



TALLINNA
TEHNIKAÜLIKOOL

Lõhkeainete käitlemisel toimunud õnnetused

Lõhketööd

Tallinna Tehnikaülikool

Tallinn 2015



STRATEK

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOLI
KAITSE- JA JULGEOLEKUUURINGUTE KESKUS

Lõhkeainetega toimunud õnnetused

Õnnetused lõhkeainetega

- Suurimad lõhkeainetega toimunud õnnetused on toimunud lõhkematerjalide käitlemisel (valmistamisel, hoidmisel veol ja ümbertöötlemisel).
- Lõhketöödel toimunud õnnetused on tunduvalt väiksema ulatusega. Põhjuseks asjaolu, et plahvatanud lõhkeainekogused on tunduvalt väiksemad.
- Suurimad õnnetused on toimunud ammooniumnitraadiga. Põhjus tihti selles, et ammooniumnitraati on ekslikult peetud ohutumaks kui ta tegelikult on.
- Teine suurem õnnetuste grupp on seotud militaarotstarbelise lahingumoonaga käitlemisega.

Ammoniumnitraadiga toimunud õnnetused

Ammooniumnitraat kui lõhkeaine

- Kuni I Maailmasõjani loeti, et NH_4NO_3 on peamiselt suhteliselt süütu lämmastikväetis (tõsi küll mõnevõrra ebaefektiivsem kui ammooniumsulfaat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, seda kasutati küll juba XIX sajandi lõpul hapnikku landva komponendina (hapnikukandjana) mitmetes liitlõhkeainetes.
- I Maailmasõja ajal hakati ammooniumnitraati kasutama ka lõhkeainena, mis vajab plahvatamiseks küllalt võimsat vahedetonaatorit, mistõttu kasutuseks mitte kuigi mugav.
- Umbkaudu I Maailmasõja ajal jõuti arvamusel, et segud, milledes AN kogus jäi alla 60%, on plahvatusohutud.

Tuntumad õnnetused ammooniumnitraadiga

Tuntuimad ammooniumnitraadi plahvatuslega seotud õnnetused toimusid 1921.a. Saksamaal.

- Kriewaldi plahvatus 26.07.1921
- Oppau plahvatus 21.09.1921

Veel tuntud õnnetusi ammooniumnitraadiga

- Texas City plahvatus 16.04.1947 – USA suurim tööstusõnnetus

Kriewaldi plahvatus 26.07.1921

Plahvatus, mis näitas et ammooniumnitraat on ka iseseisvalt lõhkeaine

Kriewaldi plahvatus 26.07.1921

Esimene suurem ammooniumnitraadiga toimunud õnnetus, mis näitas ammooniumnitraadi ohtlikkust.

- Toimus Sileesias (ala anti Vastavalt Versailles rahulepingule 1922.a. alguseks üle Poolale) asuvas Kriewaldi (nüüd Krunow) raudtejaama haruteel.
- Jaama haruteel oli kahes raudteevagunis kokku 30 tonni paakunud ammooniumnitraati. Vagunid oli tarvis uue koorma jaoks puhastada.
- Kuna paakunud ammooniumnitraat on väga tugev ja sitke mass, mille käsitsi, kirkade ja kangide abil kobestamine oli liialt raske ja töömahukas, otsustati see söekaevandustes kasutuses olevate lõhkeainete väikeste laengute lõhkamisega kobestada.
- Laengute lõhkamisel detoneerus ka vagunites olev ammooniumnitraat.
- Kokku oli selles plahvatus hukkunud inimeste arv 19.
- Teada on, et ammooniumnitraat detoneerus mõlemas vagunis, hävis ka see raudtee harutee osa, millel vagunid seisisid.

Oppau plahvatus 21.09.1921

Seni suurim ammooniumnitraadiga toimunud õnnetus

Oppau plahvatus (1)

Toimus 21.09.1921.a. Baieris, Oppaus, BASF-le kuuluvas väetisetehases.

- Tehases valmistati lämmastikväetist, mis koosnes 50% ammooniumnitraadist ja 50% ammooniumsulfaadist.
- Varem valmistas tehas ammooniumsulfaati, mis ei ole plahvatusohtlik ning ei kaldu paakuma. Alates I Maailmasõja algusest kuivas väevli import Saksamaale kokku, ning tehases hakati väevli puudusel valmistama eelmainitud seguväetist.
- Valmis väetist hoiti 20 m kõrguses silos, kus see kippus paakuma.
- Plahvatusel päeval oli silos kokku ligikaudu 4500 tonni väetisesegu. Kuna see segu oli paakunud, tuli seda silost kolu kaudu vagunitesse väljalaskmiseks kobestada.

Oppau plahvatus (2)

- Harilikult (Keisririigis kehtinud ohutusnõuete kohaselt) tuli seda teha käsitööriistadega (kangid ja kirkad).
- Maailmasõja ajal aga mitmetel põhjustel regulatsioonid lõdvenesid ning lubati ka paakunud massi väikeste laengute lõhkamisega kobestada.
- Plahvatusohutuks loeti tol ajal selliseid segusid, mis sisaldasid alla 60% ammooniumnitraati.
- Varasemal ajal oli korduvalt (ca 20 000 korral) väikeste laengute lõhkamisega kobestatud 50/50 ammooniumnitraadi ja ammooniumsalpeetri segu ilma selle detonatsioonita.
- Mis oli plahvatuse põhjuseks, (st kui suuri laenguid kasutati, kas oli veel mingeid asjaolusid jmt) ei ole teada, sest kõik plahvatanud lao juures viibivad inimesed hukkusid.

Oppau plahvatus (3)

- Mitmete arvestuste kohaselt detoneerus umbkaudu 450 tonni väetist.
- Plahvatuselise trootüülekvalent oli ligikaudu 2 kT
- Hukkus hinnanguliselt 450 – 600 inimest (erinevad allikad annavad erineva arvu, suurim variant 1500).
- Plahvatust oli valju pauguna kuulda 300 km kaugusel asuvas Münchenis.
- Plahvatuses hävis 700 maja (80% Oppau ehitistest), kodutuks jäi ca 6500 inimest.
- 25 km raadiusega alal rebis õhulööklaine majadelt katuseid maha.
- 30 km kaugusel asuvas Heidelbergis suleti liiklus, sest tänavad olid kaetud akende purunemisel tekkinud klaasikildudega.
- Plahvatuselise epitsentris tekkis kraater pikkusega 125 m ja laiusega 90 m, sügavus 19 m.

Foto Oppau tehasest pärast plahvatust



Võimalikud põhjused

Plahvatus põhjuste uurimisel jõuti järeldusele:

- Tõenäoliselt muutus segu plahvatusohtlikumaks seetõttu, et tehases muudeti mõnevõrra tootmistehnoloogiat, mille tagajärjel vähenes valminud väetise niiskus 2%-ni (varasema 4% asemel), mis muutis väetise tundlikumaks.
- Valmis segu ei olnud mitte ühtlane mass, vaid see sisaldas mõnekümne tonniseid suurema ammooniumnitraadi sisaldusega piirkondi (nn „taskuid“).
- Võimalik, et plahvatus põhjustas sellisesse „taskusse sattunud lõhkeainelaeng.

Texas City plahvatus 16.04.1947

USA ajaloo suurim tööstusõnnetus

Texas City plahvatus (1)

- Asukoht: Texas City sadam, Texas, USA
- Toimumisaeg: 16.04.1947
- Plahvatanud materjal: 38% ammooniumnitraat
- Plahvatus toimus Liberty klassi kaubalaeval SS Crandcamp, millele oli laaditud 7700 t ammooniumnitraati.
- Plahvatas ligikaudu 2700 t ammooniumnitraati
- Plahvatusese troüülekvalent: hinnanguliselt 1,1 kT
- Plahvatuses hukkus 581 inimest
- Vigastatuid. üle 5000
- Loetakse USA ajaloo suurimaks tööstusõnnetuseks

Texas City plahvatus (2)

- Texas City sadamas laeti SS Grandcamp'ile (Liberty klassi kaubaaurik) 7700 t 38% ammooniumnitraati.
- Ammooniumnitraat oli paakumise vältimiseks segatud savi, petrolaadi (petrooleumi geel), vaigu ja parafiiniga.
- Ammooniumnitraat oli pakitud paberkottisesse ning seda hoiti sadamas enne laadimist ka otsese päikesekiirguse käes, mis tõstis selle keemilist aktiivsust. Ammooniumnitraat oli tugevalt kuumenenud, ellujäänud sadamatöölised andsid tunnistusi, et kotid olid katsudes soojad.

Texas City plahvatus (3)

- Laadimise ajal kell 8 hommikul süttis ammooniumnitraat SS Gtrandchamp trümmis.
- Ligikaudu tunni aja jooksul üritati põlengut kontrolli alla saada, kuid pärast mitmeid üritusi ammooniumnitraadi põleng jätkus. Nähti iseloomulikku punast pilve. Kuumus oli suur, ellujäänute tunnistuste kohaselt vesi kees laeva ümber ning laeva parda vastu pritsinud vesi aurustus. Laeva pardad hakkadid kuumuse ja auru (kustutamiseks kasutatud vesi aurustus) surve all kummuma.
- Ümbruskonda, kaldale oli kogunenud rohkesti uudishimulikke, kes olid arvamusel, et on ohutus kauguses.
- Kell 9.12 laeval olnud ammooniumnitraat detoneerus.

Texas City plahvatus (4)

- Plahvatus järgel purunes maatas ligi 100 hoonet.
- Kahel läheduses lennanud huviliste lennukil rebis plahvatus põhulüüklaine tiivad küljest.
- SS Grandcamp ankur lendas üle linna
- 4,5 m kõrgune laine levis vähemalt 150 km kaugusele Texase rannikust.
- 15 km kaugusel oli plahvatus seismilist lainet tunda (raputus põlvedes)
- Aknad purunesid 60 km kaugusel
- Õhulööklainet oli tunda 150 km kaugusel.
- Plahvatuses paiskus õhku ligi 6350 t terast, millest põlev laev tehtud oli.
- Täielikult purunes veel kaks laeva, mis olid sadamas sama ja naaberkaia ääres

SS Grandchamp põlemise suits veidi enne plahvatust



Parkla 400 m kaugusel plahvatusse paigast



Õnnetused lahingumoonaga

Suurimad lõhkematerjalide käitlemisega seotud õnnetused

Suurimad lahingumoona käitlemisega seotud õnnetused

Suurima ohvrite arvuga lõhkematerjalide käitlemisel tekkinud õnnetused (tegemist on plahvatustega ladustamisel, transpordil või ümbertöötlemisel) on nii Eestis kui kogu maailmas seotud lahingumoona käitlemisega.

- Suurim lõhkematerjali käitlemisega seotud õnnetus maailmas toimus 6. detsembril 1917 Kanadas, Halifaxi sadamas. Hukkus ligi 2000 inimest, ligikaudu 9000 sai vigastada.
- Selle sajandi suurim lõhkematerjalide käitlemisega seotud õnnetus toimus 27. jaanuaril 2002 Nigeerias, Lagose laskemoona laos. Põlengu, plahvatuste ja paanika käigus hukkus ligikaudu 1100 inimest.
- Plahvatus Evangelos Florakise Mereväebaasis, 11 juulil 2011, Küprosel. Hukkus 13 inimest, pool Küprosest oli mitu päeva ilma elektrita.
- Eesti suurim lõhkematerjalidega seotud õnnetus toimus 15. juunil 1936 Männiku laskemoona laos. Hukkus 60 inimest.

Männiku plahvatus 1936

Suurim lõhkematerjalide käitlemisega seotud õnnetus Eestis

Männiku plahvatus

- Suurim lõhkeainete käitlemisega seotud õnnetusjuhtum Eesti ajaloos.
- Toimus 15.06.1936 Männikul Suur-Männiku laskemoona laos, mille töökodades toimus vana suurekaliibrilise lahingumoonna ümbertöötlemine.
- Plahvatuses hukkus kokku 60 (mõnede allikate kohaselt 63) inimest

Sündmused Männikul 1

Plahvatus sai alguse lao territooriumil asuvates töökodades, kus toimus vana laskemoona ümbertöötlemine.

- Mürskude laadimist ja puhastamist toimetatud kahes lähestikku asunud puidust hoones, mille vastas üle raudtee asus kivist laboratooriumihoone. Kinnitamata andmetel toimus ühes hoones ka meremiinide ümberlaadimine.
- Läheduses toimusid uue, kivist laboratooriumihoone ehitustööd.
- Laboratooriumi maja peahoones toimusid erialalised tööd, nagu mürskude värvimine, kestade kokkuseadmine jne.
- Kella 8-st hommikul olid laboratooriumis käimas kordusõppustele kutsutud reservohvitseride õppetunnid.
- Selle päeva hommikul oli Suur-Männiku ladude piirkonnas registreeritud 105 tööle tulnud töolist. Tööliste hulgas oli ka naisi. Kokku oli inimesi Männikul ühes ohvitseridega, uue laboratooriumi ehitustööliste ja vahtkonna sõduritega 177 isikut.

Sündmused Männikul 2

- Kell 10.10 kuuldi laadimistöökodadest kaht tugevat plahvatust ning nähti puidust hooneist välja löövat tulesambaid, põlevaid laudu ja lauarisu.
- Lähedalolnute arvamusel võis lõhkemiste ahel alguse saada millestki seoses mürskude laadimisega toimunust.
- Mürskude lõhkemised purustasid kõrvaloleva laboratooriumihoone katuse ja seinad, millega tekitati uusi plahvatusi selles hoones, kus samuti täideti mürske.
- Plahvatuste edasisele levikule aitas piiri panna Männikul tegevuses ja plahvatuskohale üsna lähedal olnud sidepataljoni üksiku sõduri omaalgatuslik ja kiire tegutsemine. Juba esimeste plahvatuste järel olid Männikut linna ja väeosadega ühendanud õhuliinid katkenud. Sidepataljoni sõdur jooksis raudteeni, leidis liini, millega sai luua ühenduse, visates traadi üle liini. Ta teatas õnnetusest komandantuuri ja 5 minutit peale plahvatuste algust oli juhtunu juba ülemjuhatajal teada.

Sündmused Männikul 3

- Kohalejõudnud 3. diviisi ülem ja Tallinna garnisoni ülem kindral Brede astus samme, et ümberkaudsed laskemoonalaod ei satuks hädaohtu. Tema järel jõudsid õnnetuskohale linna komandant kolonel Junkur ja ülemjuhataja kindral Laidoner. Enne väljasõitu kaitsevägede staabist oli viimane teinud korralduse kõikidesse haiglatesse, et reserveeritaks kohti haavatutele ning läkitataks kohale kaitseväe-, tuletõrje- ja politseiüksusi. Ühiste jõududega suudetigi põlemisele varsti piir panna. Täiendavat kustutusvett saadi ülemjuhataja poolt kohale kutsutud veduritest.
- Laboratooriumihoone rusude vahel lõhkesid mürsud, killud lendasid 400–500 m kaugusele. Varsti jõudsid kohale kiirabiautod arstidega. Suurem osa haavatuist oli linna toodud kaitseväe sõidukitel. Kiire korralduse tõttu jõudis esimene haavatu kaitseväe haiglasse kell 10.35.

Sündmused Männikul 4

- Kella 17 ajal saadi plahvatuspiirkonnale sedavõrd läheneda, et võidi laboratooriumi ümbruse rusude ja suitsevate puitkonstruktsioonide alt 9 laipa välja tuua.
- Laboratooriumi rusudes olevaile hukkunuile juurdepääsu takistasid aegajalt toimuvad plahvatused.
- Kustutustöödel sai haavata üks tuletõrjuja.

Ainelisi kahjusid ei peetud eriti suurteks.

- Suurimaks kahjuks peeti laboratooriumi sisseseadete hävimist.
- Lisaks varem nimetatud hoonetele purunes katlamaja.
- Uus, ehitusel olev laboratooriumihoone sai kannatada vaid osaliselt.
- Keegi ehitustöölised ei saanud.

Võimalikud põhjused

- Sündmust uurinud Poliitilise politsei uurijad pidasid esialgu võimalikuks õnnetust, poliitilist terroriakti või mõne töötaja enesetappu. Terroriaktis olevat kõige enam kahtlustatud baltisakslast Karl Stackelbergi, kes ka ise hukkus.
- Tartu Ülikooli orgaanilise keemia korraline professor, hilisem TTÜ rektor, tehnikateaduste doktor Paul Kogermann selgitas seisnud materjalidega kaasnevaid probleeme, nitraatide võimet segudes mõnikord iseenesest plahvatada jmt. Mis võis plahvatuse põhjustada, pole teada.
- Juulis 1936 avaldati juurdluse kokkuvõte, milles teatati, et tegemist oli õnnetusjuhtumiga.
- Plahvatanud materjali kogused, plahvatuse põhjus jmt ei ole seni selginud...



Järelokajad 2012

- 24. mail 2012 sai Päästeameti pommigrupp teate, et Tallinnas Männikul märgati üht kahtlast tegelast kaevamas.
- Demineerijad leidsid esialgu käsigranaadi ja natuke lõhkeainet, ent ümbrust uurides tuli päevavalgele aina rohkem, kokku 15 tonni lõhkematerjali.
- Kaevetööd kestsid kolm päeva ja 28. mai õhtul lõhati leitud lõhkeaine (ülimalt suure tõenäosusega 1936 põlengu ja ajal sulanud TNT) Tapal, Kaitseväge Keskpõlügenil.

Halifaxi plahvatus 1917

Suurim lõhkematerjalide käitlemisega seotud õnnetus maailmas

Halifaxi plahvatus 06.12.1917

- Asukoht: Halifaxi sadam, Nova Scotia Kanada
- Sadamas põrkasid kokku lõhkematerjalidega lastitud Prantsuse kaubalaev SS Mont Blanc ja Norra kaubalaev SS Imo.
- SS Mont Blanci lastiks oli: TNT, pikriinhape, bensool ja nitrotselluloos (kolloodiumpuuvill) kokku oli laeva lastiks 2653 t lõhkeainet. suurim oli pikriinhappe kogus.
- Kokkupõrke järel puhkes mõlemas laevas põleng, laev hakkas kalda poole triivima. Meeskond lahkus päästepaatides põlevast laevast, mis oli 30 m kaugusel rannikust.
- Ca 20 minutit pärast põlengu algust toimus plahvatus.

Halifaxi plahvatus

- Dteoneerus kogu SS Mont Blanci last (üle 2600 t)
- Plahvatusese troüülekvalivalent oli hinnanguliselt 2,9 kT
- SS Mont Blanc sisuliselt pihustus. Üks laeva suurtükke paiskus 5,5 km kaugusele, laeva ankur aga 3 km kaugusele.
- Plahvatuses hukkus tõenäoliselt üle 2000 inimese (1950 kindlalt teadaolevat), vigastada sai üle 9000.
- 160 ha suurune ala oli täiesti maatasa, ca 1 km raadiuses ei jäänud püsti ühtki ehitist

Halifaxi plahvatus

- Plahvatusgaaside pilv tõusis 3500 m kõrgusele
- Plahvatuslega kaasnes tsunami kõrgusega 18 m üle sadama kõrgvee märgi. Mitu laeva paisati tsunami poolt kaldale.
- Hooned said tugevaid kahjustusi 16 km kaugusel. 100 km kaugusel oli plahvatusel selgesti tuntav seismiline efekt (ehitised kõikusid, esemed kukkusid riiulitest välja).
- Plahvatust oli kuulda 360 km kaugusel.

Halifaxi plahvatusgaaside pilv 15 – 20 sekundit pärast plahvatust



Halifax paar päeva pärast plahvatust



Plahvatus Evangelos Florakise mereväebaasis

Plahvatuse võimsuselt suuruselt kaheksas lõhkeaine plahvatus.

Evangelos Florakise mereväebaasi plahvatus

- Toimumisaeg: 11. juuli 2011 kell 05:50
- Toimumise koht: Evangelos Florakise mereväebaas Küprose lõunarannikul.
- Plahvatanud lõhkeaine kogus: netomass täpselt teadmata, plahvatas 98 merekonteineritait lahingumoona.
- Lahingumoon oli 2009 aastal konfiskeeritud laevalt Montšegorsk, mis vedas lahingumoonu Iraanist Süüriasse. Tegemist oli militaarsalakaubaga.
- Pärast konfiskeerimist jäi kogu last 2,5 aastaks Evangelos Florakise baasi. USA, Suurbritannia ja Saksamaa pakkusid korduvalt oma abi moonu likvideerimiseks, kuid Küprose valitsus keeldus.

Evangelos Florakise mereväebaasi plahvatus

- Plahvatuse trotüülekvalent: 2 kT
- Plahvatuse põhjus: iseeneslik detonatsioon. Konteinerid olid 2,5 aastat seisnud otsese päikesekiirguse käes.
- Plahvatuses hukkus 13 inimest sh Küprose Mereväe ülem.
- Plahvatuses sai ülitugevaid kahjustusi 500 m kaugusel asuv Küprose suurim Zygi elektriijaam. Pool Küprosest oli mitu päeva elektrita.
- Majanduslik kahju üle 2,5 miljardi Euro, ligi 10% kogu Küprose majanduse mahust.

Baas enne plahvatust



HELLAS SAT

WorldView-2 © DigitalGlobe; 2011; Distributed by e-GEOS; Processed by ASTRIUM SERVICES
20 June 2011; Resolution 0.5m

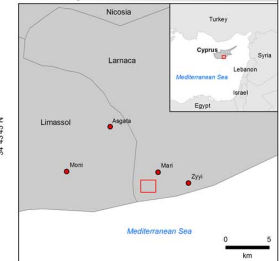
Baas pärast plahvatust



Cyprus - Evangelos Florakis Naval Base Ammunition depot explosion as of July 17, 2011

Damage Assessment Map - Detail
Scale: 1:2,500

Location Diagrams



Legend



Interpretation

On July 11, 2011, heavy explosions on the Evangelos Florakis Naval Base near Mari, southern Cyprus, killed 12 people, injured 64 and severely damaged the adjacent Vasilikos Power Station. Wildfires had led to the detonation of a confiscated munition storage. The power station which provided about 50% of Cyprus' electricity supply has been knocked out causing widespread power cuts on the island. The map shows the situation around the power station as of July 17, 2011. As backdrop serves WorldView-2 imagery (spatial resolution 0.5 m) acquired that day. The explosion crater and parts of the damaged power station are highlighted.

Cartographic information

0 50 100 150 200 Meters
Local projection: UTM Zone 36N, Datum: WGS 1984
Geographic projection: LatLon (DMS), Datum: WGS 84
Scale: 1:2,500 for DIN A1 prints.

Data Sources

WorldView-2(0.5m) © DigitalGlobe, Inc. 2011, provided by e-GEOS S.p.A. under GSC-DA, all rights reserved.
© DLR

Framework

The products elaborated for this Rapid Mapping Activity are realised to the best of our ability, within a very short time frame, optimising the material available. All geographic information has limitations due to the scale, resolution, date and interpretation of the original source materials. No liability concerning the content or the use thereof is assumed by the producer. The research leading to these results has received funding from European Community's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement n° 218802. The ZKI crisis maps are constantly updated. Please make sure to visit <http://www.zki.dlr.de> for the latest version of this product. Map produced July 19, 2011 by ZKI updated on July 20, 2011 © DLR 2011

[zki@dlr.de](http://www.zki.dlr.de)
<http://www.zki.dlr.de>

Center for Satellite Based Crisis Information
- Emergency Mapping & Disaster Monitoring -

German Remote Sensing Data Center
German Aerospace Center

