

Sisekaitseakadeemia  
Päästekolledž

**Raido Taalman**  
RK040

**JUHENDMATERJAL ERINEVATE LÕHKEAINETE  
TUVASTAMISEKS**

Lõputöö

Juhendaja:  
magister  
Kai Kaljula  
Kaasjuhendaja:  
professor  
Andres Talvari

Tallinn 2008

## LÕPUTÖÖ ANNOTATSIOON

Kolledž: Päästekolledž	Kuu ja aasta: Mai 2008
Töö pealkiri: Juhendmaterjal erinevate lõhkeainete tuvastamiseks	
Töö autor: Raido Taalmann	allkiri:
<p>Käesolev lõputöö on kirjutatud teemal „Juhendmaterjal erinevate lõhkeainete tuvastamiseks”</p> <p>Töö koosneb 67 leheküljest millest lisasid on 28 , 5 peatükist, 4 tabelist, 4 joonisest ja 3 lisast. Töö on kirjutatud eesti keeles võõrkeelne kokkuvõte vene keeles.</p> <p>Töö koostamisel on kasutatud 11 erinevat kirjanduslikku allikat.</p> <p>Lõputöö koostamise eesmärgiks on koostada juhendmaterjal, mis annaks esmareageerijatele pääste, politsei, kiirabi võimaluse ennem demineerijate kohalejõudmist tuvastada, kas leitud tundmatu aine võib olla lõhkeaine, et vähendada esmareageerijate õnnetusse sattumise võimalust.</p> <p>Esimene peatükk käsitleb lõhkeaine ajalugu, teine peatükk käsitleb lõhkeainete üldist iseloomustust, kolmandas peatükis on kirjeldatud erinevaid lõhkeaineid, neljandas peatükis käsitletakse lõhkematerjali, detonaatorid, süütenööre, detoneernööre, viiendas peatükis kirjeldatakse lõhkeainete tuvastamise meetodeid ja lihtsamaid tuvastamise vahendeid.</p>	
Võtmesõnad: Lõhkeained	
Keywords :	
Säilitamise koht:	
Kaitsmisele lubatud:	
Juhendaja allkiri:	

LÜHENDID .....	4
SISSEJUHATUS .....	5
1 LÕHKEAINE AJALUGU .....	7
2 LÕHKEAINETE ÜLDINE ISELOOMUSTUS .....	9
2.1 Lõhkeaineid iseloomustavad parameetrid .....	10
2.2 Lõhkeainete klassifitseerimine .....	13
3 LÕHKEAINED .....	15
3.1 Püssirohi.....	15
3.2 TNT (2,4,6-trinitrotolueen).....	16
3.3 Dünamiit .....	18
3.4 Meliniit ( trinitrofenool ehk pikriinhape).....	19
3.5 RDX (tsüklotrimetüleentritramiin) .....	20
3.6 PETN (pentaerütritool tetranitraat).....	21
3.7 HMX (tsüklotetrametüleentetranitramiini).....	22
3.8 TATP Triatsetoontriperoksiid.....	23
3.9 Ammooniumnitraat.....	25
3.9.1 Ammoniidid.....	26
3.9.2 Ammonaalid.....	27
3.10 Nitroglütseriin (1,2,3-Propaantriool trinitraat) .....	28
3.11 Liitlõhkeained .....	29
4 LÕHKEMATERIAL .....	31
4.1 Detoneerivnõör .....	31
4.2 Süütenõör .....	31
4.3 Detonaatorid.....	32
4.3.1 Elektri detonaator.....	32
4.3.2 Kapseldetonaator .....	33
5 LÕHKEAINE TUVASTAMISE MEETODID .....	35
KOKKUVÕTE .....	36
Резюме.....	37
KASUTATUD ALLIKAD .....	38
LISAD.....	39
Lisa 1 Lõhkeainete fotod .....	39
Lisa 2 Lõhkematerjali fotod.....	49
Lisa 3 „Juhendmaterjal erinevate lõhkeainete tuvastamiseks” .....	51

# LÜHENDID

Al	aluminium powder	Alumiiniumpulber
AN	ammonium nitrate	Ammooniumnitraat
CAS	chemical abstracts service	kemikaalide rahvusvaheline tähistus
DNT	dinitrotoluene	Dinitrotolueen
EGDN	ethylene glycol dinitrate	Etüleenglükoolidinitraat
HMX	octogen (octahydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazocine)	oktogeen (tsüklotetrametüleentetranitramiin)
NC	nitrocellulose	Nitrotselluloos
NG	nitroglycerin	nitroglütseriin (1,2,3-propaantriool trinitraat)
PETN	pentaerythritol tetranitrate	Pentaerütritooltetranitraat
RDX	cyclonite (hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine)	heksogeen (tsüklotrimetüleentrinitramiin)
SN	sodium nitrate	Naatriumnitraat
TATP	tricycloacetone peroxide	Triatsetoontriperoksiid
TNT	2,4,6-trinitrotoluene	trotüül (2,4,6-trinitrotolueen)

# SISSEJUHATUS

2006 aastal peale sõjaväestatud päästeüksuste reorganiseerimist loodi Päästeameti alluvusse demineerimiskeskus. Demineerimiskeskus koosneb neljast regionaalsest pommigrupist. Demineerimiskeskuse põhiülesanneteks on tegelemine lõhkekehade, pommikahtluste, pommiähvarduste, lõhkeseadeldiste ja plahvatusjärgse tööga. Lisaks tavapärastele demineerimistöodele, töötatakse veel erinevate, seda valdkonda toetavate probleemide lahendamiseks. Näiteks on aktiivselt toetatud erinevaid ennetusprogramme, mis on suunatud plahvatusohu vältimisele. Siinkohal tuleb kindlasti mainida koolidele valmistatud õppefilmi „Ettevaatust plahvatab“, samateemalisi voldikuid ja plakateid, aga ka internetis läbiviidud kodulehekülgede konkursi „Lõhkemata lõhkekehad“. Osaletakse aktiivselt demineerimistöid reguleerivate õigusaktide ja muude dokumentide koostamisel ning rahvusvahelistes demineerimist käsitlevates projektides, nagu IMSMA (Information Management System for Mine Action) ja PIMS (Partnership for Peace Information Program) arendamisel Eestis.

Vaadeldes demineerimiskeskuse statistikat on lõhkeaine leiud Eestis järjest sagenenud. Alates 1993 aastast kuni aastani 2007 on demineerijadel olnud 476 väljakutset, kus on tegemist olnud lõhkeaine leiuga (Tabel 1).

**Tabel 1.** Demineerimiskeskuse statistika lõhkeainete leidude kohta Eestis

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
trotüül, tnt	0	6	4	13	12	11	10	13	11	14	14	12	22	26	24	25	<b>217</b>
Tetrüül	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	<b>5</b>
Ammoniid	0	2	6	11	6	7	6	6	7	5	5	4	14	9	10	18	<b>116</b>
Plastiline	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0	4	2	0	2	2	0	<b>15</b>
Meliniit	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3	0	0	1	1	0	2	<b>9</b>
Nobeliit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	4	1	2	<b>15</b>
Dünamiit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	<b>4</b>
Donariit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	<b>5</b>
ANFO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	<b>3</b>
heksogeen (RDX)	0	0	1	2	0	0	2	1	2	2	2	0	1	1	2	3	<b>19</b>
Merelaeng (TGA)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	<b>4</b>
ammooniumnitraat	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	<b>4</b>
Püssirohi	0	2	1	3	0	2	2	0	2	3	1	4	8	8	11	13	<b>60</b>
<b>Kokku</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>31</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>23</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>53</b>	<b>55</b>	<b>53</b>	<b>65</b>	<b>476</b>

Kui 1990. aastate alguses tegelesid lõhkematerjali ebaseadusliku käitlemisega põhiliselt kuritegelikud rühmitused, siis tänapäeval on neile lisandunud narkomaanid, kes püüavad

lõhkeaine müümise teel oma vajaliku toosi jaoks raha saada või nii nimetatud „militaar arheoloogid”, kes leitud lõhkekehadedest aine välja koogivad, et kestast suveniire valmistada ning lõhkeainet kolleksioneerida või vajadusel müüa. Kindlasti ei saa tähelepanuta jätta olukorda, kus terrorism ei ole enam ainult USA siseriiklik probleem. Terroristlikud rühmitused ründavad riike, kes on liitunud NATOga ja osalevad erinevatel rahutagamis missioonidel. Eesti kaitseväelased osalevad operatsioonidel nii Afganistanis, kui ka Iraagis.

1990, aastate alguses olid põhilisteks leidudeks trotüül ja ammoniit, mida kuritegelik maailm kasutas lõhkeseadeldistes, kuna ainete kättesaadavus oli kõige lihtsam. Lõhkeaine on kujult, pakendilt, struktuurilt ja vormilt väga mitmekülgne. Eeskätt on saadud isevalmistatud lõhkeainete kasutamine. Näiteks kasutavad terroristid väga palju isevalmistatud lõhkeainet TATP, HMTD ja urenitraat, millede puhul on tegemist üli tundlike lõhkeainetega, millede initsierimiseks piisab väikesest sädemest, põrutusest või hõõrumisest.

Kõike eelpool olevat arvesse võttes on väga suur tõenäosus, et politsei-, pääste- või kiirabitöötajad võivad kokku puutuda erinevate lõhkeainetega. Selleks, et vältida õnnetusi lõhkematerjaliga on väga oluline, et inimesed kes oma töös võivad kokku puutuda lõhkematerjaliga teaksid, milline see välja näeb ja mis ohud sellega kaasnevad.

Oma lõputöös käsitlen Eestis enim levinud lõhkeaineid, nende omadusi ja erinevatele lõhkeainetele omaseid tunnuseid.

Töö tulemusena valmib juhendmaterjal mis, annab esmareageerijatele võimaluse sündmuskohal tuvastada, kas leitud aine puhul on tegemist lõhkeainega.

# 1 LÕHKEAINE AJALUGU

Ajaloost on teada, et muistsed aasialased tegelesid iidsetel aegadel alkeemia tõdede katsetamisega. Nad segasid kokku erinevaid aineid, mis tulel kuumutades plahvatasid ning sellega kaasnes nende uskumus igavesele elule, kuid nad ei teadnud, et on esimesed lõhkeaine valmistajad. Aegade jooksul saadi aru, et segades omavahel soola ja väävlit on võimalik esile kutsuda plahvatust. Algselt kasutasid nad leiutist signaalrakettides, kuid peagi mõistsid selle tegelikku sõjatarbelist olemust, katsetades seda vibunoolte otstes (<http://holston-aap.com/hsaap/history.htm>).

Aasialaste teadmised võtsid kiirelt üle araablased ning sellest ajast loetakse lõhkeaineajaloo algust. 1242. aastal oli lõhkeainetest huvitatud inglane Roger Bacon, kes arendas aasialaste teadmisi. Ta oli ka esimene teadaolev teadlane, kes oma katsetused kirjalikult üles märkis ning seega peetakse teda esimeseks püssirohu leiutajaks, kuigi ta „rohtu“ realselt käivitama ehk tööle ei saanud. Sada aastat hiljem uuris tema kirjutisi saksa munk Berthold Shwartz, kes proovis 1380. sama segu, toppides segu metallist torusse, mille tulemina valmisid esimesed püssirohuga täidetud püssid.

Viissada aastat hiljem tuli itaallane Ascan(i)o Sobrero mõttele segada omavahel lämmastikhapet ja glütseriini. 1846. aasta segu osutus äärmiselt võimsaks, kuid tegemist oli väga ebastabiilse vedela lõhkeainega, mida ta nimetas nitroglütseriiniks, kuid mida ei võetud kasutusele lõhkeainena (<http://inventors.about.com/od/estartinventions/a/explosives.htm>).

Itaallane pidas nitroglütseriini sõjanduses massiliseks kasutamiseks liialt ohtlikuks, kuid sellest hoolimata hakati nitroglütseriini mäenduses laialdaselt kasutama, peamiselt tunnelite, kanalite ja teede ehitamisel. Kuna nii mitmedki lõhkajad ei teadnud nende poolt kasutatava aine ohtlikust, tuli ette juhtumeid, kus nitroglütseriini kasutati lambiõlina või määrivi vagunitelgi. Nagu arvata võib, jäi vähemasti samale tegijale esimene taoline eksitus ka viimaseks. Nitroglütseriin oli oma suure tundlikkuse tõttu äärmiselt ohtlik ning 1860 – 1870. aastatel keelati aine igasugune kasutamine (Paks. K 2000).

1867 aastal proovis sama segu valmistada rootsi teadlane Alfred Nobel, kuid teades selle ohtlikust, lisas segule erinevaid kuivaineid, sealhulgas želatiini. Segu õnnestus, kuid ei põlenud soovitud. Ta proovis ka lisada sütt ja puujahu, kuid segu muutus taas äärmiselt ohtlikuks (<http://inventors.about.com/od/estartinventions/a/explosives.htm>). Peagi tuli ta mõttele lisada silikalgeeli, mis oli ka läbimurre teaduses. Alfred Nobel nimetas segu dünamiidiks. Nobel patenteeris 1863. aastal kapseldetonaatori ning hiljem toimiva nitroglütseriini ning dünamiidi. 1865. aastal ehitas Alfred Nobel esimese lõhkeaine tehase, mis hakkas tootma nitroglütseriini ja hiljem dünamiiti. Nobelist sai väga rikas ja kuulus keemik. Kogu oma varanduse pärandas ta preemiarahaks, mida antakse välja ühiskonnas tunnustatud teadlastele tänapäevani kord aastas (<http://holston-aap.com/hsaap/history.htm>).

1863. a. valmistas Saksa keemik Josep Wilbrand esimesena trotüüli, mida hakati sõjanduses kasutama kümnekonna aasta pärast, mäetööstuses aga veelgi hiljem (<http://holston-aap.com/hsaap/history.htm>).

Ammooniumsalpeetriliste lõhkeainete ajalugu algas 1867. a., kui kaks Rootsi keemikut C. Ohlsson ja J. Norrbin leiutasid ja patenteerisid ammoniaakpüüsirohu (rootsi, k. *ammoniakkрут*); mis sisaldas peale ammooniumnitraadi veel saepuru, pikriinhapet, sütt ja nitrobenseeni. Varem oli ammooniumnitraati mõningal määral kasutatud kaaliumnitraadi asendajana e. hapnikukandjana püüsirohtudes.

1959. a. leiutati Kanadas pulplõhkeained (*slurry* – kört, pulp, läga), mille põhikomponentideks on trotüül, püroksüliin, alumiiniumipulber, mitmesugused õlid ja (õli- või vesilahuses) ammooniumsalpeeter. Nende lõhkeainete peamiseks vooruseks on nende ülisuur veekindlus (vees praktiliselt lahustamatud) ning käsitlemisohutus, ka on nende lõhkeainete plahvatusgaasid tunduvalt vähem mürgised. Vesiemulsioonlõhkeainete võidukäik sai alguse peamiselt 80. aastatel, millega oluliselt täiustati nende lõhkeainete valmistamise tehnoloogiat.

RDX leiutajaks oli 1890. aastal saksa meditsiiniteadlane Hans Henning. Lõhkeainena ei võetud teda enne 1920. aastat kasutusele, kuid hüüdnimega märkmeid kasutas Herz, segades nitraati ning heksamiini. Alles 1940 võeti kasutusele keemiline segu, mida II Maailmasõjas kasutati palju nimega torpeks: trotüüli (42%), heksogeeni (40%) ning alumiiniumpulbrit (18%). RDX-i kasutati esimese plastilise lõhkeainena (Meyer. R 1981).



## 2 LÕHKEAINETE ÜLDINE ISELOOMUSTUS

Lõhkeainet võib iseloomustada järgmiste tunnustega:

**Plahvatus** – aine või tema oleku ülikiire muutus, millega kaasneb suure energiahulga vabanemine, temperatuuri järsk tõus ning lõõklaine. Vabaneva energialiigi järgi eristatakse füüsikalist, keemilist ja tuumaplahvatust (Tomberg. T 1998).

**Füüsikaline plahvatus** – plahvatusaine muutub ainult füüsikaliselt, näiteks aurukatla plahvatus (Tomberg. T 1998).

**Keemiline plahvatus** – soojusenergia ja gaasid eralduvad ülikiirete keemiliste reaktsioonidega. Tavaliselt on tegemist õlikiire oksüdeerumisega (Tomberg. T 1998).

**Tuumaplahvatus** – energia vabaneb aatomituuma reaktsioonide käigus (Tomberg. T 1998).

**Lõhkematerjal** - lõhkeaine ja lõhkeainet sisaldav toode, mida peetakse lõhkematerjaliks ÜRO ohtlike kaupade veoks antud soovitusel ja mis kuuluvad nimetatud soovitude kohaselt esimesse ohuklassi (Lõhkematerjaliseadus RT I 2004, 25, 170).

**Lõhkeaine** – keemiline ühend või ühendite mehaaniline segu, mis soojuse, löögi, hõõrdumise, sädeme, leegi, keemiliste reaktsioonide või mõne muu algimpulsi tõttu ilma õhuhapnikuta kiiresti laguneb (Tomberg. T 1998).

**Paiskav lõhkeaine** – lõhkeaine, mida iseloomustab keemiliste reaktsioonide kulgemise suhteliselt väike kiirus (400-1000 m/s), mille tagajärjel kasvab aeglaselt gaaside surve ümbrusele ning tema toime on seetõttu paiskava iseloomuga (Tomberg. T 1998).

**Brisantne lõhkeaine** – lõhkeaine, mida iseloomustab suur detonatsioonikiirus, mille tagajärjel gaaside surve kiire kasv lõhkamispaigas mõjub purustavalt ümbrusele. Brisantsed lõhkeained jagunevad omakorda tugevajõulised-, keskmisejõulised-, nõrgemajõulised brisantsed lõhkeained.

**Initseeriv lõhkeaine** – lõhkeaine, mis plahvatab kergesti suhteliselt nõrga algimpulsi toimele.

Lõhkeainete asendamatus ei seisne mitte neis peitavas energia hulgas, vaid eestkätt nende tohutul võimsusel, st omadusel vabastada keemiliselt seotud energiat äärmiselt lühikese aja jooksul. Selles peitubki lõhkeainete kasutamise mõte, eriti sõjanduses, kus sageli ajaelement on olulise tähtsusega ja sooritatava töö iseloom nõuab erakorraliselt võimsaid

energiaallikaid. Lõhkeainete rakendamisel tuleb arvestada, et nad omavad võrreldes teiste energiaallikatega olulisi iseärasusi, millest eestkätt tuleks silmas pidada nende tundlikkust välistele mõjutustele ja erinevat rakendustehnikat (Meyer. R 1981, Buxhoevden. D 1923). Oht lõhkeainetega tegelemisel on seda väiksem, mida paremini tuntakse igal üksikjuhul tarvitatava lõhkeaine omadusi ja iseärasusi. On olemas mitmeid erinevaid meetodeid lõhkeaine füüsikaliste omaduste määramiseks.

Oluline on teada, mis on plahvatuspõlemine ehk deflagratsioon ning detonatsioon. Deflagratsioonil liigub põlemistsoon soojusjuhtivuse teel edasi kiirusega 400 - 1000 m/s (Tomberg. T 1998). See kiirus sõltub lõhkeaine omadustest ja välistingimustest: rõhk, temperatuur. Plahvatuspõlemine on iseloomulik viskavatele ehk paiskavatele lõhkeainetele, näiteks püssirohule. Sõltuvalt välistingimustest võib lõhkeaine plahvatuspõlemine üle minna detonatsiooniks ja ka vastupidi. Plahvatuspõlemisel vabaneb sama suur hulk energiat, kui detonatsioonil, kuid väiksema levimiskiiruse tõttu on plahvatuse võimsus kümneid kordi väiksem.

Detonatsiooniks nimetatakse rõhu järsust suurenemisest (lööklaine, löök) põhjustatud erakordselt kiiret, kuni 10000 m/s eksotermiliste protsesside levikut aines. Detonatsioon on iseloomulik brisantsetele ehk purustavatele lõhkeainetele. Plahvatuse suur kiirus ja plahvatusgaaside surve purustatavale materjalile sarnaneb oma iseloomult lühikese jõulise lõögiga, mis purustab materjali. Positiivse hapnikubilansiga lõhkeaine sisaldab liigset hapnikku ja lõhkamisel eraldub selle tulemusena rohkem lämmastikoksiide. Negatiivse hapnikubilansiga lõhkeaines on hapniku puudujääk ja lõhkamisel eraldub selle tulemusena rohkem süsinikoksiide.

## ***2.1 Lõhkeaineid iseloomustavad parameetrid***

Lõhkeaineid iseloomustavate parameetrite e. lõhkeainete omaduste järgi eristatakse lõhkeaineid üksteisest ning hinnatakse nende kasutamise efektiivsust, ohtlikkust, samuti nende säilitamise, ladustamise ja transpordi võimalikkust (Meyer. R 1981).

### **Vaadeldavatest omadustest põhilisemateks oleksid**

**Lõhkeaine tundlikkuse** määrab selle võime detoneeruda välise algimpulsi toimetel. Erinevate lõhkeainete tundlikkus varieerub väga suurtes piirides. Lõhkeaine

tundlikkuse ja ohtlikkuse hindamiseks määratakse katseliselt tundlikkus soojusimpulsside, löögile, hõõrdumisele ja initsieerimisele.

Lõhkeaine soojustundlikkus määratakse leekpunktiga (Meyer. R 1981). Lõhkeaine leekpunktiks nimetatakse minimaalset temperatuuri, mille puhul lõhkeaineproov eksperimentaalsel kuumutamisel määratletud ajajooksul süttib.

**Lõhkeaine löögitundlikkus** määratakse langetusseadeldise abil, kus lõhkeaineproov asetatakse terasplokki terassilindrite vahele. Alumine silinder toetub tugevale alusele. Ülemisele silindrile kukutatakse teatud raskus (üldjuhul 2 kg), millega määratakse lõhkeaine löögitundlikkus (Tomberg. T 1998).

Lõhkeaine hõõrdetundlikkus määratakse pöörlemist ja survet tekitava puurpingi (50 p/min) abil, milles lõhkeainele on lisatud hõõrdumist suurendavaid lisandeid või tekitatakse vastav metallist hõõrdepink sarnaselt löögitundlikkuse määramisele.

**Lõhkeaine brisantsus** iseloomustab tema võimet purustada teda ümbritsevat keskkonda. Selle määramiseks kasutatakse nn. Hessi meetodit (Paks. K 2000), kus lõhkeaine lõhatakse pliisilindri peal oleval terasplaadil. Pahvatuse toimel silindri kõrgus väheneb ja see vähenemine millimeetrites ongi lõhkeaine brisantsuse arvvaartuseks.

**Lõhkeaine fugassilisus** ehk töövõime iseloomustab lõhkeaine omadust teostada tööd teda ümbritsevas keskkonnas st. purustada või liigutada laengust kaugemal olevat objekti lööklaine ja plahvatusgaaside surve mõjul. Lõhkeaine töövõime määratakse Trautslit meetodil, kus prooviks on 200 mm läbimõõduga ja kõrgusega pliiplokk. Ploki keskel on auk kuhu asetatakse lõhkeaine (10 g) ja elektridetonaator, augu topisena kasutatakse kuiva räniliiva. Plahvatuse toimel plokk muutub seest õõnsaks, ruumala mõõdetakse ära kuupsentimeetrites. Sellest lahutatakse esialgse augu ruumala ning ruumala, mille tekitas kapseldetonaatori plahvatus. Saadud ruumala kuupsentimeetrites ongi lõhkeaine töövõime arvvaartus (Paks. K 2000).

**Lõhkeaine detonatsioonikiirus** on löökaine liikumise kiirus lõhkeaines. Katseliselt leitakse detonatsioonikiirus Dotrisi meetodil. Detonatsioonikiirust mõõdetakse cm/s.

Lõhkeaine keemiline püsivus iseloomustab lõhkeaine keemiliste omaduste stabiilsust. Õnnetuste või tõrgete ära hoidmiseks on tarvis teada, kas lõhkeaine reageerib teda ümbritsevate keemiliste ühenditega ning, kui reageerib siis millistega ja, mis tingimustes. Samuti on tarvis teada, mis on sellise reaktsiooni tulemus. Lõhkeaine võib selliste reaktsioonide käigus kaotada oma plahvatuslikud omadused või muutuda hoopis üliohtlikuks.

Lõhkeaine füüsikalist püsivust iseloomustakse järgmiste näitajatega (Paks. K 2000):

- hügroskoopsus – lõhkeaine niiskuse suurenemine õhuniiskuse toimele, mis vähendab detonatsiooni võimet;
- paakumine – puistelõhkeainest suuremate tükkide moodustumine, mis tunduvalt pärsib detonatsiooni võimet;
- Veekindlus – lõhkeaine detonatsiooni võime säilimine vees;
- Kihistumine – transportimisel või ladustamisel lõhkeaine komponentide eraldumine tiheduse järgi, mis vähendab lõhkeaine detonatsiooni võimet.

**Tabel 2.** Mõningate lõhkeainete arvestuslikud koefitsendid

<b>Lõhkeaine tüüp</b>	<b>Efektiivsus versus TNT</b>
Tritonaal 80/20	1,53
Nitroglütseriin	1,50
Segu C (plastiklõhkeaine)	1,34/1,4 pentüül
Segu B <sub>2</sub>	1,31
Torpeks	1,25
Tritonaal 90/10	1,23
Tsiklotool	1,23
Segu B <sub>1</sub>	1,10
Endatool	1,05
<b>Trotüül</b>	<b>1,00</b>
Pikratool	1,00
60% dünamiit	0,83
60% zelatiindünamiit	0,76
40% dünamiit	0,65
Must püssirohi	0,55
60% ammppnium dünamiit	0,53
40% zelatiindünamiit	0,42
40% ammoonium dünamiit	0,42
Ammoniit maa all	0,8
Ammoniit õhus	0,6

## **2.2 Lõhkeainete klassifitseerimine**

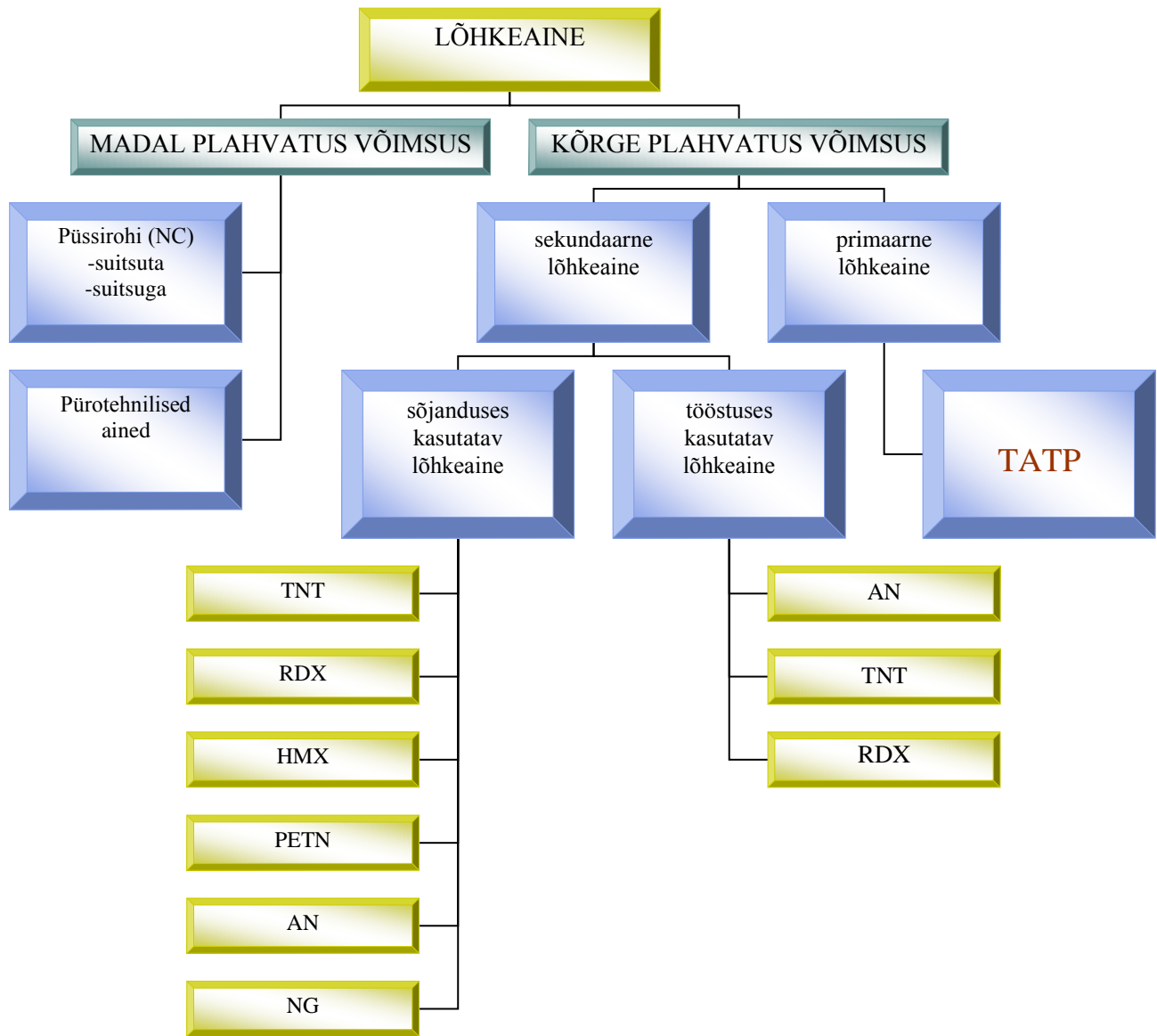
### **Lõhkematerjali allklassid**

Lõhkematerjalid kuuluvad ohtlikkuse järgi hoidmisel ja veol ohtlike ainete rahvusvahelise klassifikatsiooni alusel esimesse ohuklassi, mis omakorda jaguneb kuude allklassi:

- 1) allklass 1.1 – ained ja tooted, mille eripäraks on võime plahvatada kogu massiga, s.o hetkeliselt plahvatab kogu kooshoitav lõhkematerjal;
- 2) allklass 1.2 – ained ja tooted, mis ei plahvata kogu massiga, vaid nad paiskuvad plahvatusel laiali, kahjustades ümbritsevat keskkonda või objekte;
- 3) allklass 1.3 – ained ja tooted, mis põlemisel eraldavad suurel hulgal soojuskiirgust või süttivad üksteise järel väikeste plahvatus efektidega või laialipaiskumisega või esinevad need efektid koos;
- 4) allklass 1.4 – ained ja tooted, mis võivad süttimisel või initsieerimisel ainult osaliselt plahvatada. Plahvatus toimub üldjuhul ainult mingis konkreetses pakendis ega kandu edasi teistele pakenditele. Välispidine tuli (kuumutamise) ei põhjusta pakendi sisu hetkelist plahvatust;
- 5) allklass 1.5 – massiplahvatusohtlikud ained, mis on niivõrd tuimad, et normaalsetel tingimustel on nende initsieerumine või põlemise üleminek plahvatusse vähetõenäoline. Need ained ei tohi plahvatada tulekindluse katsetel;
- 6) allklass 1.6 – üliväikese tundlikkusega massiplahvatusohtud tooted. Need tooted sisaldavad äärmiselt tuimi lõhkeaineid ja nende initsieerimine või selle levimise tõenäosus on tühiselt väike (Lõhkematerjali jaotus allklassidesse ja sobivusrühmadesse RTL, 28.04.2004, 47, 813).

Lõhkeaineid saab klassifitseerida mitmel erineval moel, mis sõltub erinevatest kriteeriumidest. Lõhkeaineid on võimalik jagada vastavalt kõrge ja madala võimsusega lõhkeainete klassidesse, lõhkeaine klassi kuuluvus sõltub reaktsiooni kiirusest. Kahe lõhkeaine tüübi erinevus on ka tema kasutamise otstarbes. Kõrgendatud võimsusega lõhkeaineid paiskelaenguna. Kõrgendatud võimsusega lõhkeaineid võib omakorda jagada kahte gruppi sõltuvalt nende kasutamise vajadusest ja funktsioonist. Primaarsed ehk initsieerivad lõhkeained kasutatakse detonaatorites ja teise võimsusastmega lõhkeaineid kasutatakse pea laenguna.

Teiseks klassifikaatoriks on sõjanduses kasutatava lõhkeaine ja tööstuses kasutatava lõhkeaine tootjate markeerimine ja tootmine. Need klassid on seadusega kirjeldatud, kuid kolmas klassifitseerimine on improviseeritud ehk isevalmistatud lõhkeained. Alljärgneval *joonisel 1* on visuaalne skeem lõhkeainete jagunemise kohta.



**Joonis 1.** Lõhkeainete klassifitseerimine

# 3 LÕHKEAINED

## 3.1 Püssirohi

### Must püssirohi

Must püssirohi on vanim lõhkeaine, mille koostises on 5-15% puusütt, 8-19% väävliit, 63-77% kaaliumsalpeetrit. Puusüsi on segus põlevainena, kaaliumsalpeeter hapniku andva ainaena ja väävel süütamiseks, põlemise kiirendamiseks ning ühetaoliseks muutmiseks. Ained jahvatatakse ja segatakse omavahel ettevaatlikult. Saadud segu niisutatakse, pressitakse kokku, kuivatatakse ja jahvatatakse teradeks (Paks. K 2000).

Must püssirohi tekitab plahvatusel ainult 40% kasulikke gaase, 60% jääkidest on tahked ained (tahm ja suits).

Musta püssirohu värvus varieerub mustast hallikasmustani.

Ainet toodetakse mitmesuguste suuruste graanulitena, pulbrist kuulideni läbimõõduga 5 mm.

Must püssirohi ei vanane, kuid kardab niiskust. Kui niiskuse sisaldus ületab 2%, siis võtab püssirohi halvasti tuld, 15% niiskuse sisalduse juures ei põle üldse. Pärast kuivamist taastuvad püssirohu kõik omadused (Paks. K 2000).

Kuivas olekus plahvatab must püssirohi harilikult sädemest. Kiirel kuumutamisel (kuni 300°C) süttib põlema ja plahvatab. Pikaajalisel kuumutamisel laguneb plahvatuseta.

Põlemissoojus 665 kcal/kg

Põlemiskiirus 400 m/s

### 3.2 TNT (2,4,6-trinitrotolueen)

TNT on enim levinud sõjanduses kasutatav lõhkeaine. Trotüül on madala sulamistemperatuuriga, stabiilne, vähetundlik löögile, hõõrdele, soojusele. Varieerub helekollasest helepruuni värvuseni. Kristalne aine, vees ei lahustu. Hästi pressitav, metallidega ei reageeri, püssikuulist ei plahvata. Pressitud trotüüli tihedus on  $1550 \text{ kg/m}^3$ , detonatsioonikiirus  $7000 \text{ m/s}$ , töövõime  $360 \text{ cm}^3$ , brisantsus  $15 \text{ mm}$  ning löögitundlikkus  $85 \text{ cm}$ . Sõjanduses kasutatakse ka sulatatud trotüüli, mille tihedus on  $1600 \text{ kg/m}^3$ . Sulatatud trotüül on hariliku detonaatori jaoks liiga tuim ning seda peab lõhkama pulbrilisest trotüülist vahelaengu abil (Tomberg. T 1998)

**CAS Registry Number** (<http://webbook.nist.gov/chemistry>) :118-96-7

**TNT teised nimed:** trotüül; benseen; *tol*; *2-methyl-1,3,5-trinitro-*; *tolite*; *tritol*; *2-methyl-1,3,5-trinitrobenzene*; *nci-c56155*; *2,4,6-trinitrotolueen*; *oil*; *un 0209*; *un 1356*; *1-methyl-2,4,6-trinitrobenzene* jt. (<http://webbook.nist.gov/chemistry>).

Molekulivalem:  $\text{C}_7\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_6$

Struktuurivalem (<http://webbook.nist.gov/chemistry>):

Molekulmass (Paks. K 2000):  $227,15 \text{ g}$

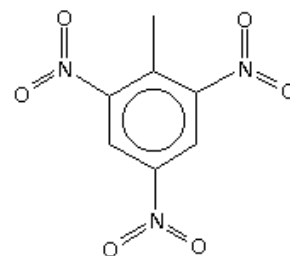
Sulamispunkt:  $80,65^\circ\text{C}$

Süttimistemperatuur:  $300^\circ\text{C}$

Aktiveerimisenergia (<http://webbook.nist.gov/chemistry>):  $34,18 \text{ kcal/mol}$

Põlemissoojus:  $3590 \text{ kcal/kg}$

Plahvatussoojus:  $1011 \text{ kcal/kg}$





Aine värvus varieerub hele kollasest kuni tumepuuni värvuseni ning esineb: pulbrina, pressitud, graanuleeritud ning valatud kujul.

Trotüül ei lahustu vees, küll aga lahustub mõnes orgaanilises lahuses nt. atsetoonis.

Trotüül on väga püsiv aine, mis ise ei sütti ega lagune ka pika aja jooksul.

Leelisega kokkupuutes moodustab trotüül keemilise ühendi trotülaati, mis on tundlikum nii mehaanilisele mõjutusele kui ka lahtisele tulele. Trotülaati on võimalik ära tunda trotüüli värvuse muutumise järgi, muutub erkpunaseks. Metallidega trotüül ei reageeri.

Trotüüli põlemisel kinnises ruumis või suurtes kogustes läheb põlemine üle detonatsiooniks. Põhjuseks on gaaside rõhu ja temperatuuri kiire tõus.

### **3.3 Dünamiit**

Dünamiitideks nimetatakse lõhkeaineid, milles nitroglütseriin on segatud mõne teise ainega, mis muudab saadud segu piisavalt tuimaks, et seda on võimalik kasutada lõhkeaine laengutes (Paks. K 2000). Dünamiitide üks peamisi komponente on nitroglütseriin, mis määrab ära ka dünamiidi omadused.

Dünamiidid sisaldavad peale nitroglütseriini ka teisi lõhkeaineid, põlevaid aineid, hapnikukandjaid ning inertseid täiteaineid. Lõhkeainetest kasutatakse lisaks nitroglütseriinile ja nitroglükoolile (vähemalt üks peab neist olema, et oleks tegemist dünamiidiga), veel kolloodiuumpuuvilla või ammooniumsalpeetrit. Hapnikukandjatena kasutatakse kaalium- või naatriumsoolasid, põleva ainena peamiselt puidujahu ning inertse täiteainena peamiselt diatomiiti (Tomberg. T 1998).

Selle järgi, kas sideaine on plahvatusreaktsioonis aktiivne või passiivne, eristatakse dünamiite (Paks. K 2000).

Külmumisel muutuvad nitroglütseriini väljakristalliseerumise tõttu dünamiidi struktuur ja koostis. Külmunud dünamiiti on äärmiselt ohtlik käsitleda, sest plahvatuse võib põhjustada padrunikesta läbitorkamine või pooleks murdmine. Väga ohtlik on pooleldi külmunud või pooleldi ülessulatatud dünamiit (Tomberg. T 1998).

Hariliku dünamiidi külmumistemperatuur on + 10 °C (Tomberg. T 1998).

Valmistatakse ka külmakindlaid dünamiite milles on nitroglütseriini ja nitroglükooli segu. Külmakindlate dünamiitide külmumistemperatuur on -20 °C. (Tomberg. T 1998).

Eksudeerumiseks nimetatakse vedelkomponentide (nitroglütseriin, nitroglükool) eraldumist dünamiidist. Eksudatsioon esineb dünamiitide kauaaegsel hoidmisel. Eksudeeruv dünamiit on sama ohtlik, kui vaba nitroglütseriin. (Tomberg. T 1998)

### 3.4 Meliniit ( trinitrofenool ehk pikriinhape)

Meliniit ehk pikriinhape on tugevajõulise prisantsusega lõhkeaine. Ainet kasutati juba 17. sajandi lõpus. Ainet algselt kasutati laialdaselt värvitööstuses ja putukatõrjeks. 1843. aastal valmistas Laurent esimesena pikriinhapet fenoolist ehk karboolhapest (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH) nitreerimise teel ja tegi ühtlasi kindlaks pikriinhappe koostise. 1886. aastal avastas, et lahustatud ja pressitud kujul on pikriinhape suurema purustusjõuga lõhkeaine, kui püroksüülin. Sellest peale hakati pikriinhapet laialdaselt kasutama suurtükimürskude lõhkelaengutes (Paks. K 2000).

Meliniidi teised nimed: *Phenol, 2,4,6-trinitro-*; *Picric acid*; *Trinitrophenol*; *1,3,5-Trinitrophenol*; *2,4,6-Trinitrofenol*; (<http://webbook.nist.gov/chemistry>)

**CAS Registry Number** 88-89-1 (<http://webbook.nist.gov/chemistry>).

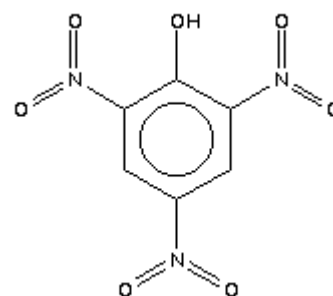
Struktuurivalem (<http://webbook.nist.gov/chemistry>):

Molekulivalem: C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>(NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>OH (Yinon. J 1993)

Detonatsiooni kiirus: 7250 m/s – 8000 m/s

Tihedus: 1600 kg/m<sup>3</sup>

Brisantsus: 18 mm



Meliniit on erkkollast värvi ning esineb pulbrilisel kujul, millest on pressitud nii pulkaside kui brikette.

Kiirel kuumutamisel +300°C juures plahvatab. Meliniidi põlemine ei ole täielik ja tekitab mürgiseid gaase, mis sissehingamisel kahjustavad hingamisteid.

Oma iseloomult sarnaneb meliniit happega ja pikaajalisel kokkupuutel metallidega tekitab ta soolasid e. pikraate, mis on väga tundlikud lõhkeainena.

### 3.5 RDX (tsüklotrimetüleentrinitramiin)

RDX on tuntuim ja tähtsaim sõjanduses kasutatav lõhkeaine. Heksogeenil on kõrge keemiline stabiilsus ning kõrge plahvatus võimsus. Kasutatakse ka puhtalt kuid üldjuhul siiski erinevates segudes.

**CAS Registry Number** (<http://webbook.nist.gov/chemistry>): 121-82-4

**RDX teised nimed:** heksogeen; tsüklotrimetüleen trinitramiin; 1,3,5-trinitro-1,3,5-triasatsükloheksaan; tsükloniit; *hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine*; *trimethylenetrinitramine*; *1,3,5-trinitrohexahydro-1,3,5-triazine* jt (<http://webbook.nist.gov/chemistry>).

Molekulivalem:  $C_3H_6N_6O_6$  (Yinon. J 1993)

Struktuurivalem (<http://webbook.nist.gov/chemistry>):

Molekulmass (<http://webbook.nist.gov/chemistry>): 222,12g

Sulamispunkt: 202°C: 204°C

Süttimistemperatuur: 229°C

Aktiveerimisenergia: 47,08 kcal/mol

Põlemissoojus: 2285 kcal/kg

Plahvatussoojus: 1324 kcal/kg

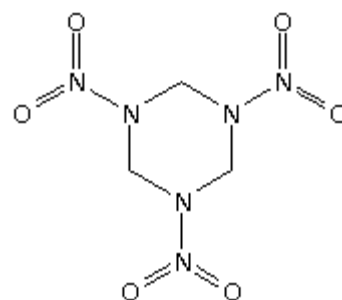
Tihedus: 1700 kg/m<sup>3</sup>

Detonatsioonikiirus: 8300 m/s

Töövõime: 520 cm<sup>3</sup>

Brisantsus: 29 mm

Löögitundlikkus: 30cm



RDX ei kasutata ka kunagi päris puhtana vaid teiste lõhkeaine segudes nagu TNT või lisatakse erinevat tüüpi plastifikaatoreid või metalli pulbreid.

RDX on toksiline põhjustades üldise kehalise halvatus, mille tagajärjel võib kaotada teadvuse, lihaste krampid, peapööritus, peavalu, iiveldus ning oksendus (Yinon. J 1993)

### 3.6 PETN (pentaerütritool tetranitraat)

**PETN** valget värvi kristalliline pulber. Kuna tegemist on tundliku lõhkeainega, kuid mille tava käsitlemine on ohutu. Kasutatakse detonaatorites sekundaarse lõhkeainena ning detoneerivates nöörides (Yinon. J 1993).

**CAS Registry Number** (<http://webbook.nist.gov/chemistry>): 78-11-5

**PETN teised nimed:** dinitraat (ester); TEN; *angicap*; *angitet*; *antora*; *arcotrate*; *chot*; *dipentrate*; *pen-tetra*; *pentaerythrityl tetranitrate*; *pentafin*; *pentanitrine*; *pentanitrol*; *pet*; *quintrate*; *rythritol*; *1,2,2-bis(nitroxy)methyl-,dinitrate(ester)*; *1,3-propanediol, 2,2-bis[(nitrooxy)methyl]- jt.* (<http://webbook.nist.gov/chemistry>)

Struktuurivalem (<http://webbook.nist.gov/chemistry>):

Molekulivalem:  $C_5H_8N_4O_{12}$

Molekulmass (Yinon. J 1993): 316,2 g

Sulamispunkt : 141,3°C

Ei ole hügrokoopne (Yinon. J 1993).

Aktiveerimisenergia: 47,08 kcal/mol

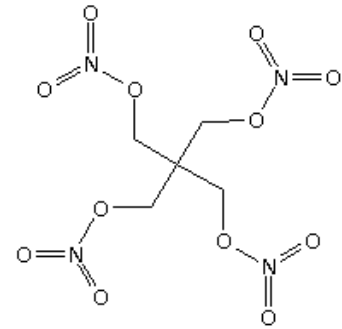
Tihedus on 1620: kg/m<sup>3</sup>

Detonatsioonikiirus: 8200-8700 m/s

Töövõime: 500 cm<sup>3</sup>

Brisantsus: 25 mm

Löögitundlikkus: 30 cm



### 3.7 HMX (tsüklotetrametüleentetranitramiini)

HMX kasutatakse sõjanduses lõhkelaenguna suurtüki mürskudes ning on komponent tahkekütusena reaktiivmürskudes reaktiivkütusena (Tomberg. T 1998).

HMX ei ole nii toksiline kui RDX, kuigi tootmisel kasutatakse samasid lähteaineid (Yinon. J 1993) .

**CAS registreerimisnumber** (<http://webbook.nist.gov/chemistry>): 2691-41-0

**HMX teised nimed:**  $\beta$ -HMX; oktogeen; 1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetraazacyclooctane; 1,3,5,7-tetraza-1,3,5,7-tetranitrocyclooctane  
jt(<http://webbook.nist.gov/chemistry>).

**Struktuurivalem** (<http://webbook.nist.gov/chemistry>):

**Molekulivalem:** C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>N<sub>8</sub>O<sub>8</sub>

**Molekulmass** (<http://webbook.nist.gov/chemistry>): 296,16 g

**Sulamispunkt:** 276 – 280°C

**Süttimistemperatuur:** 335°C

**Aktiveerimisenergia:** 52,7 kcal/mol

**Põlemissoojus:** 2255 – 2362 kcal/kg

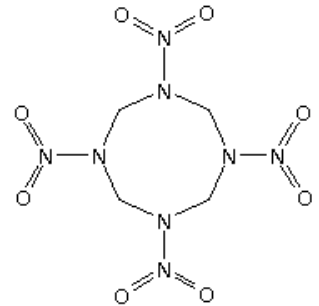
**Plahvatussoojus:** 1355 kcal/kg

**Tihedus:** 1900kg/m<sup>3</sup>

**Detonatsioonikiirus:** 9100 m/s

Puhas HMX on värvitu kristalne aine. Segusid TNT-ga nimetatakse oktoolideks.

HMX kasutatakse ka segus flegmatisaatoriga (vaha) ja alumiiniumipulbriga.



### 3.8 TATP Triatsetoontriperoksiid

Uus terroristide lõhkeaine, triatsetoontriperoksiid (TATP), on hiljuti ilmunud, kui relv lähis idast. TATP on kõige tavalisem peroksiidil põhinev lõhkeaine ja see on 38% võimsam, kui samaväärne kogus TNT-d.

TATP-d on kasutanud enesetaputerroristid. See võib olla sama võimas, või isegi võimsam, kui sõjanduses kasutatavad analoog ained. TATP on üks tundlikemaid lõhkeaineid, mida tuntakse. Ta on väga tundlik põrutusele, temperatuuri muutustele ja hõõrdumisele.

See võib olla sama võimas, või isegi võimsam, kui sõjanduses kasutatavad analoog ained. TATP on üks tundlikemaid lõhkeaineid, mida tuntakse. Ta on väga tundlik põrutusele, temperatuuri muutustele ja hõõrdumisele. Tavapärasel tugevatoimelisel lõhkeainel nagu näiteks TNT, sisaldab iga molekul nii kütuse komponente kui ka hapniku komponente. Kui lõhkeaine detoneerub siis kütuse osakesed segunevad hapnikuga ja selle isesüttimise reaktsiooni levides vabaneb suur hulk kuumust. TATP plahvatus toob endaga kaasa plahvatuse, mis on iga TATP tahkes olekus molekulist ühe osooni molekuli ja kolme atsetooni molekuli moodustumise tulemus. Ainult mõnisada grammi materjali toodab sadu liitreid gaasi murdosa sekundi jooksul.

TATP plahvatus on sarnane näiteks happe lagunemisega, mis toodab lämmastiku gaase aga kuumust vähesel määral, seda kasutatakse näiteks autode turvapatjad.

TATP-d on võimalik väga lihtsalt valmistada tavalises keldrilaboris, kasutades kaubanduses kättesaadavaid lähtematerjale, mida on võimalik saada näiteks apteegist ja kosmeetika kauplustest.

1. TATP on väga tundlik ja ei vaja detonaatorit plahvatuse esile kutsumiseks (peale selle, et seda kasutatakse peamiselt lõhkeainena on seda hakatud kasutama ka vahedetonaatorina teiste lõhkeainete puhul). Samas TATP ülisuure tundlikkuse tõttu ei kasutataseda militaarvaldkonnas ega kommerts kasutuses ([ttp://www.globalsecurity.org](http://www.globalsecurity.org)).

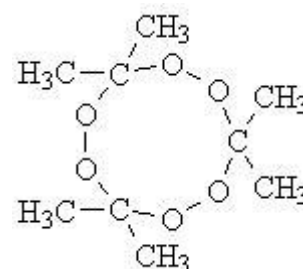
**CAS Registry Number** (<http://webbook.nist.gov/chemistry>): 17088-37-8

**TATP teised nimed:** *Mother of Satan* (<http://webbook.nist.gov/chemistry>)

Struktuurivalem

([http://thewideawakes.org/images/Acetone\\_peroxide](http://thewideawakes.org/images/Acetone_peroxide)):

Molekulivalem: C<sub>9</sub>H<sub>18</sub>O<sub>6</sub>



Molekulmass(Yinon. J 1993) : 204,0927 g

Sulamispunkt: 91°C

Ihesüttimis temperatuur: 97 – 160°C

Tihedus: 1,18 g/cm<sup>3</sup>

Detonatsioonikiirus: 5300 m/s



### 3.9 Ammooniumnitraat

Ammooniumnitraat on odavaim ning kättesaadavam lõhkeaine. Ta on lõhnatu ja valge aine, mida kasutatakse ka pealmiselt põllumajanduses väetisena. Ammooniumnitraadi kristallide tihedus on  $1700 \text{ kg/m}^3$ , temperatuuridel  $+16^\circ\text{C}$  ja  $+32^\circ\text{C}$  toimub ammooniumnitraadis ümberkristalliseerumine, millega kaasneb tema paakumine, mille tulemusena tekib tihe tugev mass. Ammooniumnitraat paakub ka pikaajalisel hoidmisel, sõltuvalt ladustamise tingimustele. Aine detonatsioonikiirus on  $1500 - 3000 \text{ m/s}$ , töövõime  $160 - 230 \text{ cm}^3$  ning on paljude lõhkeainete põhikomponent (Tomberg. T 1998).

**CAS registreerimisnumber** (<http://webbook.nist.gov/chemistry>): 6484-52-2

**AN teised nimed:** ammooniumsaltpeeter, *Nitric acid*, *Ammonium(I) nitrate (1:1)*; *Herco prills*; *NA 1942*; *UN 0222*; *UN 1942*; *UN 2426*; *Varioform I*; *Ansax*; *Hero-prills*; *Nitram*; *Nitrammite*; *Old Plantation* (<http://webbook.nist.gov/chemistry>) jt..

Molekulivalem:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

Struktuurivalem (<http://webbook.nist.gov/chemistry>):

Molekulmass: 80,04 g

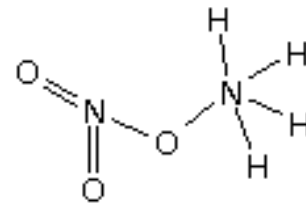
Sulamispunkt:  $169,6^\circ\text{C}$

Süttimistemperatuur (Yinon. J 1993):  $210^\circ\text{C}$

Aktiveerimisenergia: 39 – 40 kcal/mol

Põlemissoojus: 626,2 kcal/kg

Plahvatussoojus: 628,6 kcal/kg



### 3.9.1 Ammoniidid

Sellesse rühma kuuluvad ammoniidid mis on ammooniumsalpeetri ja trotüüli või mõne muu lämmastikku sisaldava lõhkeaine pulbrilise struktuuriga mehaaniline segu. Sama koostisega, kuid teralise struktuuriga puistelõhkeaineid nimetatakse teragranuliitideks. Veesisaldusega ammoniite nimetatakse akvatoolideks. Kui ammoniidi koostisse kulub veel pulbriline alumiinium siis nimetatakse sellist lõhkeainet ammonaaliks.

Ammoonium salpeetriliste lõhkeainete hulka kuuluvad veel karbatoolid, mis peale ammooniumsalpeetri sisaldavad karbiidi.

Siia rühma kuuluvad ka dünamoonid, mis koosnevad peamiselt ammooniumsalpeetrist ja mingi mitteplahvatav põlev lisand. Lisandiks on kasutatud turba- ja kivisöepuru, männikoorejahu, nüüd on selleks peamiselt puidujahu, alumiiniumipulber või vedelkütus. (Paks. K 2000).

Viimane on väga levinud ka tänapäeva kuritegelikus maailmas ning terroristide hulgas ning kannab nimetust ANFO ( Ammonia Nitrate + Fuel Oil), ammooniumsool on segatud põlevvedelikuga.

Laengu tihedus: 1,1 kg/l

Detonatsioonikiirus: 4000 – 4800 m/s (Tomberg. T 1998)

Plahvatussoojus: 810 – 1030 kcal/kg (Tomberg. T 1998)

Plahvatusgaaside maht: 787 – 895 l/kg (Tomberg. T 1998)

Töövõime: 325 – 360 cm<sup>3</sup> (Tomberg. T1998)

### 3.9.2 Ammonaalid

Ammonaali koostis:

Ammooniumsalpeeter	45 – 65 % (Paks. K 2000)
Trotüül	30 – 15 % (Paks. K 2000)
Alumiiniumpulber	20 – 23 % (Paks. K 2000)
Flegmatisaator	2% (Paks. K 2000)

Ammonaali põhiomadusi:

Detonatsioonikiirus	5659 m/s aine tihedus 1,62 g/cm <sup>3</sup> ) (Paks. K 2000)
Plahvatussoojus	1465 kcal/kg (Paks. K 2000)
Gaasi maht	605 l/kg (Paks. K 2000)

### 3.10 Nitroglütseriin (1,2,3-Propaantriool trinitraat)

Nitroglütseriin  $C_2H_4(ON_2)_3$  on glütseriini (kolmeaatomiline alkohol) nitreerimisel saadav vedel õlitaoline lõhkeaine. Puhas nitroglütseriin on värvitu, tehniline aga kergelt kollaka värvusega (Meyer R: 1981).

**CAS registreerimisnumber** (<http://webbook.nist.gov/chemistry>): 55-63-0

**NG teised nimed:** Nitroglütseriin; *Anginine; Blasting gelatin; Blasting oil; Cardamist; Glycerin trinitrate; GTN; Nitroglycerol; SNG; Trinalgon; Trinitrolycerol; Trinitrol; Vasoglyn; 1,2,3-Propanetriyl Nitrate; nitric acid triester; TNG; Deponit; NitroBid; Nitrocine; Nitrol Creme; Nitroglycerin dynamite; Sutonit; Transiderm-nitro* (<http://webbook.nist.gov/chemistry>) jt..

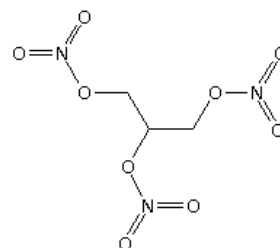
Molekulivalem:  $C_3H_5N_3O_9$

Struktuurivalem (<http://webbook.nist.gov/chemistry>):

Molekulmass (<http://webbook.nist.gov/chemistry>): 227,09 g

Sulamispoint: 13,2°C

Aktiveerimisenergia: 40,39 kcal/mol



Nitroglütseriin on väga mürgine aine, mis ka läbi naha organismi tungides põhjustab tugevat peavalu. Nitroglütseriin on väga tundlik tule ja mehhaaniliste mõjutuste suhtes, tema löögitudlikkus on 4 cm. Nitroglütseriini põlemine võib kergelt muutuda detonatsiooniks, iseäranis suurt lõhkeainekoguste juures, väike nitroglütseriini kogus põleb rahuliku sinise leegiga. Nitroglütseriini peamiseks puudusteks on tema suurest tundlikkusest tingitud käsitlemise ohtlikkus ning kõrge külmumistemperatuur (+12°C). Nitroglütseriini detonatsioonikiirus (1000-9000 m/s) ei ole üheselt määratav. Nitroglütseriini töövõime on 550 cm<sup>3</sup> ja brisantsus 20 mm. Kuna nitroglütseriin on vedel ja külmumisohulik lõhkeaine, siis teda iseseisvalt peaaegu ei kasutata, kuid ta on (koos nitroglükooliga) dünaamiitide põhikomponent.

NG on äärmiselt toksiline (Yinon. J 1993). Põhiliseks sümptomiks on järsk vererõhu tõus ning peavalu, oksendus, südamepekslemine ja nohu. Enesetunne on nõrk ja võimetus, tekivad krampid ning võib langeda deliiriumisse. Mürgistus võib püsida aastaid tundes sügavaid pisteid rinnus ning haigushooldused võivad lõppeda surmaga (Lund. R. P 1968).

### 3.11 Liitlõhkeained

Tööstuses ja sõjanduses kasutatakse lõhkeaineid ja erinevaid kemikaale, et tõsta lõhkesegude temperatuuri, tundlikust või võimsust. Juba II maailmasõja ajal kasutati suurekaliibrilise lahingumoona täitmiseks laialdaselt lõhkeainet segatuna metallipulbritega. Lisades lõhkeainesse metallipulbrit on võimalik suurendada lõhkeaine võimsust, kuid keemiline reaktsioon oleneb, kas lõhkeainel on negatiivne või positiivne hapnikubilanss. Positiivse hapnikubilansiga annab intensiivse, pika ja kestva leegi, kuid negatiivse hapnikubilansi korral on tegemist kahe protsessiga. Algselt primaarne leek, väike ja lühiajaline ning mõni hetk hiljem ilmub sekundaarne leek, suurem ja kestvam, mis on tingitud plahvatusaadustest esinevate põlemisvõimeliste gaaside edasipõlemisest õhuhapnikuga segunemisel nagu näha valemis:



Tabelites 3 ja 4 on näha kasutuses olevad lõhkeainetesegud .

**Tabel 3** Tööstuses kasutatavatest segudes olevad lõhkeained (Yinon. J 1993)

Dynamite 3	NG + NC + SN
Wetter-carbonit C	NG +NC + anorgaaniline sool
N31R	AN + TNT või (PETN) + Al
Cava 1a	AN + TNT + puujahu
Danubit 1	AN + NG + EGDN + TNT + DNT
ANFO	AN + kütus
ammoniid	AN + TNT + (sool)
Sigmagel titagel	AN + SN + kaltsiumnitraat
emex	AN + SN + kütteõli + vaha

**Tabel 4** Sõjanduses kasutavatest segudest (Yinon. J 1993)

Amatol	TNT + AN
Ammonal (Minol)	TNT + AN +Al
Composition A-3	RDX + vaha
Composition B	RDX +TNT + vaha
Composition C-1	RDX + TNT + plastifikaator
Composition C-2	RDX + TNT + DNT + MNT + NC + dimetüülformamiid
Composition C-3	RDX + TNT + DNT + MNT + tetrüül + NC
Cyclotol	RDX + TNT
DBX	TNT + RDX +AN +Al
Octol	HMX + TNT
Pentolite	PETN + TNT
HTA -3	HMX+TNT +Al
Tropex	TNT + RDX + Al
Tritonal	TNT + Al

# 4 LÕHKEMATERIAL

## 4.1 Detoneerivnõör

Detoneerivat nõõri kasutatakse detonatsiooni siirdamiseks detonaatorilt lõhkelaengule või ühelt laengult teisele. Sarnaselt süütenõõrile koosneb detoneeriv nõör puuvill- või plastikkestast, kuid musta püssirohu asemel on südamikus tugevajõuline brisantne lõhkeaine (Ten või Heksogeen). Südamiku lõhkeainesisaldus on 12 – 14 g/jm.

Detonatsioon levib detoneernõõris kiirusega 7200...7600 m/s, kuid mitte alla 6500 m/s. Selline detonatsiooni impulss on suuteline initsieerima lõhkeainelaengut või vahedetonaatorit.

## 4.2 Süütenõör

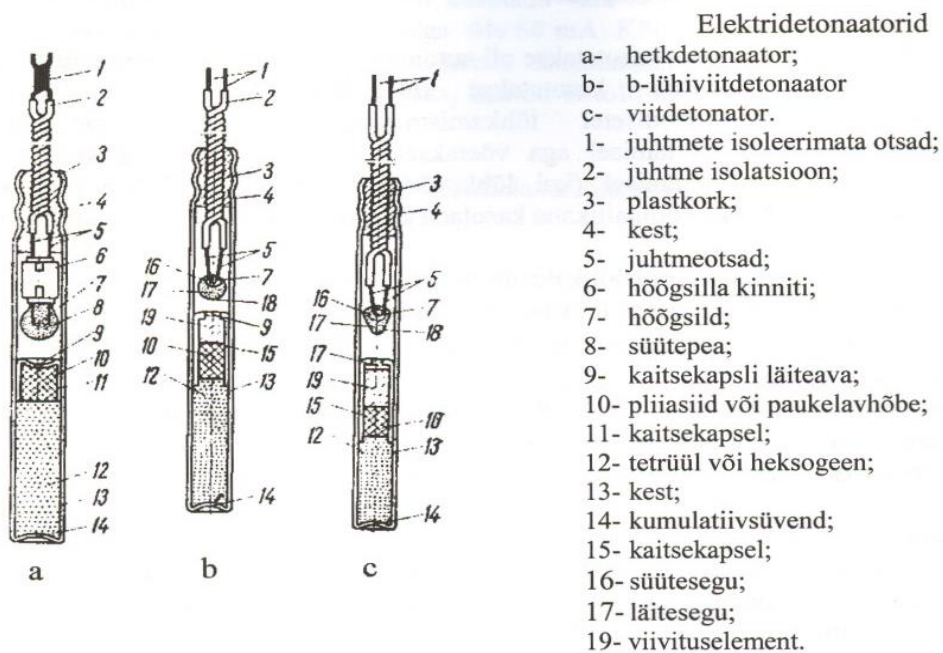
Süütenõõri kasutatakse tuleimpulsi (leegi) siirdamiseks lõhkajalt kapseldetonaatori primaarlaengule. Süütenõör on, kas asfalteeritud puuvill- või plastikkest, mille sees on peeneteralisest mustast püssirohust südamik. Süütenõõri välisläbimõõt on harilikult 5-6 mm ning püssirohusisaldus 5 – 6 g/m. Süütenõõri põlemiskiirus on 1 cm/s, kuid kasutusel on ka kiirelt ja aeglaselt põlevad süütenõõrid. Sellise meil kasutatava süütenõõri mark on asfaltkatte korral OŠA ja plastikaatkesta korral OŠP. Süütenõör on pakendatud vihtidena, ühe vihi pikkus on 10 meetrit.

## 4.3 Detonaatorid

### 4.3.1 Elektri detonaator

Elektridetonaator on metallkestaga kapseldetonaator, millesse on plastikkkorgi abil kinnitatud elektrisüütur.

Elektridetonaatori tööelemendiks on hõõgniit - nimetatakse elektrisüüturiks, tsiviilkirjanduses ka elektrisütikuks ja hõõgniidis muutub elektriimpulss tuleimpulsiks ja süütab hõõgniiti ümbritseva süütesegu. Hõõgniidis tekkiv soojushulk on võimalik avaldada Joule-Lenzi seadusega:  $Q = I^2 R t$  (džaulides), kus  $I$  on voolutugevus amprites,  $R$  on hõõgniidi takistus oomides ja  $t$  on voolu läbimise aeg hõõgniidis sekundites. Voolu mõjumisaeg hõõgniidis on millisekundites. Hõõgniit (elektrisütik) koosneb kahest elektrijuhtmest, mille otste vahele on kinnitatud tavaliselt kroomnikkeltraadist hõõgniit, kuid võib olla ka plaatina-iriidiumist hõõgniit (varem kasutati ainult sõjanduses).



Joonis 3. Elektridetonaatori ehitus (demineerimiskeskuse õppematerjalid)

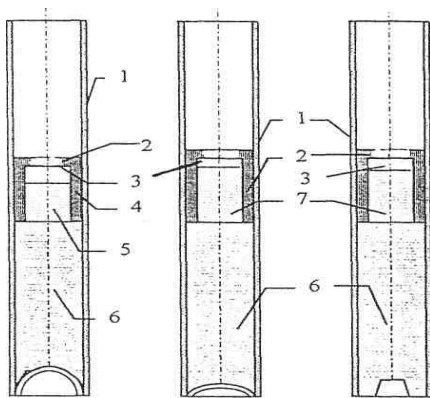


### 4.3.2 Kapseldetonaator

Kapseldetonaatori ülesanne on lõhkeainelaengu plahvatuse esilekutsumine.

Kapseldetonaator on metall-, paber-, või plastikkesta pressitud brisantse lõhkeaine laeng mille kesta läbimõõt on ligikaudu 7 mm, pikkus 45 – 50 mm. Plahvatusimpulsi paremaks siirdamiseks detonaatorilt laengule toodetakse nõgusa põhjaga kesti. Kesta sisse on ligikaudu 2/3 ulatuses pressitud brisantse lõhkeaine laeng. Kapseldetonaator koosneb: primaarlaengust ja sekundaarlaengust. Esmases ehk primaarlaengus muundatakse süütenööri tuld tuleimpulss detonatsiooniks. Põhi ehk sekundaarlaeng aga töötab detonatsioonivõimendina ning annab detonatsiooni edasi süsteemi järgmisele lülile, milleks tavaliselt on kas lõhkeainelaeng või detoneeriv nõör. **Primaarlaeng** koosneb tavaliselt paukelavhõbedast või pliiasiidist ja PTRN-ist. **Sekundaarlaenguks** on pressitud tetrüül, TEN või heksogeen. Kapseldetonaatoris on kokku 1,32 – 1,5 g lõhkeainet.

Kapslite ümbriseid valmistatakse vasest, alumiiniumist, rauast, mis hiljem kaetakse vasekihiga, harvemini paberist. Vaskümbrisega lõhkekapslis on lubatud primaarlaenguna kasutada paukelavhõbedat, kuna alumiinium astub elavhõbedaga keemilisse reaktsiooni. Pliiasidi- ja pliinitrosortsinaaditaidisega kapslid peavad olema ainult alumiiniumümbrisega, sest vask või raud annab asiidiga ohtliku ühendi. Paber – või pappümbrisega lõhkekapslite puhul selliseid piiranguid ei ole. Ning neid on võimalik kasutada ainult kuivades tingimustes.



**Kapseldetonaatori ehitus a - nr. 8A**

**(alumiiniumkestaga) b - nr. 8M (vaskkestaga) c - nr, 8 (paberkestaga)**

- 1. - kest**
- 2. - kaitsekapsel**
- 3. - siidvõrk**
- 4. - teneress (PTNR)**
- 5. - pliasiid**
- 6. - tetrüül, ten või heksogeen**
- 7. – paukelavhõbe**

Joonis 4. kapseldetonaatori ehitus (demineerimiskeskuse õppematerjalid)

# 5 LÕHKEAINE TUVASTAMISE MEETODID

Esmane ja kõige lihtsam on tuvastada ainet visuaalse vaatluse teel. Kuid selle juures on üks suur miinus. Selleks, et määrata lõhkeainet ainult visuaalse vaatluse teel peab tundma erinevaid lõhkeaineid, teadma nende oleku vorme, värvust struktuuri jt. omadusi.

Visuaalne vaatlus ei ole piisav, et lõhkeaineid tuvastada ning see hinnang ei ole ka mitte kõige täpsem, kuna aineid on palju ja nende välimused on väga erinevad. Seega on võimalik kergesti segi ajada kohvipuru ja lõhkeainet.

Lõhkeaine tuvastamiseks sündmuskohal on peale visuaalse vaatluse veel mitmeid erinevaid vahendeid ja mooduseid. Üks lihtsamaid ja ohutumaid mooduseid on kasutada selleks lõhkeaine välimäärajat EXPRAY.

Lõhkeaine välimääraja EXPREY on mõeldud esmareageerijatele, et teha selgeks, kas leitud aine puhul võib olla tegemist lõhkeainega. EXPREY positiivne omadus on see, et aine tuvastamiseks ei pea olema lõhkeaine ekspert ega läbima mingit erilist koolitust. Piisab kui tead, et lõhkeained on ohtlikud, ning tundmatut ainet käsitleda nagu lõhkeainet. Välimäärajaga on võimalik tuvastada A grupi lõhkeaineid (TNT, tetrüül jne) B grupi lõhkeaineid (RDX, PETN, dünaamiit, nitroglütseriin jne) ja nitraate sisaldavaid lõhkeaineid (ANFO, ammoniit, mustpüssirohi jne).

On olemas ka uusimaid EXPRAY komplekte millega on võimalik tuvastada kloraate, peroksiide ja karbiide.

EXPREY komplekt koosneb kolmest aerosooli pudelist, kolmest vedeliku pudelist ja testpaberitest.

EXPREY kasutamine on väga lihtne ja ohutu, selleks, et testida ainet tuleb tutvuda toote kasutusjuhendiga, võtta testpaberile aine proov, pannes paberi lihtsalt vastu tuvastamiseks mõeldud ainet. Pihustada aerosooli pudelitest testpaberile ja kui paber muudab värvi siis on alust arvata, et tegemist on lõhkeainega.

Lõhkeaine tuvastamiseks on võimalik teostada leekreaktsiooni meetod, erinevad ained põlevad erinevalt, millega on võimalik kindlaks teha, mis ainega on tegemist.

# KOKKUVÕTE

Väljakutseid, kus võib olla tegemist lõhkeainetega, näiteks plahvatused, pommikahtlused, pommiähvardused, läbiotsimised jne on Eestis palju. Võimalus, et päästjad, politsei ja kiirabi jõuavad sündmuskohale enne demineerijaid on väga suur. Palju on selliseid väljakutseid, kus need samad esmareageerijad kutsuvad välja demineerijad, sest on leitud mingisugust tundmatu objekt või aine.

Lõputöö eesmärgiks oli koostada materjal (Lisa 3), mille abil esmareageerijad saaksid enne demineerijate kohaljäudmist aru, kas tundmatu aine või objekt võiks olla lõhkeaine või lõhkeainet sisaldav objekt, ning võimalust, kus esmareageerijad võiksid sattuda õnnetusse teadmatusest.

Lõputöös uurisin ning kirjeldasin Eestis enim leiduvaid lõhkeaineid. Uuringu tulemusena jõudsin järeldusele, et visuaalse vaatluse teel on võimalik tuvastada enimlevinud puhtaid lõhkeaineid. Erinevate segude tuvastamine visuaalse vaatlusega on juba raskendatud ja selleks oleks vaja juba mõningaid erivahendeid.

Lõhkeainest tulenevad ohud on enamjaolt sarnased ja käitlemise ohutustehnika reeglid sarnased, lõhkeainet ei tohi: loopida, taguda, lõkkesse panna jne. Põhiideed peavad operatiivtöötajatele teada ja selged olema. Juhendmaterjal on välja toodud lisaohud, mis võivad olla erinevatel lõhkeainetel.

Arvesse võttes uurimistulemusi on esmareageerijatel soovitatav kahtlase tundmatu aine korral käsitleda seda, nii nagu tegu oleks ohtliku ainega ja oodata ära demineerijad kellel on olemas aine täpseks tuvastamiseks teadmised, vahendid ja eeskätt oskus seda liiki aineid ja objekte õigesti käsitseda.

# Резюме

## Тема работы „Руководство по распознаванию различных взрывчатых веществ”

Вызовов где возможно имеется дело со взрывоопасными веществами, взрывами, бомбовыми угрозами, угрозами взрывов и обысками в Эстонии довольно много. Вероятность что спасатели, полиция или скорая помощь придут на место происшествия раньше взрывотехников очень велика. Много таких вызовов, где эти самые структуры вызывают на место взрывотехников, так как находят различные неизвестные вещества.

Цель дипломной работы была составить материал по которому различные структуры могли бы до приезда взрывотехников понять, опасно ли то или иное неизвестное вещество и это для того чтобы уменьшить возможность где группы первичного реагирования могут пострадать от незнания с чем они имеют дело. В дипломной работе автор исследовал наиболее находящиеся в Эстонии взрывчатые вещества. В результате исследования автор пришёл к заключению, что в ходе визуального осмотра возможно определить самые распространённые чистые взрывчатые вещества. Определение различных смесей взрывчатых веществ уже затруднено и для этого нужно использовать некоторые специальные средства. Опасности исходящие от взрывчатых веществ в основном одинаковые и меры предосторожности при обращении с ними одни. Взрывчатые вещества нельзя трясти, ударять, бросать в костёр и т.п., эти правила должны быть известны каждому оперативному работнику. В руководстве также приводятся дополнительные опасности которыми обладают различные взрывчатые вещества. Исходя из результатов вышеперечисленных исследований, группам первичного реагирования желательно обращаться с неизвестными веществами так, как обращаются если имеется дело со взрывчатыми веществами и дождатся взрывотехников у которых есть специальные знания и средства для точного распознавания вещества.

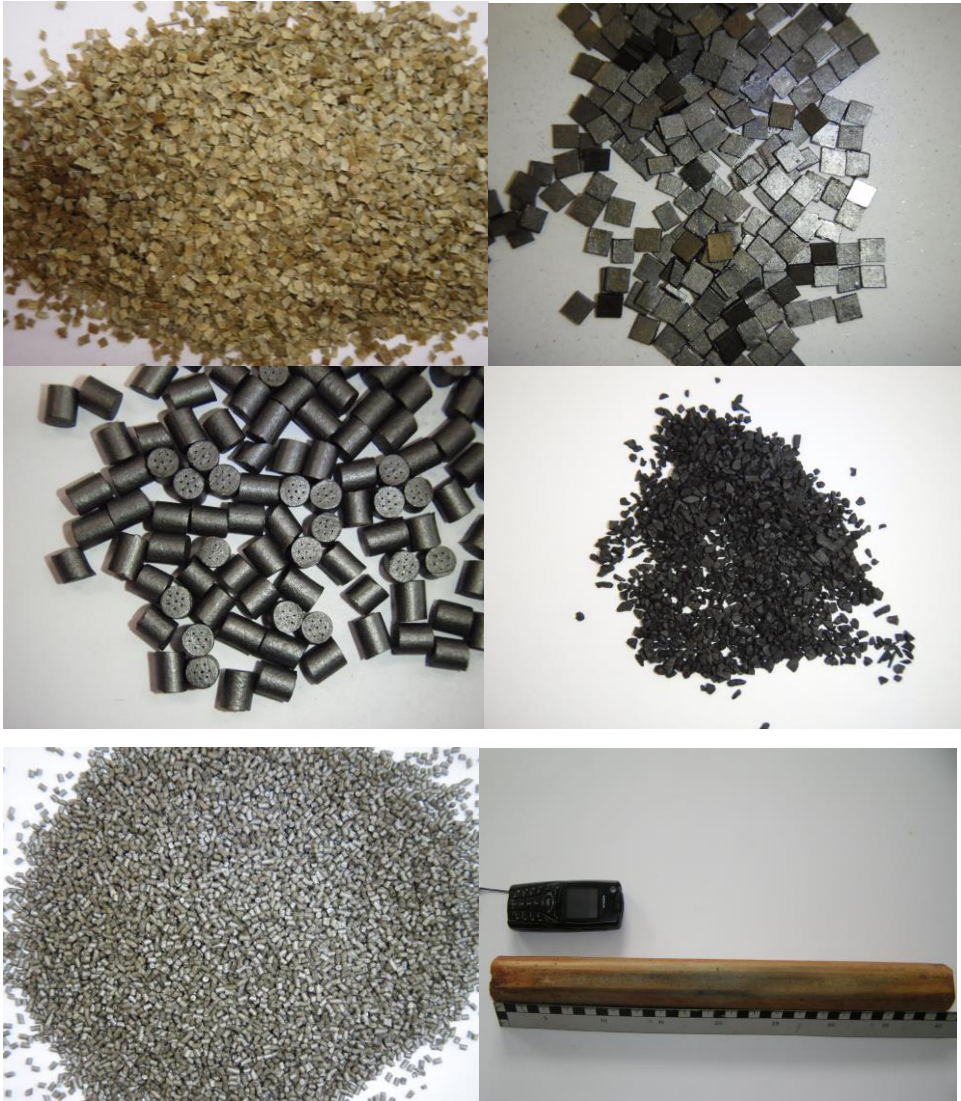
# KASUTATUD ALLIKAD

1. Buxhoevden, D., Lõhkeained I osa lõhkeainete valmistamine, omadused, hoidmine ja laengute valmistamine ning tarvitamine, Tallinna Eesti Kirjandus-Ühistus, 1923.
2. Lund, R.P., Haggendal, J., and Johnsson, G., Withdrawal symptoms in workers exposed to nitroglycerine, Br. J. Ind. Med., 1968
3. Meyer, R., Explosives, VCH, Weinheim, Germany, 1981.
4. Paks, K., Lõhkeained, pürotehnilised- ja süütesegud, Tallinn, 2000
5. Tomberg, T., Lõhketööd, TTÜ Mäeinstituut, Tallinn, 1998
7. Yinon, J., Zitrin, S., Modern Methods and Applications in Analysis of Explosives, John Wiley & Sons, England, 1993.
8. <http://webbook.nist.gov/chemistry>
9. <http://holston-aap.com/hsaap/history.htm>
10. <http://inventors.about.com/od/estartinventions/a/explosives.htm>
11. <http://www.globalsecurity.org>

# LISAD

## *Lisa 1 Lõhkeainete fotod*

### PÜSSIROHI



# TROTÜÜL (TNT)





TETRÜÜL



AMMONIIT



# DYNAMIIT



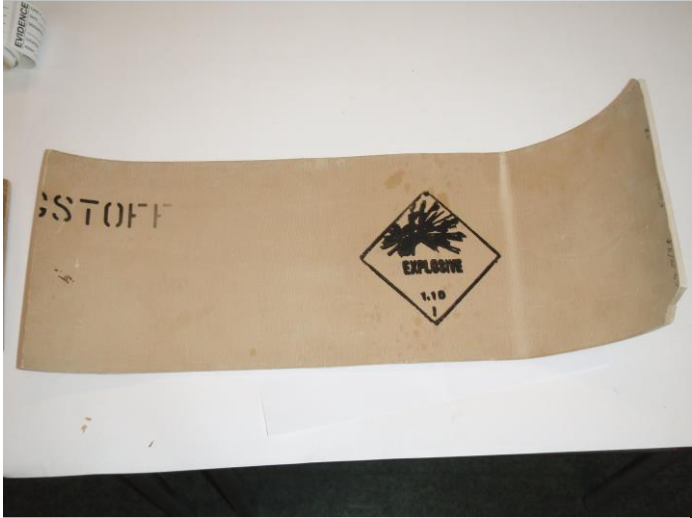
MELINIIT



HEKSOGEEN (RDX)



PETN



**OKTOGEEN (HMX)**



SEGUD (lahingumoonast)





## Lisa 2 Lõhkematerjali fotod

Detonaatorid





Detoneerivnäär ja süütenäär



***Lisa 3 „Juhendmaterjal erinevate lõhkeainete tuvastamiseks”***

**JUHENDMATERJAL ERINEVATE  
LÕHKEAINETE TUVASTAMISEKS**



## LÖHKEMATERJALI ALLKLASSID

**Lõhkematerjalid kuuluvad ohtlikkuse järgi hoidmisel ja veol ohtlike ainete rahvusvahelise klassifikatsiooni alusel esimesse ohuklassi, mis omakorda jaguneb kuude allklassi**

- 1) allklass 1.1 – ained ja tooted, mille eripäraks on võime plahvatada kogu massiga, s.o hetkeliselt plahvatab kogu kooshoitav lõhkematerjal
- 2) allklass 1.2 – ained ja tooted, mis ei plahvata kogu massiga, vaid nad paiskuvad plahvatusel laiali, kahjustades ümbritsevat keskkonda või objekte
- 3) allklass 1.3 – ained ja tooted, mis põlemisel eraldavad suurel hulgal soojuskiirgust või süttivad üksteise järel väikeste plahvatus efektidega või laialipaiskumisega või esinevad need efektid koos
- 4) allklass 1.4 – ained ja tooted, mis võivad süttimisel või initsieerimisel ainult osaliselt plahvatada. Plahvatus toimub üldjuhul ainult mingis konkreetsetes pakendis ega kandu edasi teistele pakenditele. Välispidine tuli (kuumutamine) ei põhjusta pakendi sisu hetkelist plahvatust
- 5) allklass 1.5 – massiplahvatusohtlikud ained, mis on niivõrd tuimad, et normaalsetel tingimustel on nende initsieerimine või põlemise üleminek plahvatusseks vähetõenäoline. Need ained ei tohi plahvatada tulekindluse katsetel
- 6) allklass 1.6 – üliväikese tundlikkusega massiplahvatusohtud tooted. Need tooted sisaldavad äärmiselt tuimi lõhkeaineid ja nende initsieerimine või selle levimise tõenäosus on tühiselt väike.

**Lõhkeainete vael käsitlemisel on rasked tagajärjed!**

**Mistahes lõhkematerjali on keelatud loopida, lohistada, Kantida või põletada.**

**Kategooriliselt on keelatud lõhkematerjali mistahes viisil taguda**

## Tundmatu aine identifitseerimisel:

1. Vaata pakendit (nimetused, kuju jne)

2. Aine olek



Tahked

vedelad

Pulber

viskoossed

Kristalliline pulber

Granuleeritud

Valatud

Pressitud

Plastiline

3. Värvus

Helekollane-tumepruun – trotüül

pruun, must-hallikasmust – püssirohi

Pruun – ammoniit, dünamiit

Valge, värvitu – heksogen, oktogeen, PETN, TATP

Kollane – tetrüül, meliniit

# TROTÜÜL



## Teised nimetused

- TNT
- benseen
- *tol*
- *tolite*
- *tritol*
- 2,4,6-trinitrotolueen

## Ohud

Leelisega kokkupuutes moodustab trotüül keemilise ühendi trotülaati, mis on tundlikum nii mehaanilisele mõjutusele kui ka lahtisele tulele. Trotülaati on võimalik ära tunda trotüüli värvuse muutumise järgi, muutub erkpunaseks.

Trotüüli põlemisel kinnises ruumis või suurtes kogustes läheb põlemine üle detonatsiooniks.

## Kasutamine

Kõige enam kasutatakse lahingumoonas  
Eri-laengutes  
Standartsete laengutena

## Identifitseerimistunnused

### Aine olek

- Pulber
- Pressitud
- Graanulid
- valatud

### Värvus

- Helekollasest – tumepruunini



# PÜSSIROHI

## Teised nimetused

- Must püssirohi
- Suitsuta püssirohi
- Püssirohu makaronid
- Suitsuga püssirohi

## Identifitseerimistunnused

### Aine olek

- Pulber
- Graanulid
- pressitud
- erineva suurusega makaronid

### Värvus

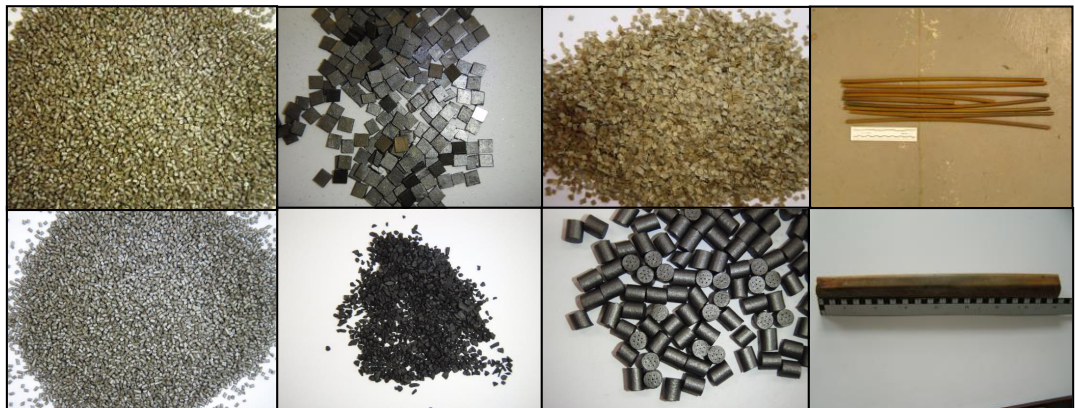
- mustast – hallikasmustani
- Pruun

## Ohud

Kuivas olekus plahvatab must püssirohi harilikult sädemest. Kiirel kuumutamisel (kuni 300°C ) süttib põlema ja plahvatab. Pikaajalisel kuumutamisel laguneb plahvatusea.

## Kasutamine

Kasutatakse padrunites ja lahingumoonas paiskelaenguna.



# HEKSOGEEN



## Teised nimetused

RDX  
tsüklotrimetüleen trinitramiin  
1,3,5-trinitro-1,3,5-triasatsükloheksaan  
Tsükloniit  
*hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine*

## Ohud

RDX on toksiline põhjustades üldise kehalise halvatus, mille tagajärjel võib kaotada teadvuse, lihaste krampid, peapööritus, peavalu, iiveldus ning oksendus  
Puhas aine on tundlik igasugusele välisele mõjutusele löök, hõõrdumine säde.

## Kasutamine

Puhast RDX-i kasutatakse detoneernööris

## Identifitseerimistunnused

### Aine olek

- RDX ei kasutata ka kunagi päris puhtana vaid teiste lõhkeaine segudes nagu TNT

### Värvus

- puhas heksogeen on valge





# DÜNAMIIT



## Teised nimetused

## Identifitseerimistunnused

### Aine olek

pulber, pressitud

### Värvus

pruunikas

## Ohud

Külmumisel muutuvad nitroglütseriini väljakristalliseerumise tõttu dünamiidi struktuur ja koostis. Külmunud dünamiiti on äärmiselt ohtlik käsitleda, sest plahvatuse võib põhjustada padrunikesta läbitorkamine või pooleks murdmine. Veel ohtlikum on pooleldi külmunud või pooleldi ülessulatatud dünamiit

Eksudeerumiseks nimetatakse vedelkomponentide (nitroglütseriin, nitroglükool) eraldumist dünamiidist. Eksudatsioon esineb dünamiitide kauaaegsel hoidmisel. Eksudeeruv dünamiit on sama ohtlik kui vaba nitroglütseriin

## Kasutamine

Lõhkelaengutes lõhketöödel.



# OKTOGEEN



## Teised nimetused

- HMX
- tsüklotetrametüleentetranitramiin

## Identifitseerimistunnused

### Aine olek

Puhas HMX on kristalne aine  
Segu (vaha) plastiline aine

### Värvus

Puhas HMX valge või värvitu  
Segu (Al pulber) Hallikas

## Ohud

RDX on toksiline põhjustades üldise kehalise halvatus, mille tagajärjel võib kaotada teadvuse, lihaste krampid, peapööritus, peavalu, iiveldus ning oksendus

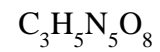
Puhas aine on tundlik igasugusele välisele mõjutusele löök, hõõrdumine säde.

## Kasutamine

HMX kasutatakse sõjanduses lõhkelaenguna suurtüki mürskudes ning on komponent tahkekütusena reaktiivmürskudes reaktiivkütusena



# TETRÜÜL



## Teised nimetused

Tetraliit  
Püroniit

## Identifitseerimistunnused

### Aine olek

Kristalne  
Pressitud  
pulber

### Värvus

kollane

## Ohud

Süttib kergesti ja põleb ägeda leegiga ka väikese koguse põlemine lähe  
üle plahvatuseks.

Kokkupuutel värvib naha punaseks.

## Kasutamine

Vahedetonaatorites, kapsel detonaatorites, erinevates segudes



# PETN



## Teised nimetused

pentaerütritool tetranitraat  
Penetriit  
TEN  
dinitraat (ester)

## Identifitseerimistunnused

Aine olek  
kristalliline pulber  
Paindub kummi sarnane  
Värvus  
Värvitu  
Valge  
hallikas

## Ohud

Puhta ainenä on tundlik igasugusele välisele mõjutusele  
Säde  
Hõõrdumine  
lõök

## Kasutamine

Kasutatakse detonaatorites sekundaarse lõhkeainena ning detoneerivates nõõrides  
Eri-laengutena.



# MELINIIT



## Teised nimetused

- trinitrofenool
- pikriinhape
- Picric acid
- Trinitrophenol

## Identifitseerimistunnused

### Aine olek

- Pulbriline
- Pressitud
- kristalne

### Värvus

- Värvus kollane
- Kibeda maitsega

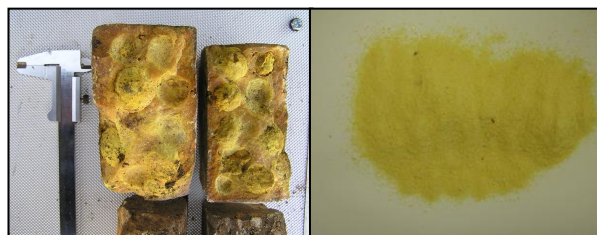
## Ohud

Kiirel kuumutamisel  $+300^\circ\text{C}$  juures plahvatab. Meliniidi põlemine ei ole täielik ja tekitab mürgiseid gaase mis sissehingamisel kahjustavad hingamis organeid.

Oma iseloomult sarnaneb meliniit happega ja pikaajalisel kokkupuutel metallidega tekitab ta soolasid (pikraate), mis on väga tundlikud lõhkeained.

## Kasutamine

Suurtükimürskudes lõhkelaenguna



# AMMOONIUMNITRAAT



Erinevad segud  
ammoniid  
ammonaal

Identifitseerimistunnused

lõhnatu ja valge aine  
Segud ammonaal ja ammoniid  
Pruunikas-hallid pulbrilised  
ained

Ohud

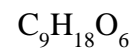
Põlemine võib üle minna detonatsiooniks.

Kasutamine

Väetisena, erinevate lõhkeaine segude koostisosana.



# TATP



## Teised nimetused

Triatsetoontriperoksiid  
*acetine peroxide*  
*Mother of Satan*

## Identifitseerimistunnused

### Aine olek

kristalliline või pulber

### Värvus

Valge või värvitu

### Lõhn

Atsetooni lõhn

Vana TATP lõhnab nagu äädikas.

## Ohud

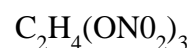
Väga tundlik igasugusele mõjutusele, hõõrdumine, löök, säde. TATP muutub vananedes tundlikumaks.

## Kasutamine

TATP on tänu oma valmistamise lihtsusele väga levinud terroristide seas.



# NITROGLÜTSEERIIN



## Teised nimetused

trinitraat  
*Blasting gelatin*  
*Blasting oil*  
*Trinitrol*

## Identifitseerimistunnused

### Aine olek

vedel õlitaoline

### Värvus

Puhas nitroglütseriin on värvitu  
tehniline aga kergelt kollaka  
värvusega

## Ohud

Nitroglütseriin on väga mürgine aine, mis ka läbi naha organismi tungides põhjustab tugevat peavalu. Nitroglütseriin on väga tundlik tule ja mehhaaniliste mõjutuste suhtes, tema löögitundlikkus on 4 cm. Nitroglütseriini põlemine võib kergelt muutuda detonatsiooniks, iseäranis suurt lõhkeainekoguste juures.

on äärmiselt toksiline . Põhiliseks sümptomiks on järsk vererõhu tõus ning peavalu, oksendus, südamepekslemine ja nohu. Enesetunne on nõrk ja võimetu, tekivad krambid ning võib langeda deliiriumisse. Mürgistus võib püsida aastaid tundes sügavaid pisteid rinnus ning haigushood võivad lõppeda surmaga.

## Kasutamine

Kuna nitroglütseriin on vedel ja külmumisohtlik lõhkeaine, siis teda iseseisvalt peaaegu ei kasutata, kuid ta on (koos nitroglükooliga) dünaamiitide põhikomponent.



## SEGUD

RDX+TNT



RDX+TNT+Al



Lõhkeaine segud lahingumoonast



### Ohu distantsid isikutele, kes seisavad avatud alal

TNT (kg)	Distsants plahvatuse kohast (meetrites)		
	Kõrva trumminahkade purunemise võimalus	Võimalik kahjustus kopsudele	Surmasaamise võimalus
0,5	5	2	1,5
1	6	3	2
2,5	9	4	2,5
4,5	11	5	3
7	12	5,5	3,75
9	13	6	4
11,5	14	6,5	4,33
13,5	15	7	4,66
16	16	7,33	4,66
18	17	7,66	5
20,5	17,5	8	5,25
22,5	18	8,25	5,25

## Improviseeritud lõhkeseadeldiste ohuala raadiused

Seadeldise kirjeldus	Lõhkeaine mass (kg) (TNTekvivalent)	Evakuatsiooni ala (m)	
		Hooned	Avatud ala ( kildude oht )
Torupomm	2,3	21	259
Suitsiidivöö	4,5	27	330
Suitsiidivest	9	34	415
Kohverpomm	23	46	564
Kompakt sedaan	227	98	457
Sedaan	454	122	534
Minibuss	1814	195	838
Väikeveok	4536	263	1143
Furgoonauto, paakauto	13608	375	1982
Treilerhaagis	27216	475	2134