú:
 - tetril
 - hexogén
 - oktogén
- salétromsavészterek:
 - nitroglicerín
 - nitropenta
 - nitrocellulóz
- fulminátok: - durranóhigany
- azidok: - ólomazid
- klorátok:
 - kálium-klorát
 - nátrium-klorát
- ammonsalétrom

Összetétel szerint (ipari):

- hőelvonással képződött (ólomazid)
- égésre képes anyag és oxigén vegyülete (hexogén, nitroglicerín)
- égésre képes anyag és oxidáló anyag keveréke (fekete lőpor)

Felhasználás szerint:

- iniciáló (primer):
 - durranóhigany
 - ólomazid
 - TNRSZ
- brizáns (szekunder):
 - ipar:
 - - összetétel szerint:
 - ✓ homogén
 - ✓ keverék
 - fizikai szerkezet szerint:

- ✓ öntött
 - ✓ préselt
 - ✓ por alakú
 - ✓ képlékeny
 - ✓ zagy
 - ✓ folyadék
- használat helye szerint:
 - ✓ külszíni
 - ✓ földalatti
- robbantott anyag szerint:
 - ✓ szénben használható
 - ✓ meddőben használható
- környezet veszélyessége szerint:
 - ✓ sújtólégbiztos
 - ✓ nem sújtólégbiztos
- biztonság szerint:
 - ✓ kezelésbiztos
 - ✓ érzékeny
- honvédség:
 - alacsony hatóerejű
 - közepes hatóerejű
 - magas hatóerejű
- tolóhatású (lőporok):
 - fekete lőpor
 - oldószeres lőpor
 - oldószer nélküli lőpor
- pirotechnikai elegyek (termit)

2.1.3. Katonai robbanóanyagok

A legelső, gyakorlatban is alkalmazható robbanóanyag a fekete lőpor volt. Írásos bizonyítékok szerint Ázsiában már az ókorban ismerték. Hosszú időn keresztül használták Kínában, a császári udvarban ünnepségek alkalmával tűzijátékok rendezésére, illetve hadi célokra a mongolok Kína elleni hadjárata alatt.

Európában a XIII. században találták fel a fekete lőport. Ez többek nevéhez is fűződik: Schwartz Berthold német ferences rendi szerzetes, Roger Bacon angol szerzetes, Graecus Marcus, Magnus Albertus és mások.

A XIX. században felgyorsult a robbanóanyagok feltalálása.

1845-ben Schönbein felfedezte, hogy a gyapot igen tömény salétromsavval kezelve, erősen robbanó testté alakul át, anélkül, hogy a gyapot szövete megváltoznék. Ez lett a robbantó gyapot, más néven a nitrocellulóz. Mindemellett 1846-ban Böttger, Schönbeintől függetlenül ugyanerre az eredményre jutott.

Egészen 1849-ig nem sikerült tartóssá tenni a robbantógyapotot, mivel a tisztításához nem értettek. Ekkor Lenk osztrák kapitány előállított egy tartósabb robbantó gyapotot. Ezt az anyagot ágyúknál alkalmazták, időközben azonban kiderült, hogy a robbantó gyapot durranása közben keletkező gázok megtámadják, és igénybe veszik az ágyúk anyagát. Így ezentúl csak robbantásra, üreges ágyúgolyók megtöltésére és torpedókban használták.

Ugyancsak 1846-ban Sobrero felfedezte a nitroglycerint, bár ezt csak alkoholban igen hígán oldva, fejfájás ellen használták, illetve szívfájdalmak elleni gyógyszerekben használják a mai napig.

1867-ben Nobel mintegy „véletlenül” felfedezte, hogy a nitroglycerin a kovafölddel érintkezve plasztikussá válik. Ezt guhrdynamitnak nevezte el. A dinamit kiszorította az eddig használt robbanóanyagokat a műszaki robbantások területéről. A guhrdynamitot a dinamitféleségek egész sora követte. Meg kell azonban jegyezni, hogy a dinamit típusú robbanóanyagokat mára szinte mindenhol kitiltották nem megfelelő kezelésbiztonság miatt⁵.

A trizinát alapjául szolgáló sztifninsavat ugyan már 1808-ban állította elő először Chevrenil, mégis csak a trinitro-rezorcinát 1871-es előállítása (és a sztifninsavval való azonosságának bizonyítása) után került sor ezek ólomsójaként, a ma is nagy mennyiségben

⁵ Fagyás után érzékenysége jelentősen megnövekszik

gyártott robbanóanyag létrehozására. Ugyanez történt a durranóhiganyal is, amit már 1630 körül felfedeztek, de csak Howard 1799-es „újralfeltalálása” után került tényleges felhasználásra.

1875-ben ugyancsak Nobel felfedezte a repesztőzselatint, melyet Siersch, Roth és Hess osztrák-magyar ezredes kámfor hozzáadásával tökéletesítettek és így hadi célokra is alkalmassá vált.

A pikrinsavat a selyem sárgára festésére használták 1771 óta, robbantási célokra csak 1867-ben ajánlotta az olasz Borlinettó, majd 1871-ben a Németországbeli Sprengel ismertette részletesen a felhasználás konkrét lehetőségeit. Mindezek alapján 1887-ben a francia Eugen Turpin bemuttatta a pikrinsav-collódium bázisú melinitet, s még ugyanebben az évben Olaszországban a pikrinsavhoz száraz robbantógyapotot hozzáadva előállították az ekrazitot. A pikrinsav nagy hátránya azonban, hogy mérgező és fémekkel érzékeny pikrátokat képez, melyből sok súlyos baleset következett be.

A füstnélküli lőpor feltalálója, a francia Vielle 1884-ben előállítja a tiszta nitrocellulóz lőport, míg 1888-ban Nobel szabadalmaztatja a nitroglicerines lőport. Az angol Ábel és Dewar is előállít egy hasonló lőport, a corditot.

A trinitrotoulolt (TNT) 1863-ban állították elő elsősorban, de robbanóanyagként csak 1891-ben, Haussermann használta először. Ugyancsak 1891-ben találta fel a francia Tollens a nitropentát.

A hexogént 1899-ben fedezte fel Fenning, tömeges gyártása azonban csak a II. világháború alatt kezdődött és tart is a mai napig.

A napjainkban leggyakrabban alkalmazott érzékeny robbanóanyagot, az ólomazidot 1891-ben állította elő a francia Curtins, viszont gyutacsban való használata csak 1908-ban kezdődött.

Az Osztrák-Magyar Monarchia közös hadseregében a lőport, a dinamitot és 1892-ig a hadi repesztőzselatint használták. Ez utóbbit felváltotta az ekrazit, melynek hatása ugyanakkora volt, mint a dinamité, sőt vasszerkezetek robbantásánál felül is múlta.

Az ekrazitot aknák töltésére használták, ezen belül a tábori felszerelés szabványos robbantószerere lett, 1 kg-os robbantó szelencéket készítettek a lovasság utászszakaszai részére.

Az 1920-as évektől a honvédségnél rendszeresített robbanóanyagok a következők:

- Ekrazit,
- trotil,
- cseppfolyós levegő

- lőgyapot.

A cseppfolyós levegő (3/4 rész nitrogén és 1/4 rész oxigén) helyszíni bekeverésű és azonnali felhasználású robbanóanyag. Mindemellett a nem rendszeresített, de gyakran használatos robbanóanyagok az ammonsalétromos robbanóanyagok, chlorát és perichlorát, valamint bányalégbiztos robbanóanyagok, illetve továbbra is használták a fekete lőport.

Az Oszták-Magyar Monarchia felbomlása után, a robbanóanyag gyártásban keletkezett hiánnyal kapcsolatban jelennek meg a nem rendszeresített, de a honvédség által is használt robbanóanyagok, így az 1932-es Robbanóanyagok, pót-robbanóanyagok című könyvben megjelenik a szabványos és pót-robbanóanyagok fogalma.

Szabványos robbanóanyagoknak nevezzük azokat a készítményeket, melyekkel a lövedékeket béke idején töltjük, s melyek tulajdonságaikkal ideálisan alkalmazkodnak a békebeli katonai követelményekhez (hatás, állandóság, lövésbiztonság, könnyű gyártás és egyszerű szerelés), azonban csak többé-kevésbé a tömeggyártási lehetőségekhez.

A pót-robbanóanyagok legfontosabb tulajdonságának a belföldi tömeggyártási lehetőségét írják elő, s az egyéb katonai követelményeknél tesznek esetleg engedményeket.

A II. világháború idején, a rendszeresített robbanóanyag készletek kimerülése után, a tri II. került bevezetésre, melynek energiatartalma, brizanciája nagyobb, mint a TNT-é, de kevésbé stabil. Ezt utász robbanóanyagként és aknák töltésére is használták.

A háború után, mivel a robbanóanyagból kevés volt és a gyárak sem üzemeltek, a műszaki csapatok azzal robbantottak, ami éppen volt (fel nem robbant bombákból, tüzérségi lőszerkből kiszedett robbanóanyag).

Szovjet mintára a műszaki csapatok által használt robbanóanyagoknál bemutatják az iniciáló, magas, közepes és alacsony hatóerejű, valamint a tolóhatású robbanóanyagokat. A magas hatóerejű robbanóanyagokat főleg beton és vasbeton erődítmények robbantásánál javasolták alkalmazni. A közepes hatóerejű robbanóanyagokat a robbantások valamennyi fajtájánál, valamint gyalogság elleni és harckocsik elleni aknák töltésére és szóró aknák készítésénél alkalmazták. Az alacsony hatóerejű robbanóanyagokat föld, sziklarobbantásnál kamrákban, furatokban, illetve ugyancsak aknák töltésére.

A II. világháború óta eltelt idő alatt sokféle robbanóanyag rendszeresítettek, illetve vontak ki.

Ezek alapján a jelenleg rendszeresített robbanóanyagok a következők:

- Trotil préstestek, mint utász robbanóanyag, 75, 200 és 400 g-os kiszerelésben
- FRT - földrobbantó töltetek, melyek tömege 2,5 és 5,0 kg, anyaguk öntött trotil, préselt trotil detonátorral
- SEMTEX plasztikus robbanóanyag, 2,5 kg-os kiszerelésben
- SzZ-1E szalagtöltet 1kg-os (7 mm vastag, 50 mm széles, 2000 mm hosszú) tekercsekben.

2.1.3.1. A katonai robbanóanyagokkal szemben támasztott követelmények:

- Teljesítmény:
 - harci fejek töltetei:
 - magas gáznyomás
 - nagy gázfejlődés
 - magas robbanáshő
- gránátok töltetei:
 - nagy repeszképző hatás
 - nagy töltési sűrűség
 - nagy detonációsebesség
 - közepes munkavégzőképesség
 - kumulatív töltetek :
 - extrém magas sűrűség és detonációsebesség
 - magas hatóerő és munkavégző képesség
- Érzékenység:
 - amennyire csak lehet érzéketlen
 - tűzbiztos
 - ütésbiztos
 - lövésbiztos
- Stabilitás és tárolhatóság:
 - 10 év vagy több tárolási idő
 - semleges
 - fémekkel nem reagál
 - alakítható
- Vizállóság:
 - tökéletes vízállóság
- Adagolhatóság:
 - döntött vagy préselt
- Hőtűrő képesség:
 - teljes működőképességét meg kell őriznie -40 c° és +60 c° között

2.1.4. Ipari robbanóanyagok

A kezdetekben az iparban használatos robbanóanyagokat a hadseregtől vették át és csak később kezdődött el az ipari robbanóanyaggyártás.

A legelső ipari robbantást puskaporral végezte el Selmecebányán 1627 február 8-án Weindl Gáspár tiroli bányász Montecuccolli Jeromos gróf megbízásából. A továbbiakban a robbanóanyagoknak az iparban való felhasználásának területe kiszélesedett.

Robbantással végezték illetve segítették elő az útépitést, alagútépitést, csatornaépítést, vízépítést, vas- és jégtáblák darabolását illetve a gazdaságban az altalaj javítását. De leginkább szembeötlő a robbantások befolyása a bányászat fellendülésére.

A robbantás bányászatba történő bevezetése előtt a fejtéseknek hatalmas volt az ember és időigénye (Például a rómaiaknál a Lacus-fucinus levezetésére szolgáló 5187 méter hosszúságú alagúthoz a történelemírók egybehangzó tanúsága szerint 11 éven át 30000 ember munkájára volt szükség. De még a késő középkorban is nehézségekkel küszködtek. Harzon a 9168 méter hosszúságú 19 bányáol mélységű akna építése 150 évi, és a 9260 méter hosszú, 13 bányáol mély akna 108 évi munkába került). A robbantás bevezetése után jelentősen lecsökkent mind a munkaerő, mind az időigény.

Mint azt már említettem, a korai időszakban az ipari robbantásoknál a honvédségnél is használt robbanóanyagokat alkalmazták. Az ipari robbanóanyagok fejlődése két 1947-es robbanással (USA, Franciaország) indult meg. Mindkét esetben hajóban szállított ammónium-nitrát műtrágya robbant fel, a tároló papírsákok meggyulladására következtében. Kiderítették, hogy az ammónium-nitrát védelmére alkalmazott adalékanyag paraffinból és petróleumszármazékból állt. E két esemény felkeltette a robbanóanyag ipari szakemberek figyelmét és ennek eredményeként megszületett az ammónium-nitrát-dízelolaj keverék, melyet Európában ANDO, Amerikában ANFO néven ismernek.

Az ANDO rendkívül jól felhasználható föld- és sziklarobbantások területén. Hátránya, hogy bekevert állapotban rövid ideig tárolható és a nedvességre nagyon érzékeny.

A következő lépés a robbanóanyagok 1950-es évek második felében való megjelenése volt. Ezek elsősorban ammónium-nitrát és más nitrátok vizes oldatai,

éghető anyagokkal (alumínium, glikol stb.) és érzékenyítő anyagokkal (TNT, nitropenta, hexogén) keverve. Az ANDO-val szemben nem érzékeny a nedvességre, viszont +4 °C alatt nem működik megbízhatóan.

A fejlődés következő szakasza az emulziós robbanóanyagok megjelenésével kezdődött el. Az első ilyen robbanóanyagot 1964-ben mutatták be az USA-ban, de 1980-tól terjedtek el igazán. Előnyei, hogy felhasználása független az éghajlati és időjárási viszonyoktól, biztonságosan tárolható és kezelhető, helyszínen is bekeverhető, robbantása során mérgező gázok nem keletkeznek, döntően hazai alapanyagból, hazai gyártó bázison olcsón és tömegesen előállítható. Ezen tulajdonsága miatt nem csak az iparban használható fel eredményesen, hanem a honvédségen belül is.

Jelenleg az iparban rendkívül sokféle robbanóanyagot használnak fel. Álljon itt egy rövid felsorolás a teljesség igénye nélkül:

- Amatolok
- Dinitro-toulol
- Durranóhigany
- Metanin D-7 G
- Nitroglíkol
- Termitek
- Wetter Nobeli

2.1.4.1. Ipari robbanóanyagokkal szemben támasztott követelmények:

- Teljesítmény:
 - nagy gázfejlődés és magas robbanáshő = magas munkavégző képesség
 - a magas detonációsebesség nem követelmény (kivéve a szeizmikus kutatásokhoz gyártott speciális robbanó zselatinokat)
- Érzékenység: - kezelésbiztonság
 - gyutacsérzékenység
- Stabilitás és tárolhatóság:
 - kb. 6 hónap tárolási idő
 - semleges
- Vizállóság:

- töltényezve 2 órát el kell viselnie állóvízben (szeizmikus robbanóanyagoknak többet)
- Adagolhatóság:
 - zselatinált vagy por
- Hőtűrő képesség:
 - -25 c^o-ig nem fagyhat meg
 - +60 c^o-ig néhány órát ki kell bírnia

2.2. Gyújtószerkek

A ma alkalmazott gyújtási módok a következők:

- tűzzel való
- elektromos
- mechanikai
- vegyi

Korábban az utóbbi két gyújtási módot leginkább különféle aknák gyújtószerkezeteiben alkalmazták, robbantási feladatoknál rendszerint nem, viszont folynak tárgyalások az úgynevezett NONEL-zsinóros indítás bevezetéséről a honvédségi robbantások terén. Ipari robbantásoknál már pár éve ezt használják.

A gyújtáshoz a következő gyújtószerkek szükségesek a gyújtás módjától függően:

- gyutacs
- gyújtózsín
- vezeték
- gyújtókanóc
- gyufa
- áramforrás
- ellenőrző- és mérőműszerek

Ebben a fejezetben csak a gyújtózsínókkal, vezetékekkel és gyutacsokkal foglalkozom, a robbantógépekkel, ellenőrző- és mérőműszerekkel nem, viszont ez témája lehet egy következő dolgozatnak.

2.2.1. Gyújtózsínók, robbantóvezetékek

A legrégebbi gyújtási mód szerint a fojtásban nyílást hagytak vagy a fojtó cövekbe lyukat fúrtak, illetve hornyot vágtak és ebbe töltötték a gyújtásra való puskaport.

Ennél sokkal használhatóbbak voltak a csöves gyújtók. Eleinte nádat, favesszőt (mogyoró, fűz és néha keményfa) kifúrtak izzó dróttal és puskaporszemekkel egyenletesen megtöltötték. Alkalmaztak szalmából, lúdtollból (Angliában) készült gyújtókat is.

A gyújtók meggyújtására kénfonalat használtak régebben, illetve ha ez nem állt rendelkezésre, akkor megolvasztott kénbe mártott papírszalagokat, olajos papirost, taplót vagy kanócot.

1831-ben Bickford feltalálta a gyújtózsínórt és ezután ezt használták, mindazon hibái mellett, hogy könnyen átnedvesedett és égésekor kellemetlen füst keletkezett. A bányaléggel küzdő szénbányákban úgynevezett biztonsági gyújtót használtak. Ennek rendkívül sok fajtája van, ezeket itt nem kívánom jellemezni, az általam használt irodalom (5) ezt megteszi helyettem.

A ma is használt időzített gyújtózsínór nem sokban különbözik a Bickford-zsínórtól, csupán a korszerűbb technológiák megjelenésével műanyag burkolatot kapott, illetve az égési sebessége lett még pontosabb.

A gyújtózsínór megjelenésével biztonságossá vált a töltetek indítása. Ugyanakkor egyre nagyobb igény mutatkozott több töltet egyidejű robbantására. A gyújtózsínór mintájára elkezdtek kísérletezni olyan zsínórokkal melyekbe a fekete lőpor helyére nagyobb hatóerejű robbanóanyagot tettek.

1879-ben, a francia hadseregben vezették be az első úgynevezett durranó gyújtózsínórt. Ez gyutaccsal felrobbantva 4060 m/s sebességgel robbant fel, ezáltal biztosítva több töltet egyidejű robbanását.

Az osztrák-magyar hadseregben 1889-ben kezdték el alkalmazni a Hess-féle "pillanatnyi durranó gyújtózsínort".

A mai robbanózsínórok általában műanyag burkolattal készülnek, bennük nitropenta vagy hexogén található. Égési sebességük 6-8000 m/s.

Mind a honvédségnél, mind az iparban ugyanazt a fajta gyújtózsínort, illetve robbanózsínort alkalmazták.

A villamos hálózatban egyerű, illetve kéterű kábelt használnak.

2.2.2. Gyutacsok

A XIX. század közepéig a katonai és ipari gyakorlatban egyaránt a fekete lőport alkalmazták kizárólagos robbanóanyagként. Mivel láng (szikra) hatására közvetlenül felrobbantható, nem volt szükség gyújtási láncra. A nitroglicerinnel megjelenésével, ennek hatalmas robboló erejével az eddig megoldhatatlannak tűnő építési feladatok elvégzése lehetővé vált, ugyanakkor nagyfokú érzékenysége rendkívül balesetveszélyessé tette használatát. A ghurdynamit megjelenésével ez a probléma megoldódott, viszont felvetődött egy újabb: ez az anyag annyira biztonságos volt, hogy az eddig alkalmazott módszerekkel nem lehetett iniciálni⁶.

Nobel ezt megoldandó kísérletei sorra kudarcot vallottak, mivel a fekete lőporral nem sikerült stabil detonációt létrehoznia. Ezért más robbanóanyagokkal kezdett kísérletezni. Végül a durranóhiganyban fedezte fel a megoldást, melyet felül nyitott réz hüvelybe sajtolt, megalkotva az első gyutacsot. Az időközben megjelenő robbanóanyagokhoz Nobel teljes gyutacssorozatot készített 1-től 10-ig terjedő erősséggel. Ezekben eltérő mennyiségű durranóhigany töltetet alkalmazott.

Később a jobb indító hatás érdekében a primer robbanóanyag (durranóhigany) mennyiségét lecsökkentve a gyutacs alsó részébe szekunder robbanóanyagot (pikrinsav, tetril, trotil) préselnek. Így még biztonságosabbá is vált a gyutacs kezelése.

A következő állomásként a gyutacs fenekén kúpos bemélyedést alakítottak ki, ezáltal még jobban növelve a hatékonyságot.

A ma leginkább alkalmazott gyutacsok alumínium hüvellyel készülnek, viszont a durranóhigany helyett - többek között annak nedvességérzékenysége miatt - ólomazidot használnak, melyből kevesebb kell, mint a durranóhiganyból ugyanakkora

⁶ Iniciálás – a detonáció kiváltása a robbanóanyagban

hatás eléréséhez. Egyedül a sújtólég és szénporrobbanás veszélyes bányákban használnak durranóhigany töltetű rézhüvelyes gyutacsokat, mivel itt az alumínium nem megengedett.

A robbantástechnika egyre szélesedő alkalmazása következtében szükségszerűvé vált, hogy akár több tíz töltetet is nagy biztonsággal fel lehessen robbantani egyszerre. A megoldás a primer töltet elektromos szikrával való meggyújtása. Az első lépés az úgynevezett szikragyújtós villamos gyutacs volt, melynél az áramot rézdróton vezették be a gyutacshüvelybe úgy, hogy a drótot a robbanóanyag fölött megszakították. A drótszál két pólusa között szikra képződött mely kiváltotta a robbanást.

A fejlődés következő lépése az izzószálas gyutacs kifejlesztése volt. Itt a gyutacsba vezetett két vezeték a primer robbanóanyag fölött vékony izzószállal kötötték össze, melyet pirotechnikai eleggyel vettek körül. Az áram hatására ez a szál felizzott, meggyújtva az elegyet, előidézte a primer töltet robbanását.

A II. világháború befejezése után előtérbe került a töltetek késleltetésének lehetősége. Ezzel csökkenne a felhasználandó robbanóanyag mennyisége, illetve csökken a káros környezeti hatás (rezgés, repesz, léglökés stb.). Így kifejlesztették a rövid- és hosszú késleltetésű gyutacsokat.

A hagyományos gyutacsok úgynevezett normálérzékenységűek (lásd impulzusérzékenység). Ezek használata tökéletesen megfelelő olyan külszíni bányákban, ahol semmilyen elektromos hatás (magasfeszültségű távvezeték, nagyteljesítményű adóállomás, villamos erőmű stb.) nincs. Robbantani viszont nem csak ilyen környezetben kell, hanem ott is ahol a villamos robbantás számára kedvező feltételek nem biztosítottak. Ezért kerültek kifejlesztésre az érzéketlen gyutacsok, melyek indításához legalább 16 mJ/Ohm elektromos energia szükséges. Egyedüli hátrányuk, hogy a hagyományos robbantógépek energiája egy ilyen hálózat számára már nem elég, tehát megfelelő teljesítményű erőforrás szükséges az ilyen gyutacsokkal végzendő munkákhoz.

A gyutacsok fajtái:

- robbantó
- villamos

A robbantógyutacs egyik végén nyitott, másik végén kúposan zárt alumínium vagy réz hüvely, melynek kúposan zárt végébe brizáns, magas hatóerejű robbanóanyagot sajtolnak, fölötte pedig iniciáló robbanóanyag (vagy robbanóanyagok) helyezkedik el. (2)

A villamos gyújtóval zárt egységben szerelt robbantógyutacsot villamos gyutacsnak nevezzük. (2)

2.2.2.1. Villamos gyutacsok fajtái:

- a gyújtófej meggyújtására szolgáló szerkezeti rész felépítésétől függően (1. ábra):
 - fém izzószálas
 - áramvezető gyújtóelegyes
 - szikragyújtó
- késleltetés szerint (2. ábra):
 - pillanathatású
 - időzített
 - hosszú késleltetésű

2.2.2.2. Villamos gyutacs jellemzői:

- Impulzusérzékenység: A villamos gyutacsok elektromos áram impulzusára robbannak fel. A közepes ellenállású villamos gyújtóval szerelt villamos gyutacsoknak 0,8 mJ/Ohm impulzusra nem szabad, 3,2 mJ/Ohm impulzusra pedig fel kell robbanniuk. (2)
- Sorozatindíthatóság: Az áramkörbe sorosan bekapcsolt gyutacsok egyike sem szakíthatja meg az áramkört, amíg valamennyi meg nem kapta a gyújtáshoz szükséges villamos impulzust. A fém izzószálas gyújtóval szerelt villamos gyutacsoknak sorozatindíthatónak kell lennie.(2)

- Kóboráram-biztosság: Az áramkörbe kapcsolás előtt a gyutacsok áramvezető képességét kis mérőáramú ellenállásmérőkkel ellenőrizzük, ezért a villamos gyutacsoknak 180 mA erősségű egyenáramot 5 percen keresztül robbanás nélkül el kell viselniük. (2)
- Robbanási összidő: A villamos impulzus közlésétől a gyutacs felrobbanásáig eltelt idő. A pillanathatású gyutacsok szerkezetét úgy alakítják ki, hogy 800 mA erősségű egyenáram hőhatására 4 ms-on belül fel kell robbanniuk. (Más irodalom (6) szerint ez az idő 3-18 ms-ig terjed)
- Hőtűrés: A nem hőálló gyutacsoknak 100 °C külső hőmérsékletet 2 órán keresztül robbanás nélkül el kell viselniük.
- Nyomástűrés: A nem nyomásálló gyutacsok 2 Mpa külső nyomást 3 órán keresztül viselnek el felrobbanás nélkül.
- Kezelésbiztosság: Rázó-, rántó- és ejtőpróbával vizsgálják.
- Sújtólégbiztosság: A sújtólégbiztos gyutacsok rézhüvellyel és lapos talprésszel készülnek.
- Összellenállás: A gyújtófej és a vezeték ellenállásából adódik össze.

2.2.3. Katonai gyutacsok

Ebben a fejezetben, illetve az ipari gyutacsoknál csak a jelenleg használt gyutacsokat ismertetem részletesen.

Robbantógyutacs

A honvédségnél rendszeresített, pontosabban mostanáig rendszeresített robbantó-gyutacs a TAT-8-as utászgyutacs. Azért csak mostanáig rendszeresített, mivel most került kivonásra. Az új robbantógyutacs az RG gyutacs lesz, ezt az ipari gyutacsoknál ismertetem. A TAT-8-as gyutacs felépítése a 3. ábrán látható. Az alumíniumhüvelyes TAT-8-as gyutacsban 0,2 g TNRSZ, 0,2 g ólomazid és 1 g tetril robbanóanyagöltet található.

Villamos gyutacs

A Magyar Honvédségnél rendszeresített villamos gyutacs a közepes ellenállású villamos gyújtóval szerelt, SVG típusjelű villamos gyutacs. Az SVG jelű gyutacsok menetnélküliek, az SVG-840 és SVG/M10 jelű gyutacsok pedig menetesek. Ez azért fontos, mivel így megbízhatóan rögzíthető csavarmenettel rendelkező trotil prés-testekhez. Felépítése a 4. ábrán látható.

2.2.4. Ipari gyutacsok

Robbantógyutacs

Magyarországon az iparban csak az RG gyutacsot használják. Alumíniumhüvelyes, külső átmérője 7 mm, 0,7 g niropenta és 0,2 g ólomazid robbanóanyagöltet található benne. Felépítése az 5. ábrán látható.

Villamos gyutacs

Hazánkban sokféle villamos gyutacsot használnak. GVG geofizikai villamos gyutacs, EBG villamos bányagyutacs, PAG pillanathatású alumínium hüvelyes gyutacs, VVG víznyomásálló gyutacs, MKG 1-7 mikrokésleltetésű villamos gyutacs, MSG 1-5 milliszekundumos villamos gyutacs, RKG 1-5 rövidkésleltetésű villamos gyutacs, FMG 1-10 félmásodperces időzítésű gyutacs, valamint különböző hő- és nyomásálló gyutacsok.

3. Robbantástechnika

A II. világháborúig mind a honvédségnél, mind az iparban általában ugyanazokat a robbanóanyagokat, robbantási technikákat alkalmazták.

A világháború után a honvédségnél megmaradtak az addig alkalmazott robbanóanyagok és technikák. Minden feladat végrehajtására ugyanazt a robbanóanyagot használták (trotil), kevés gyutacsot alkalmaztak.

Katonai robbantásoknál a cél az akadályképzés, az ellenség pusztítása, illetve a biztos siker, minél nagyobb hatékonyság. Háborúban a körülményeknek köszönhetően általában nincs elég idő a tervezés, robbanóanyag számvetés aprólékos végrehajtására, ezért legtöbbször nagy mennyiségű összpontosított, külső elhelyezésű töltetet alkalmazunk. Ilyenkor nem vesszük figyelembe a különböző környezetvédelmi előírásokat, mivel háborúban ez sokadlagos szempont. Azonban a rendszerváltást követően a Magyar Honvédség teljesen megváltozott körülmények közé került:

Egyrészt a privatizációs folyamatnak köszönhetően megindult a robbanóanyagipar hanyatlása, sorra szűntek meg a gyárak, nem tudtak ipari robbanóanyagot eladni a civil vállalatoknak olyan mennyiségben, mellyel a gyártás gazdaságosan fenntartható lett volna, a honvédség pénztelensége miatt megszűntek azok a gyárak, melyek konfliktus- helyzetben biztosították volna a megfelelő mennyiségű robbanóanyagot.

Másrészt hazánk törvényben rögzítette, hogy fegyveres erőit csak az ország megvédésére kívánja felhasználni. Így a harctevékenység saját területen folya, ekkor viszont már nem elhanyagolható az egyes robbantási feladatok végrehajtásánál keletkező környezeti szennyezés.

Mindezek következtében napjainkra szükségessé vált az iparban is használatos környezetbiztos robbanóanyagok bevezetésére, de csak mint pót-, illetve szükség-robbanóanyag, mivel ezek a robbanóanyagok nem minden tekintetben felelnek meg a honvédségi speciális követelményeknek.

A világháborút követően az ipari robbantások területén előtérbe kerültek a környezet-védelemmel és a gazdaságossággal kapcsolatos kérdések. Ezen szempontokat figyelembe véve kerültek kifejlesztésre a különböző robbantó-anyagok (ANDO, paxit, robbanóanyag, emulziós robbanóanyagok, késleltetett gyutacsok) és robbantási technikák.

Ipari robbantási feladatok végrehajtása során az egyik legfontosabb szempont a környezet védelme. Ennek érdekében olyan robbanóanyagokat alkalmaznak melyek felrobbanása során nem keletkezik mérgező gáz, illetve több, kisebb mennyiségű, belső

elhelyezésű robbanóanyag töltetet alkalmaznak, melyeket késleltetve robbantanak, ezáltal lecsökkentve a keletkező zajt és a káros rezgéseket.

A fentiek alátámasztására – tekintettel a dolgozat korlátozott terjedelmére – a továbbiakban csak néhány robbantási feladat katonai, illetve ipari végrehajtását tudom bemutatni. Ezen belül tárgyalom a szerkezeti elemek robbantását, mint minden építmény robbantás alapját, és a talajok és sziklás kőzetek hajító robbantását, mint az egyik jellemző honvédségi alapfeladatot.

3.1. Szerkezeti elemek robbantása

A szerkezeti robbantásokhoz tartozik a különböző műtárgyak egyes részeinek rombolása, illetve különálló szerkezetek rombolása (fa, acél, beton, vasbeton).

Fa szerkezeti elemek robbantása

A faszerkezetek elemeit (gömbfák, gerendák, kettős T-tartók, gömbfakötegek, cölöpnyalábok) külső töltetekkel robbantjuk. A fa szerkezeti elemek robbantására szabadon felfektetett (ráhelyezett) vagy közbehelyezett tölteteket használunk.

Gömbfa robbantása (6. ábra):

$$C=K \cdot D^2$$

ahol : C - töltet súlya grammokban;

D - gömbfa átmérője cm-ben;

K - a faanyag fajtájától függő tényező

A 30 cm-nél nagyobb átmérőjű gömbfák számított töltetsúlyát D/30 értékkel meg kell szorozni.

Gerenda robbantása:

$$C=K \cdot F$$

ahol : C és K ugyanaz, mint az előző képletben
F - a gerenda keresztmetszeti területe cm²-ben

Amennyiben a gerenda vastagsága (h) meghaladja a 30 cm-t, a töltet súlyát meg kell szorozni h/30 értékkel .

Kettős T-szelvényű tartókat idomtöltetekkel robbantjuk (7. ábra).

Közbehelyezett tölteteket egymástól különböző távolságban lévő faelemeket (cölöp-Csoportok, cölöpaljzatok) robbantásánál alkalmazzuk (8. ábra).

$$C=30*K*D*r^2$$

ahol: C - töltet súlya kg-ban
K - a fa fajtájától és nedvességtartalmától függő tényező
D - a legtávolabb lévő elem átmérője (vastagsága) méterben
r - rombolási sugár (töltet középpontja és a legtávolabb lévő elem tengelyvonala közötti távolság) m-ben.

Acél szerkezeti elemek robbantása

Az acél szerkezeti elemeket - lemezeket, tartókat, csöveket, rudakat, sodronyköteleket - szabadon felfektetett külső töltetekkel robbantjuk, melyek lehetnek nyújtott, összpontosított és idomtöltetek.

Acéllemez robbantása (9. ábra):

a, 2 cm-es lemezvastagságig:

$$C=20*F$$

b, 2 cm-en felüli lemeztvastagság esetén:

$$C=10 \cdot h \cdot F$$

ahol: C - a töltet súlya g-ban

h - a lemez vastagsága cm-ben

F - a lemez keresztmetszeti területe a robbantás síkjában cm^2 -ben.

Egy rövid példán keresztül szemléltetném a honvédség és az ipar robbanóanyag mennyiség felhasználását:

Egy $l = 1$ m széles, $h = 25$ mm vastagságú acéllemez kell átrobantani.

Katonai célú robbantás:

$C=10 \cdot h \cdot F=10 \cdot 2,5 \cdot 250=6250$ g TNT , ez 16 db 400 g-os TNT préstest, de mivel egész sorra kell kerekíteni, így 20 db 400 g-os TNT préstestet kell felhasználnunk, ami így már 8 kg TNT lesz. (1 db 400 g-os préstest hossza 10 cm, így egy sorban 10 db van).

Ipari robbantás:

Az iparban általában kumulatív vágótölteteket alkalmaznak, így pl. a britt BLADE vágótöltet, amely különböző kiserelésben kapható. 25 mm-es acéllemez átvágására a BLADE 1150 típusú vágó- töltetet használhatjuk, melynek folyóméterében 1150 g robbanóanyag van.

A különbség magáért beszél. Ugyanarra a feladatra a honvédségben majdnem 7-szer annyi robbanóanyagot használnak fel, mint az iparban. Mindemellett a BLADE felhelyezése igen egyszerű, a kívánt méretre lehet vágni, a kívánt formára lehet hajlítani.

Tégla, kő, beton és vasbeton szerkezeti elemek robbantása:

A téglá, kő, beton és vasbeton szerkezeti elemeket a katonai gyakorlatban külső szabadon felfektetett összpontosított, nyújtott, kumulatív és közbehelyezett töltetekkel, valamint fészkekben, barázdákban, aknakamrákban, aknacsövekben, robbantott és fűrt lyukakban elhelyezett belső töltetekkel robbantjuk.

Az egyes elemek robbantásánál különböző tényezőket veszünk figyelembe:

- az adott anyag szilárdsági tényezője
- a töltetek elhelyezése
- a töltet alakja

Az alábbiakban egy rövid példán keresztül bemutatom a vasbeton robbantását.

(10. ábra)

Rombolni kell egy 60x70 cm-es vasbeton oszlopot, a beton kiverésével számolva: $A=5$;

a.) külső szabadon felfektetett töltet esetén:

$$B=9; R=H=0,6 \text{ m}$$

$$C=A*B*R^3=5*9*0,6^3=9,8 \text{ kg TNT}$$

b.) fészkekben elhelyezett töltet:

$$B=5; R=H=0,6 \text{ m}$$

$$C=5*5*0,6^3=5,4 \text{ kg TNT}$$

c.) a szerkezet 1/3-ában elhelyezett összpontosított töltettel (fojtással):

$$B=1,5; R=2/3 \text{ H}=0,4 \text{ m}$$

$$C=5*1,5*0,4^3=0,48 \text{ kg TNT}$$

d.) a szerkezet 1/2-ében elhelyezett összpontosított töltettel (fojtással):

$$B=1,15; R=1/2 H=0,3 \text{ m}$$

$$C=5*1,15*0,3^3=0,16 \text{ kg TNT}$$

Mint látható, a katonai gyakorlatban – az idő rövideje miatt - általában használt külső töltetek tömege lényegesen meghaladja, az ipari gyakorlatban szinte kizárólagosan alkalmazott belső töltetek tömegét.

Az alábbiakban egy rövid példán keresztül bemutatom a beton robbantását.

Egy 1 m széles, 50 cm vastag betonfal külső, szabadon felfektetett nyújtott töltettel való átrobantásához

$$C=0,5*A*B*R*1=0,5*1,5*9,0*0,5*1=1,68 \text{ kg TNT szükséges,}$$

de mivel csak 200 g-os préstestekkel rendelkezünk, a teljes átfedés érdekében 10 db-ot alkalmazva ebből 2,0 kg kerül felhasználásra.

Ugyanezt a feladatot meg lehet oldani a HALEY & WELLER lineáris vágótöltet család D 150 tagjával, mely 50 cm-es betonfal átütésére képes, folyóméterenként 80 g robbanóanyag felhasználásával.

A szerkezeti elemek komplex robbantása az épületrobbantás. Ezen a területen jelentősen különbözik a honvédségi és ipari robbantástechnika.

A katonai épületrobbantásban megkülönböztetünk vázas, illetve váznélküli épületet, tornyokat, kéményeket.

A váznélküli épületeket a következőképpen robbanthatjuk:

- összpontosított, vagy nyújtott szabadon felfektetett töltetekkel, melyeket főfalakban (főfalakon) vagy az egyszerű falakban helyezünk el,

- összpontosított közbehelyezett töltetekkel, melyeket az épület belsejében helyezünk el.

Ha csak rövid időre kell az épületet használhatatlanná tenni, akkor elegendő, ha az emeletek közötti födémeket, tartóoszlopokat és a belső főfalakat robbantjuk (11. ábra).

Az épületek teljes rombolását az épület valamennyi tartófalában egy és ugyanazon szinten elhelyezett összpontosított, nyújtott vagy fűrt lyukakban elhelyezett töltetek egy tűzben való robbantásával hajtjuk végre (12. ábra). A tölteteket célszerű az ablaknyílások szintjén elhelyezni, mivel nagy mennyiségű robbanóanyagot takaríthatunk meg.

Az épületeknek egy meghatározott irányba való döntésekor a főfalakat az alábbi módon robbantjuk (13. ábra).

Az épület dőlési irányában levő falban teljes döntést alkalmazunk, vagyis a tölteteket a falvastagságot 25 %-kal meghaladó rombolási sugárral méretezzük. Az oldalfalokban ugyancsak teljes döntést végzünk, azonban a tölteteket a falak vastagságával megegyező rombolási sugárral határozzuk meg. A hátsó falban részleges döntést alkalmazunk, itt a rombolási sugár a falvastagság $+1/4$ részével egyenlő.

A vázas épületek és tornyok helyszínen való beomlasztását úgy érjük el, hogy alapjuknál egy szintben robbantjuk a váz valamennyi függőleges tartó elemét (pillérét, oszlopát) (14. ábra).

Ha a vázas épületeket meghatározott irányba kell dönteni, akkor különböző szinteken kell robbantani a falak függőleges tartóváz elemeit (14. ábra). A hátsó falak tartóit $1/3$ -dal kisebb súlyú töltetekkel robbantjuk. A döntés irányában lévő fal tartóinak robbantásához használt tölteteket az oldalfalak tartóin elhelyezett töltetekhez viszonyítva kétszeresére növeljük.

Az iparban az épületek robbantását az 1903-as "A gyakorlati robbantó technika kézikönyve" szerint így végezték el.

A "legfeljebb 1,5 m vastag falazatú épületeknél 1,0 köbméter üres térfogatra 0,1-0,3 kg II. osztályú dynamitot, illetve 0,6-2,0 kg robbantó port kell számítani (16. ábra); 1,5 m-nél erősebb falaknál pedig 0,3-0,6 kg II. osztályú dynamitot illetőleg 2,0 4,0 kg puskaport (17. ábra)."

Azóta a robbantástechnika sokat fejlődött. Napjainkban a polgári épületrobbantásoknál az épületek minden egyes részét külön robbantják (falak - 18. ábra, sarkok - 19.-20. ábra, boltívek - 21.-22. ábra, pillérek és oszlopok - 23. ábra, alapok - 24. ábra).

3.2 Földrobbantás

A talajokban és sziklás kőzetekben végrehajtott robbantások célja:

Honvédségi feladatnál:

- az állások műszaki berendezése során lövészárkok, közlekedőárkok, óvóhelyek és erődítési építmények munkagödreinek kiépítése
- műszaki záruk létesítése
- utak, földgátak és egyéb műszaki építmények építése
- az ellenség erődítési építményeinek rombolása
- építőanyagok kitermelése

Ipari robbantástechnika:

- vágat- és alagúthajtás
- aknamélyítés
- jövesztés (földalatti és külszíni)
- főteprovokálás
- méreten felüli tömbök utóaprítása
- gurítókbán és tárolókban megszorult kőtömbök aprítása
- biztosítóelemek eltávolítása
- öntöző- és vízelvezető csatornák készítése
- függőleges szivárgók készítése
- faültető gödrök készítése

Az alábbiakban egy rövid példán keresztül bemutatom a hajító robbantás katonai, illetve ipari végrehajtását.

Az ipari robbantástechnika régóta alkalmazza az időzített villamos gyutacsokat. A katonai gyakorlatban - ennek hiányában - megnövelt robbanóanyag mennyiséggel számolunk.

A nagy szélességű árkok, alapgödrök robbantásánál, ahol három sor töltet esetén a középső sor számításakor n értékét 0,5-tel meg kell növelni (1).

Példa:

1,75 m mély árkot kell kirobbantani homokos agyag talajban. A két szélső sorban alkalmazandó összpontosított töltetek tömege, ha a töltet hatásmutatója $n=2$:

$$C = K \cdot M \cdot h^3 = 1,0 \cdot 5,17 \cdot 1,75^3 = 27,8 \text{ kg TNT};$$

A középső sor tölteteinél a szabály szerint a töltet hatásmutatója:

$$n = 2,0 + 0,5 = 2,5$$

Ennek alapján a töltetek tömege:

$$C = 1,0 \cdot 10,4 \cdot 1,75^3 = 55,8 \text{ kg}$$

Ha az ipari robbantástechnikában alkalmazott megfelelő késleltetést tudnánk alkalmazni a középső soron, akkor erre nem lenne szükség.

4. Befejezés

A dolgozat elkészítése során arra a következtetésre jutottam, hogy napjainkra időszerűvé vált, az elérendő célokat szem előtt tartva, új robbantóanyagok és robbantási technikák bevezetésére a katonai területre.

Ezen belül érdemes átgondolni, a szabvány trotil mellet más, egyes katonai feladatokra tökéletesen megfelelő ipari robbanóanyagok rendszerbe állítását: pl. a földrobbantási feladatokhoz az emulziós robbanóanyagokat, melyek hazai nyersanyagból, hazai gyártóbázison, nagy tömegben előállíthatók, a külső körülményektől függetlenül használhatók (vízállóak, $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ között tökéletesen működnek), közel nulla oxigénegyenlegük miatt a káros anyag kibocsátásuk gyakorlatilag nulla, ráadásul, mint tolóhatású robbanóanyagok, a talajrobbantásnál jobb, de legalább is azonos hatásfokúak, mint a trotil.

Feltétlenül szükség lenne a szerkezeti elemek robbantása során megfelelő paraméterekkel rendelkező kumulatív vágótöltetekre, melyek lényegesen jobb hatásfokuk mellett, sokkal kisebb környezeti károkat okoznak, mint az általunk jelenleg alkalmazott technológia szerint külső, szabadon felfektetett töltetek.

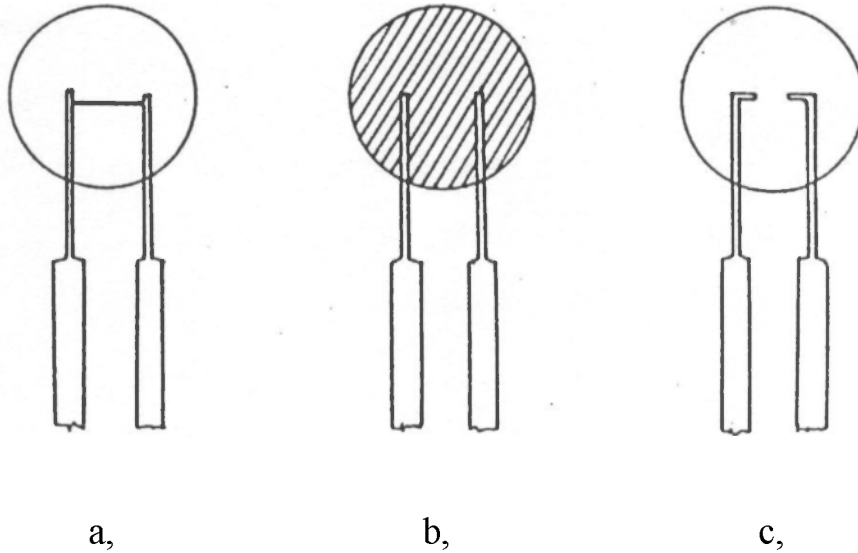
Az egy tűzben felrobbantott töltet-mennyiség csökkentéséhez érdemes megfontolni, legalább külső késleltetésű robbantógépek rendszeresítését. Ezáltal jelenlegi pillanathatású villamos gyutacsainkkal is képesek lennénk megfelelő késleltetési fokozatokat alkalmazni a robbantási feladatok végzése során. Ezzel jelentős robbanóanyag megtakarítást lehetne elérni, továbbá csökkenteni lehetne a robbanás káros környezeti hatásait.

Természetesen - figyelembe véve a honvédség jelenlegi pénzügyi helyzetét - ezt nem lehet megoldani 1-2 éven belül, de mindenképpen szükséges, ugyanis a katonai robbanóanyag felhasználás nem csak a műszaki biztosítás feladatainak elvégzésére szorítkozik, hanem a gyári szerelésű robbanótettek (lőszerek, bombák, műszaki aknák, kézigránátok, stb.) töltésére is, így jóval szélesebb területet érint, mint azt elsőre gondolnánk.

5. Irodalomjegyzék

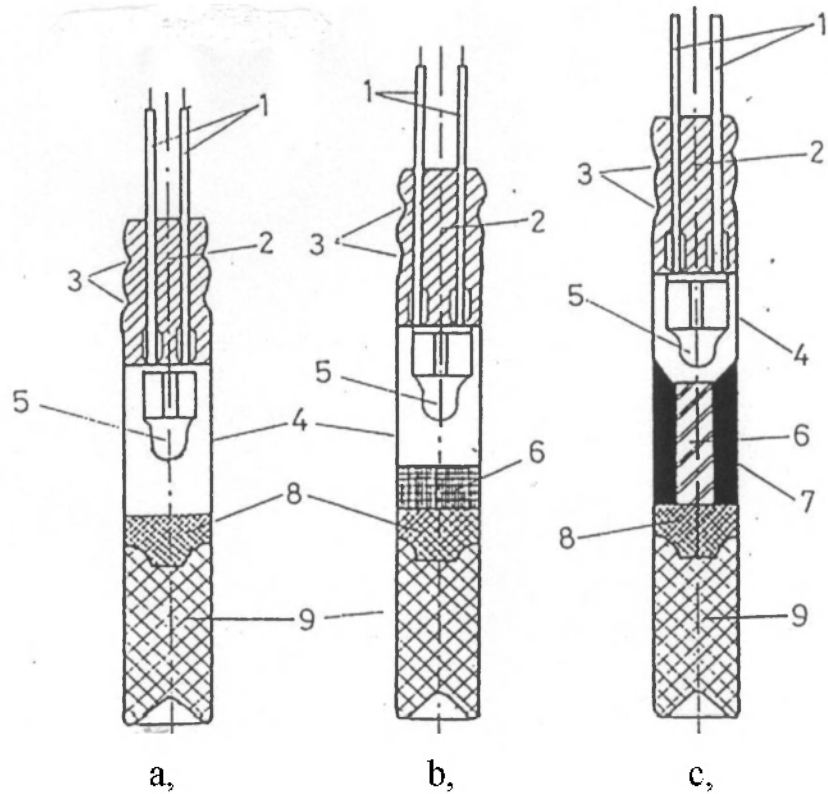
1. Schaffer Antal: A gyakorlati robbantó technika kézikönyve
(Pallas Rt., Budapest, 1903)
2. Ozorai Gyula: A kőbányászat kézikönyve I. kötet (Műszaki könyvkiadó,
Budapest, 1955)
3. Bassa R. - Dr. Kun L.: Robbantástechnikai kézikönyv (Műszaki Könyvkiadó,
Budapest, 1965)
4. Mű/213. Robbantási utasítás (Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1971.)
5. Lauday Miklós: Földalatti robbantás (1982)
6. Dr. Bohus G. - Horváth L. - Papp J.: Ipari robbantástechnika (Műszaki Könyvkiadó,
Budapest, 1983)
7. Dr. Bohus Géza: Bányászati jövesztéstechnika (Tankönyvkiadó, Budapest, 1986)
8. Dr. Földesi János: Bányászati ismeretek (Tankönyvkiadó, Budapest, 1991)
9. Dr. Lukács László: A Magyar Honvédségnél alkalmazott robbantási eljárások és
robbanóanyagok legfontosabb részterületei fejlődésének
vizsgálata és a továbbfejlesztés javasolt irányai
(Kandidátusi értekezés, 1995)
10. Dr. Lukács László: Katonai robbantás-technika és a környezetvédelem
(ZMNE jegyzet, 1997)
11. Erdős József: Robbantási alapismeretek (ZMNE jegyzet, 1998)
12. Kiegészítés az RG utászgyutacs felhasználásának, alkalmazásának, tárolásának
szabályozására (a Robbantás Utasítás című szolgálati könyvhöz) (2000)

Ábrajegyzék



1.számú ábra: Villamos gyűjtőtípusok (11)

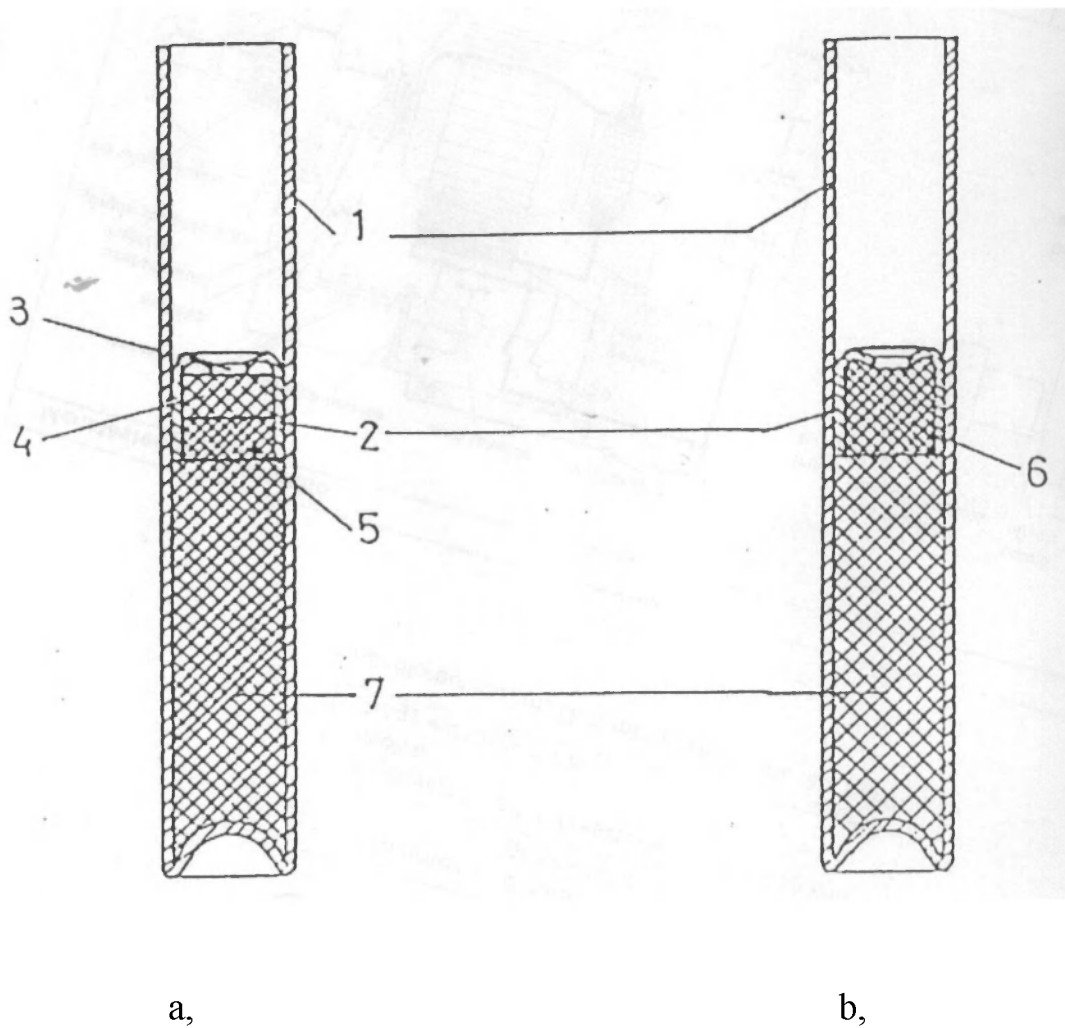
a, fém izzószálas; b, áramvezető gyűjtőelegyes; c, szikragyűjtő



2. számú ábra: Villamos gyutacsok késleltetés szerinti szerkezeti felépítése
(11)

a, pillanathatású gyutacs; b, mikrokésleltetésű gyutacs; c, hosszú késleltetésű gyutacs

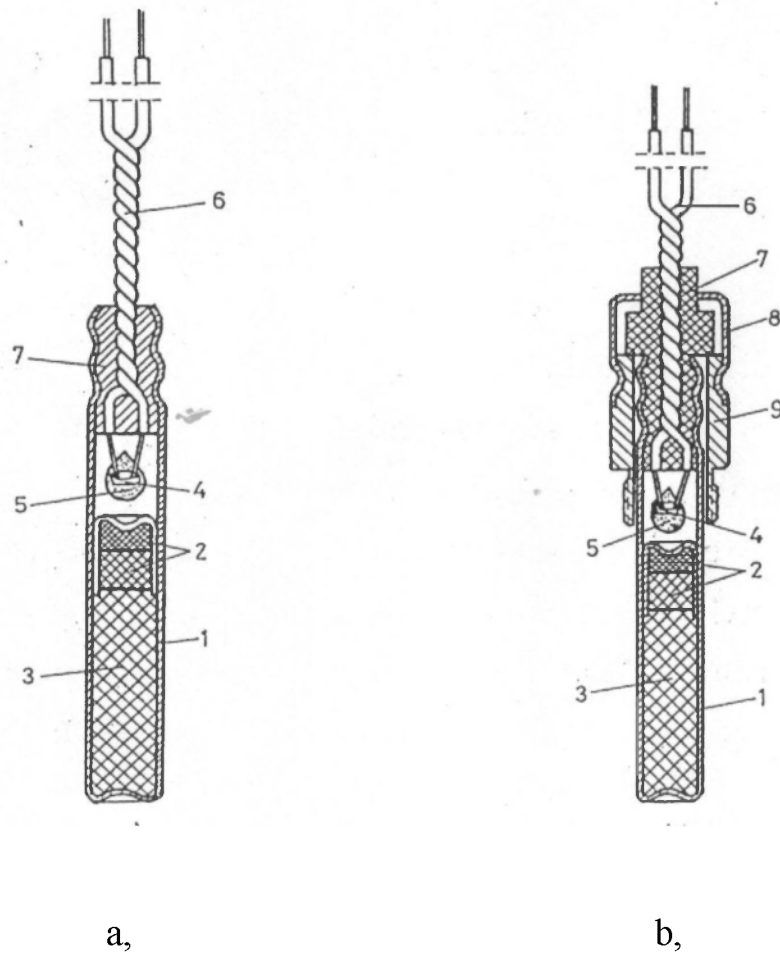
1 – szigetelt vezeték; 2 – rögzítő dugó; 3 – tömítés; 4 – hüvely;
5 – villamos gyújtófej; 6 – késleltető elegy; 7 – védőcső;
8 – gyutacs primer töltete; 9 – gyutacs szekunder töltete;



3.számú ábra: Alumínium és rézhüvelyű robbantógyutacs szerkezeti felépítése (11)

a, alumínium hüvelyű (TAT-8); b, rézhüvelyű

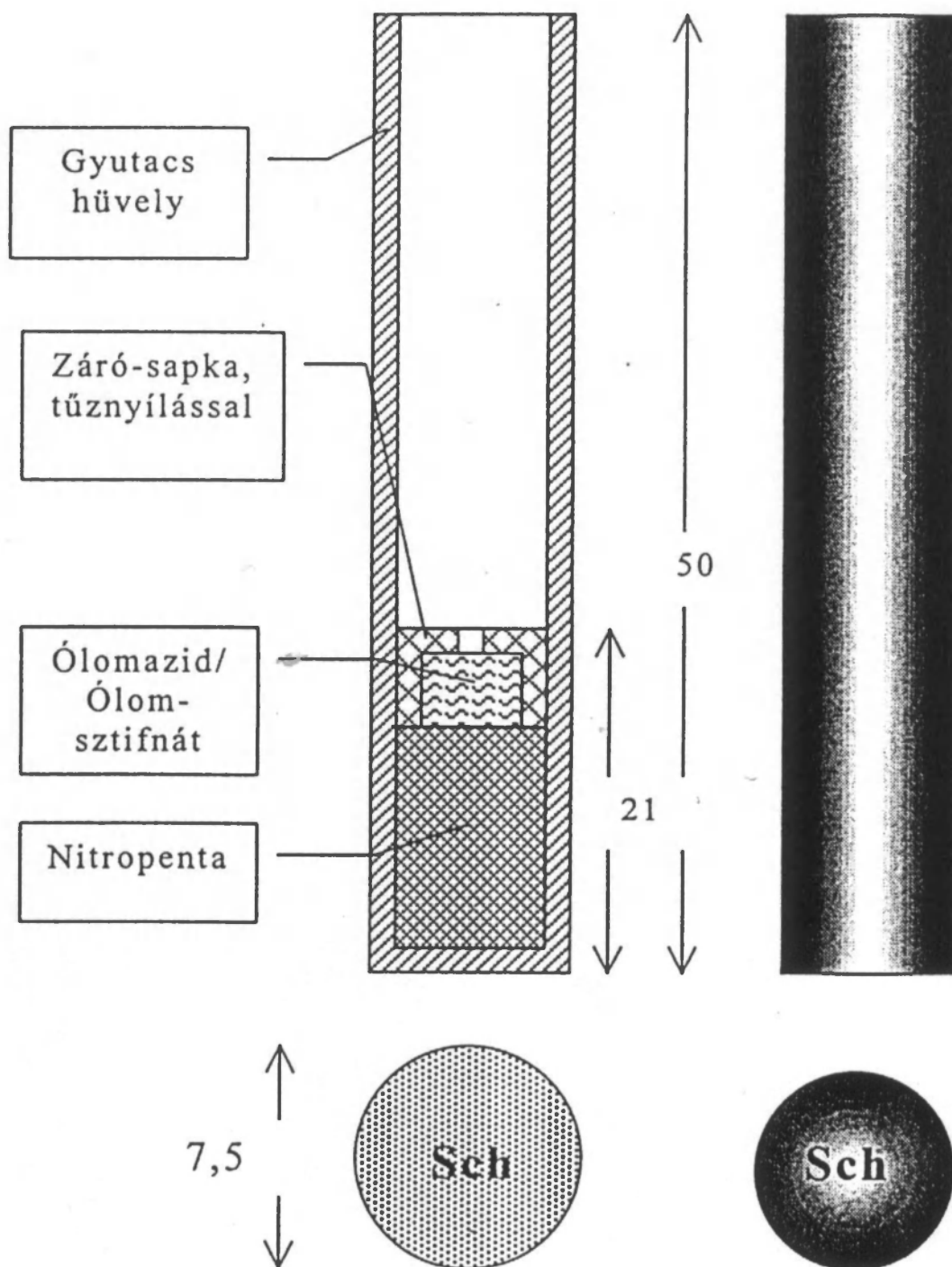
1 – hüvely; 2 – csésze; 3 – háló; 4 – TNRSZ; 5 – ólomazid;
6 – durranóhigany; 7 – tetril;



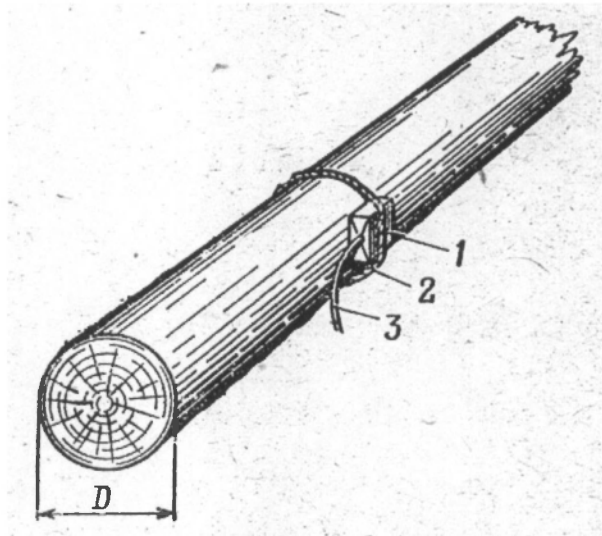
4. számú ábra: SVG típusú villamos gyutacsok szerkezeti felépítése (11)

a, SVG; b, SVG-840;

- 1 – hüvely; 2 – iniciáló robbanóanyag; 3 – brizáns robbanóanyag;
 4 – platina – irídium izzószál; 5 – pirotechnikai keverék;
 6 – szigetelt vezetékek; 7 – plastikus dugó; 8 – fedél; 9 – menetes hüvely;

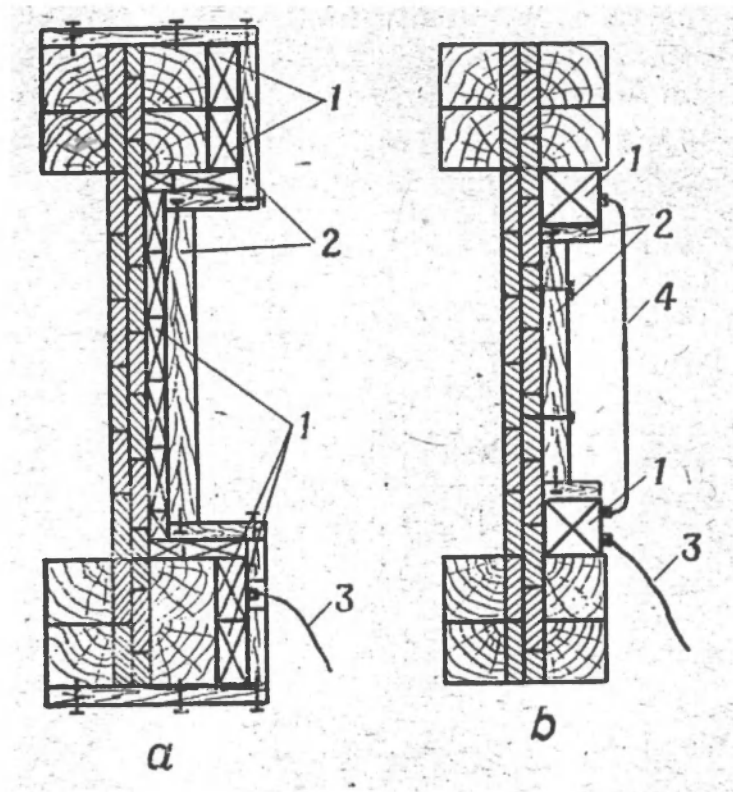


5. számú ábra: Az RG utászgyutacs szerkezeti felépítése (12)



6. számú ábra: Gömbfa robbantása összpontosított töltettel (4)

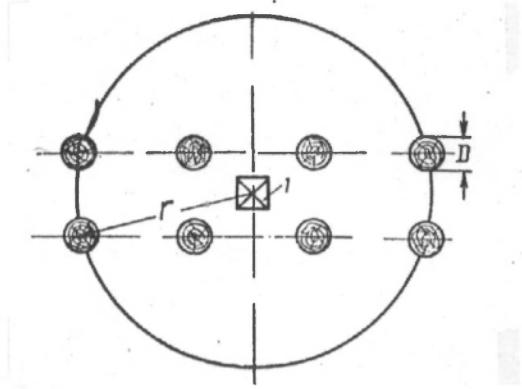
1 – töltet; 2 – kötöződrót vagy zsineg; 3 – szerelt gyutacs;



7. számú ábra: „T” szelvényű fatartók robbantása (4)

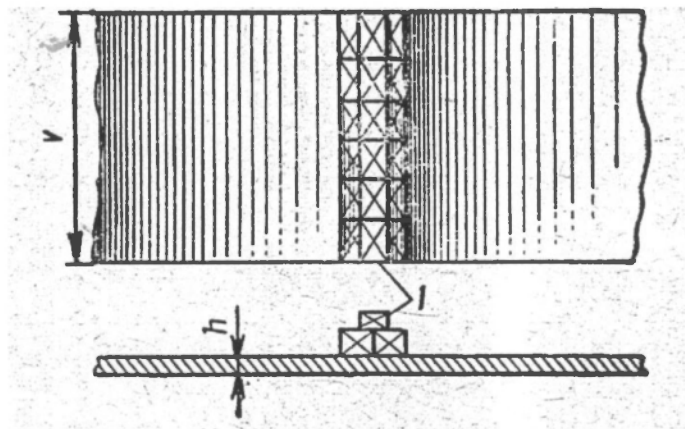
a, idomtöltettel; b, összpontosított töltettel;

1- töltetek; 2 - töltetek rögzítése deszkák segítségével;
 3 - szerelt gyutacsok; 4 - gyutacccsal ellátott durranó gyújtósinór



8. számú ábra: Egymástól különböző távolságra elhelyezkedő cölöpök robbantása közbehelyezett töltetekkel (4)

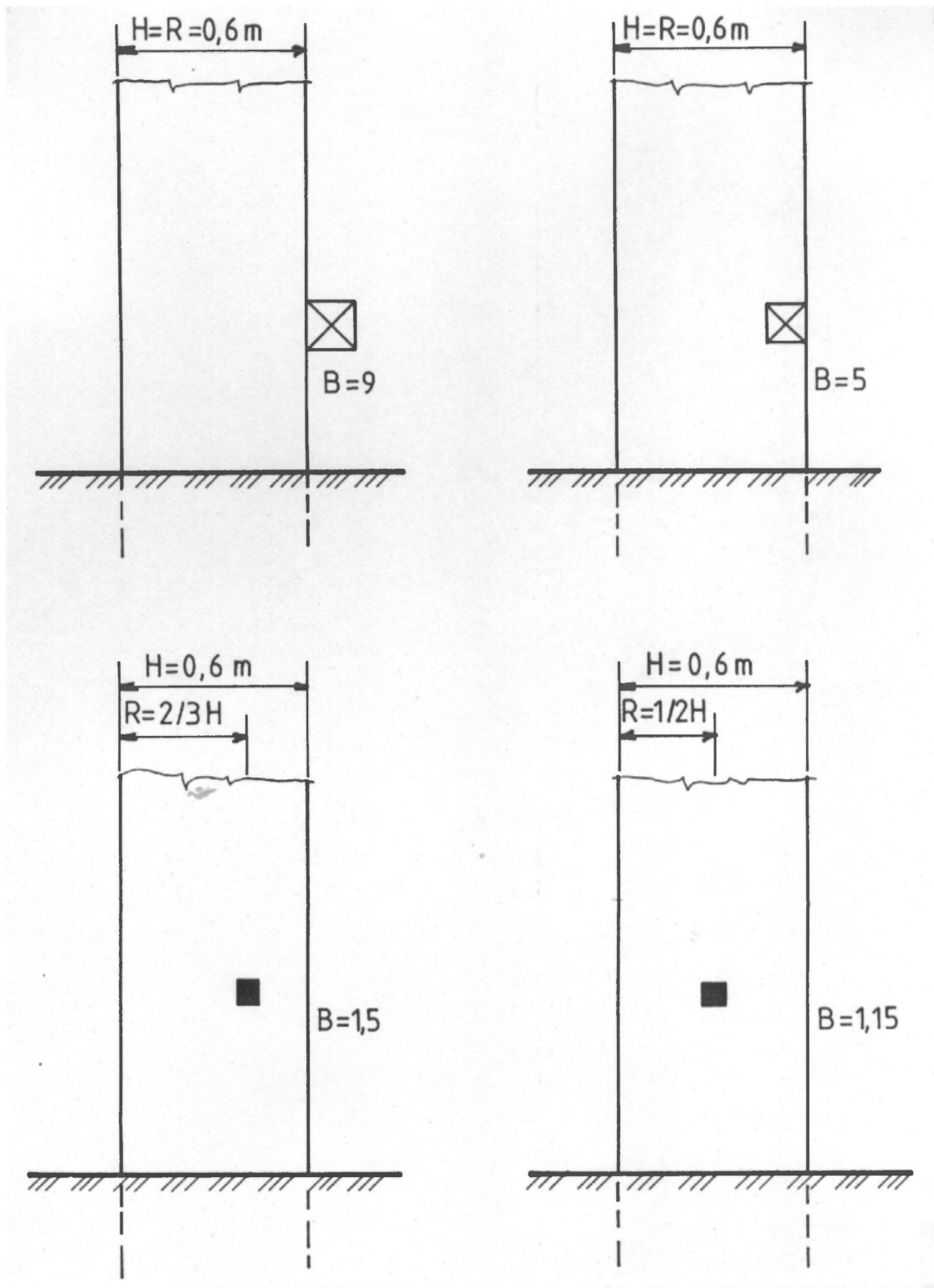
1 – töltet;



9. számú ábra: Acéllemez robbantása nyújtott töltettel (4)

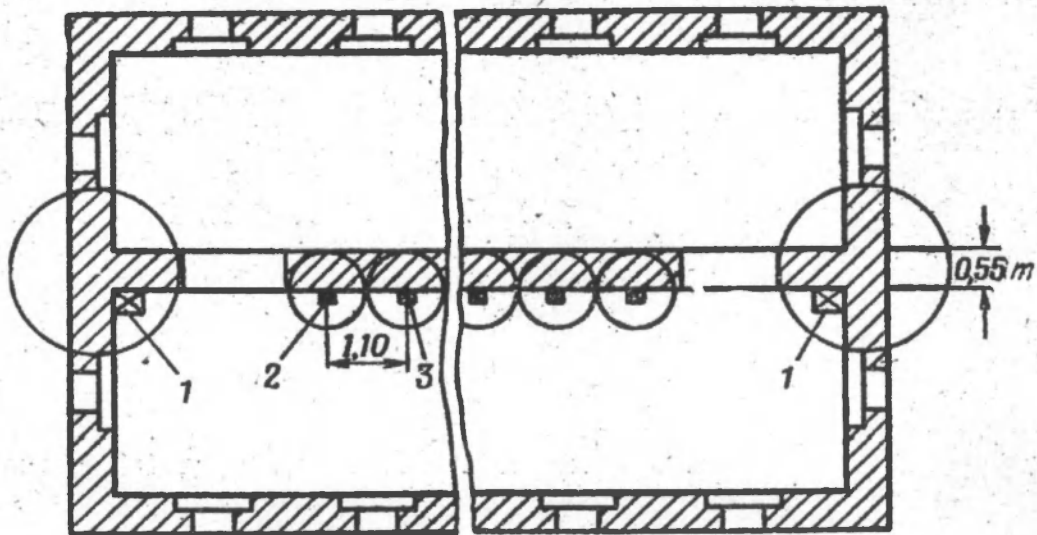
1 – trotilszelencékből álló nyújtott töltet; h – lemeztavagság;

b – lemeztéllesség;



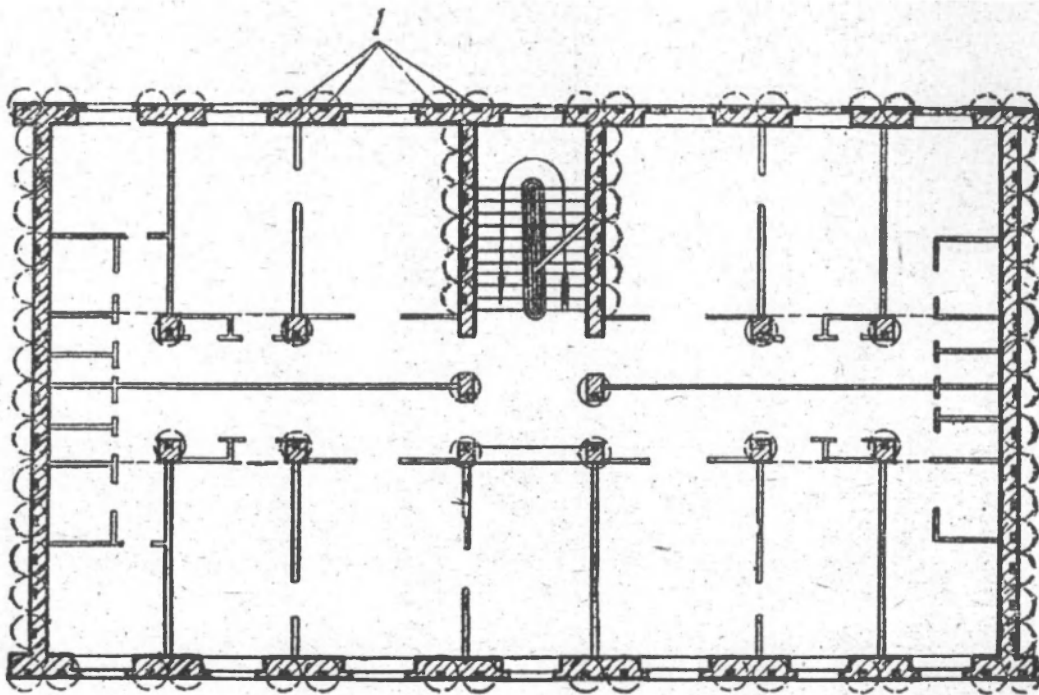
10. számú ábra: Vasbeton oszlop robbantása, különböző töltet elhelyezéssel

(10)



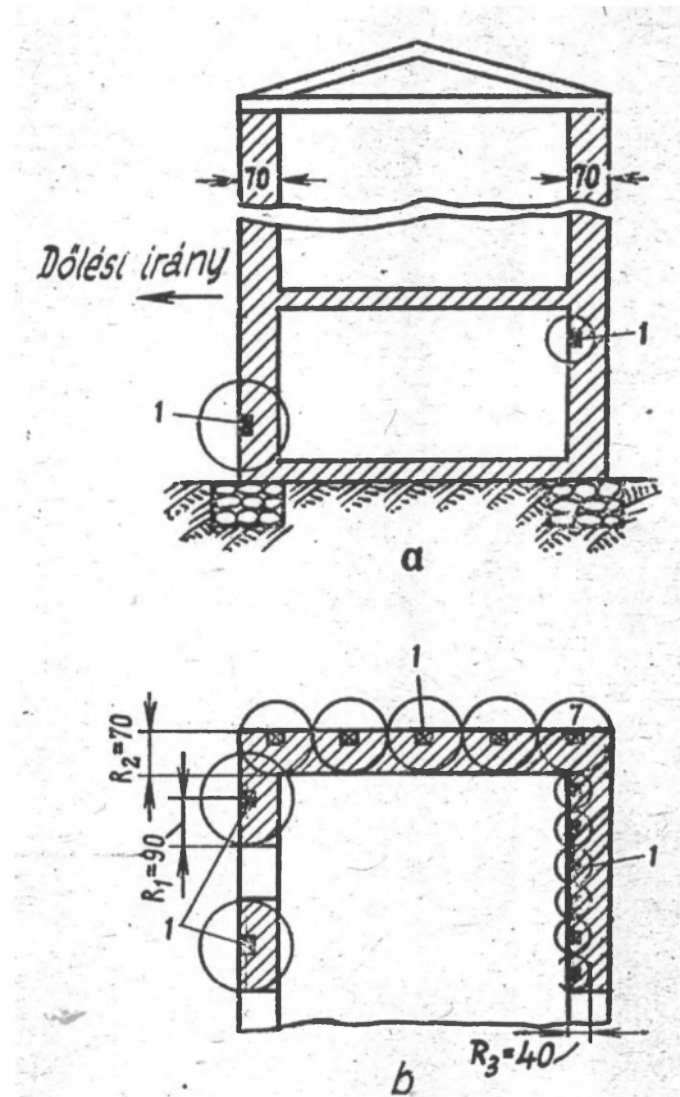
11. számú ábra: Épület rongálása a belső főfal rombolásával (4)

1, 2, 3 - töltetek



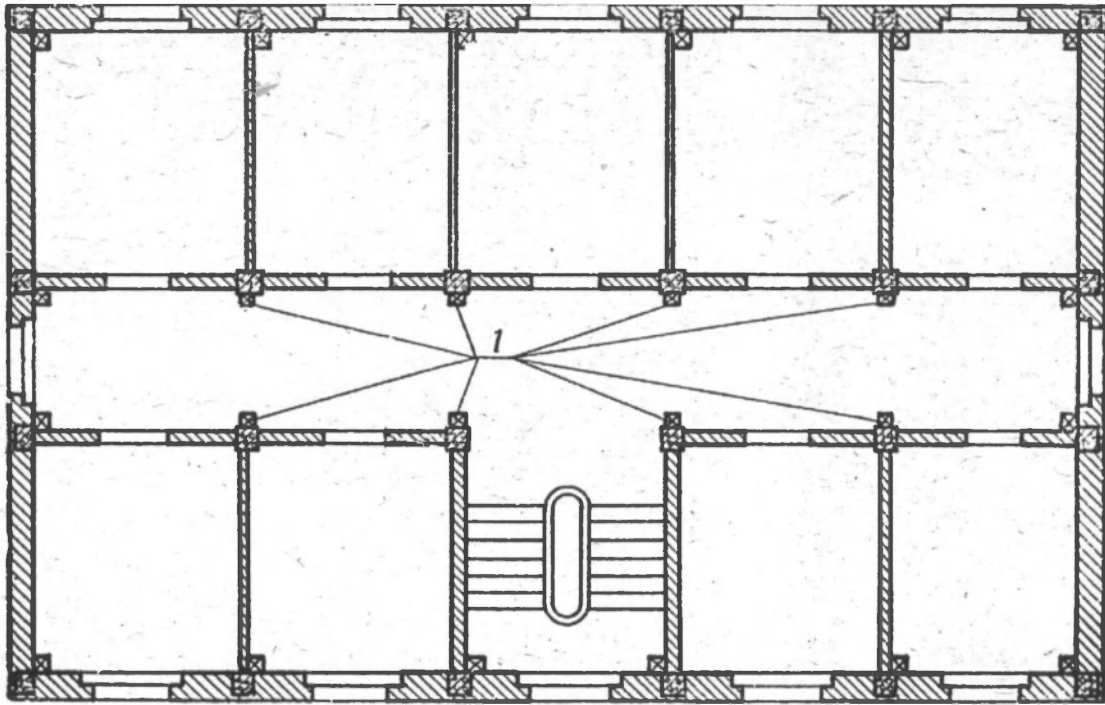
12. számú ábra: Váz nélküli épület helyben való leomlasztása (4)

1 - töltetek



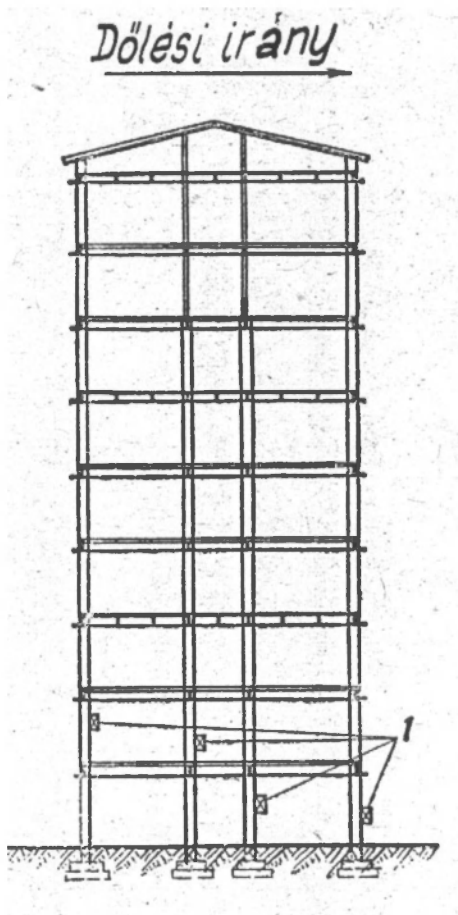
13. számú ábra: Váz nélküli épület oldalra való ledöntése (4)

a, épület keresztmetszete; b, alaprajz; 1 - töltetek



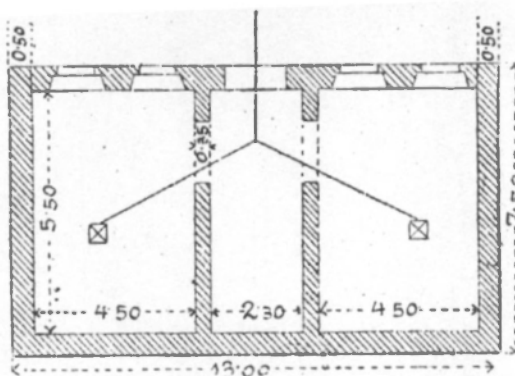
14. számú ábra: Vázás épület egy helyben való leomlasztása (4)

1 – töltetek;

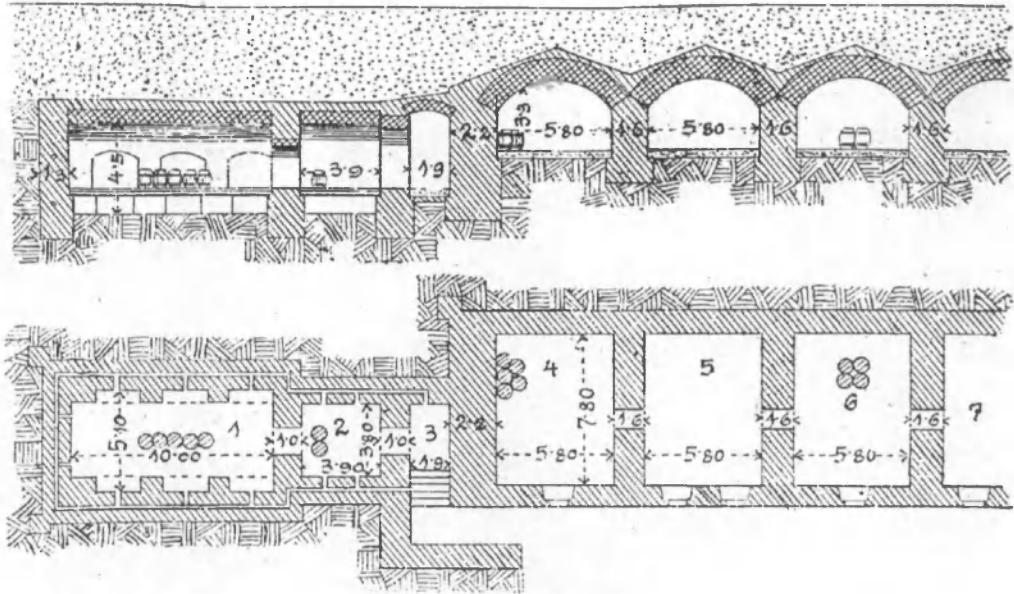


15. számú ábra: Vázás épület oldalra döntése (4)

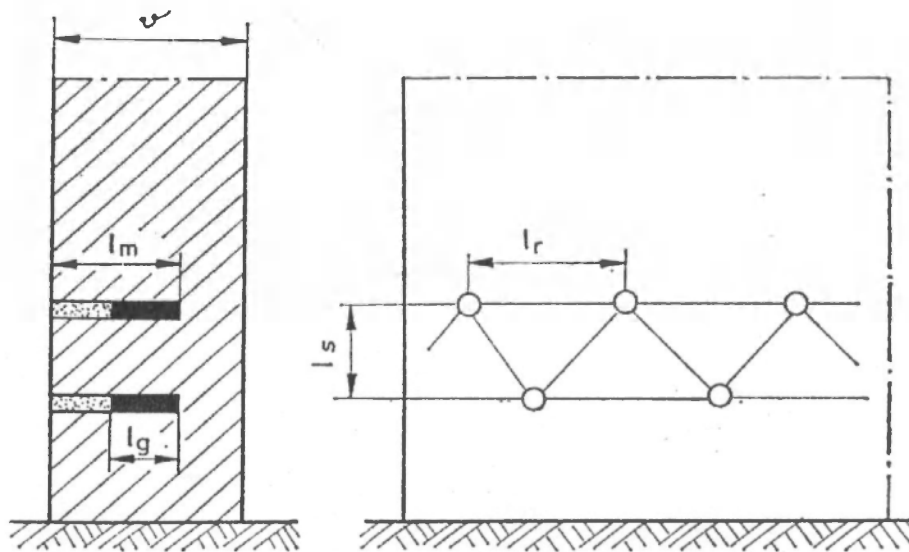
1 – töltetek; 2 – döntési irány



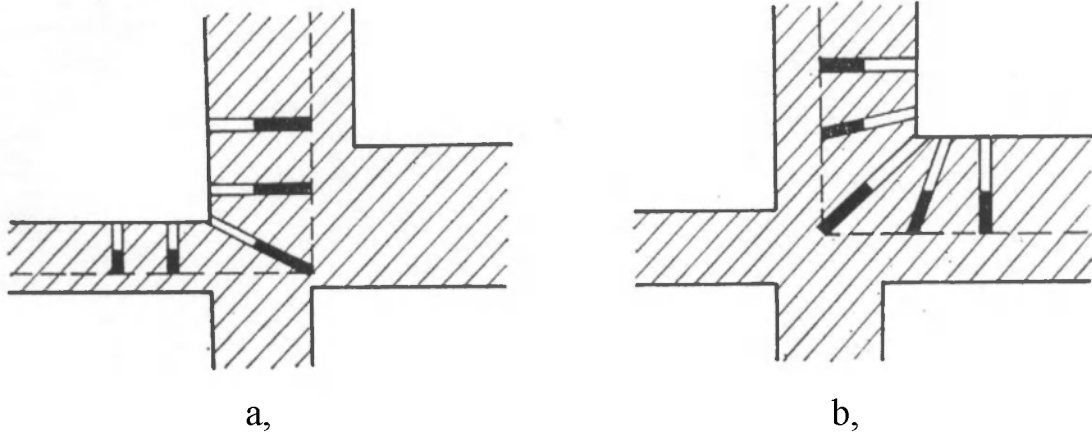
16. számú ábra: Közönséges épület robbantása (1)



17. számú ábra: Várszerű építmények robbantása (1)

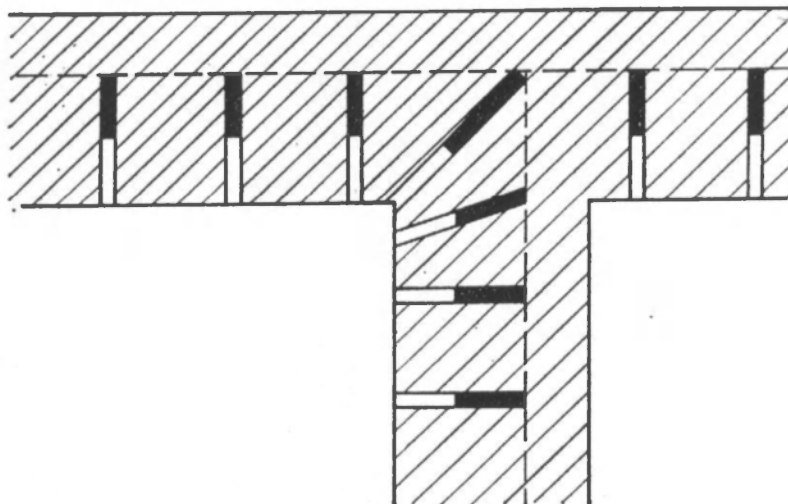


18. számú ábra: Szabadon álló fal robbantása (6)

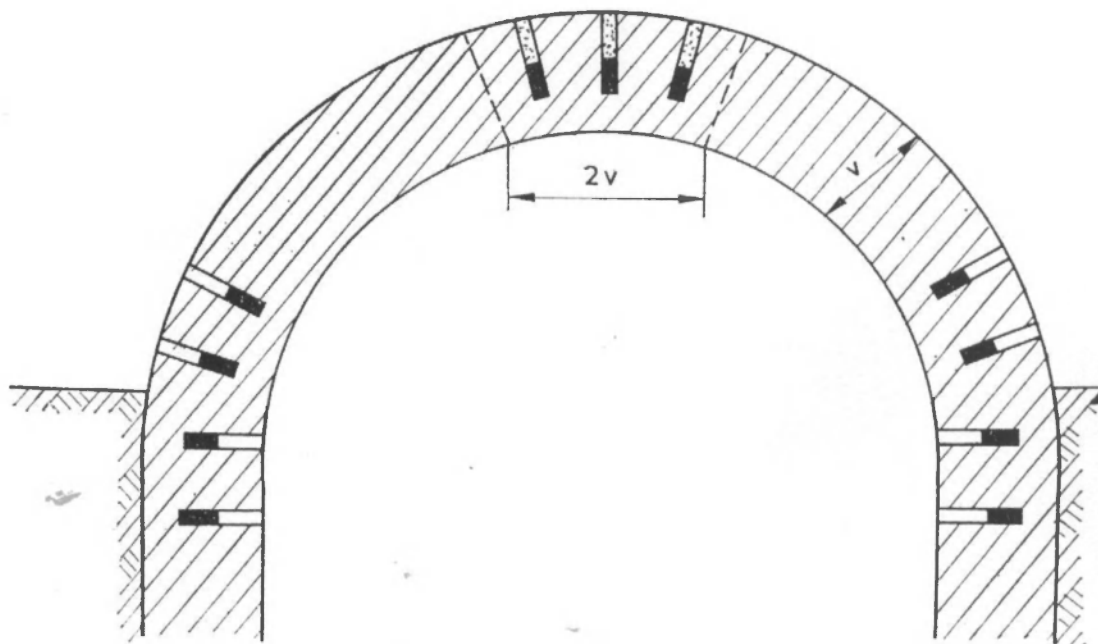


19. számú ábra: Különböző vastagságú falakból álló sarok robbantása (6)

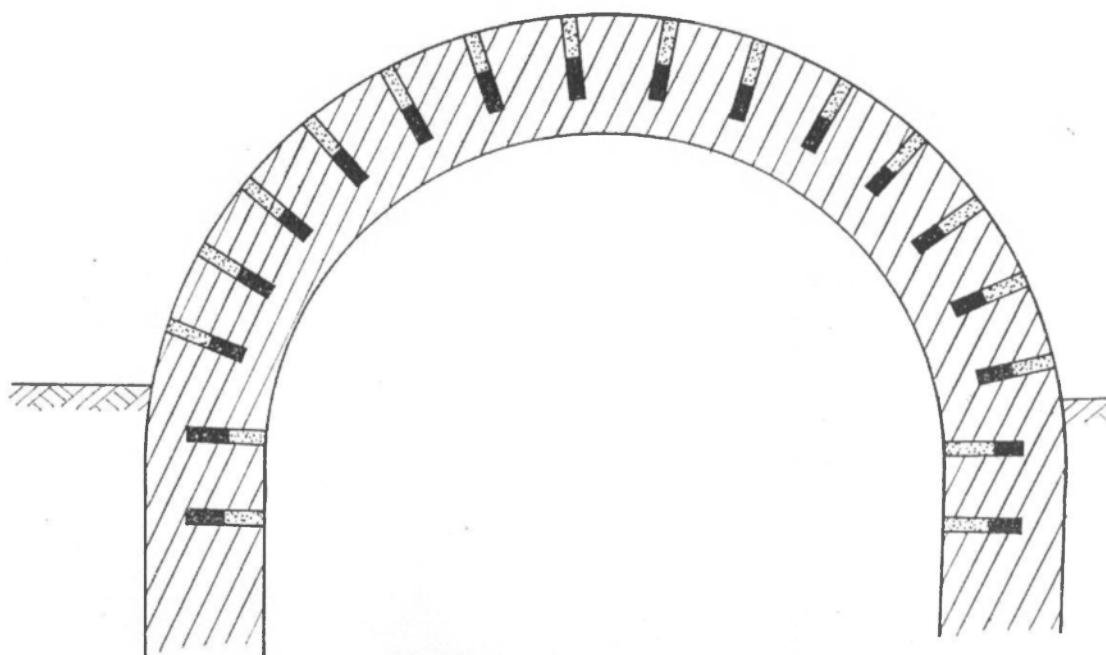
a, helytelen lyuktelepítés; b, ajánlott lyuktelepítés;



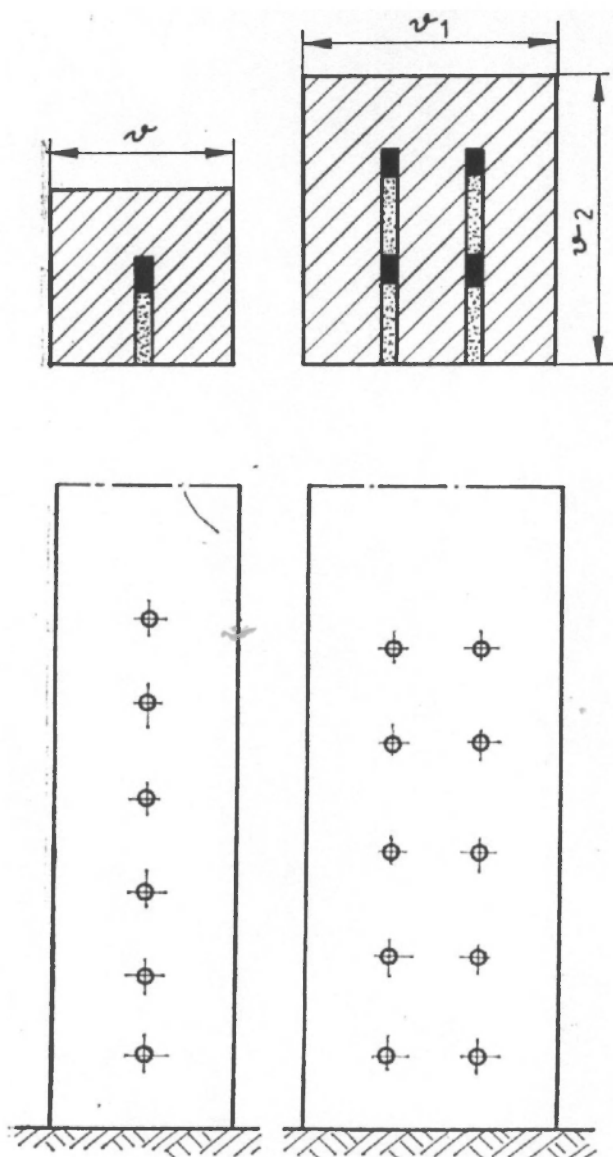
20. számú ábra: Vastag falakból álló sarok fúrása (6)



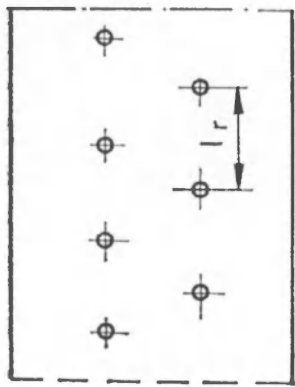
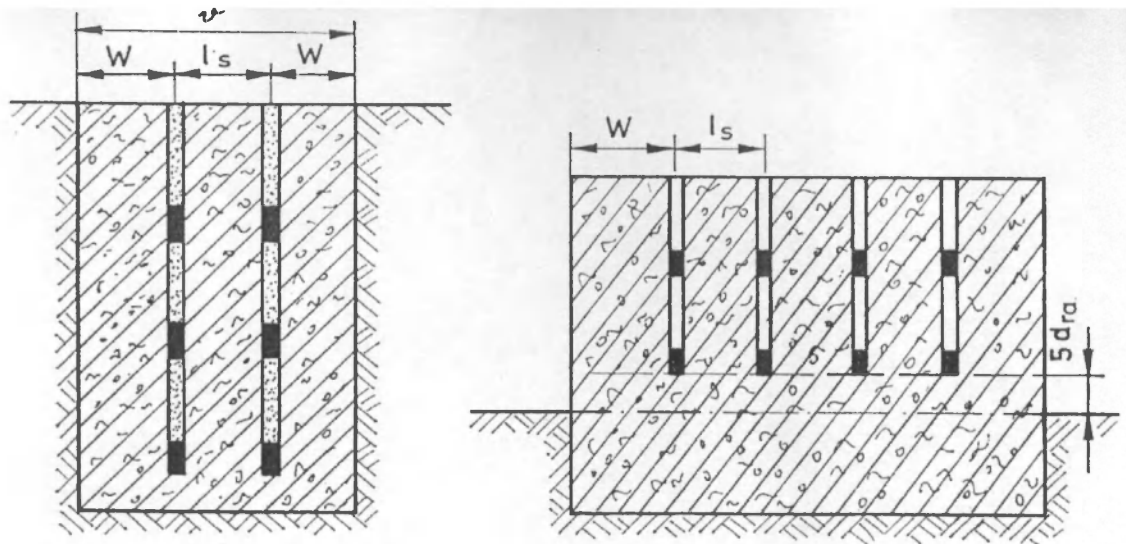
21. számú ábra: Résrobbantásos lyuktelepítés (6)



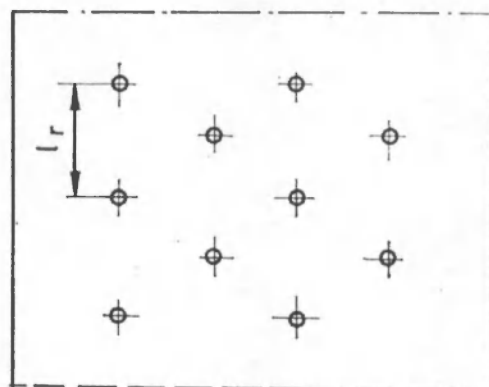
22. számú ábra: Sorrobbantásos lyuktelepítés (6)



23. számú ábra: Pillérek, oszlopok robbantásának lyuktelepítése (6)



a)



b)

24. számú ábra: Alapok lyuktelepítése (6)

a, minden oldalról befogott alap; b, szabadon álló alap