

Sisekaitseakadeemia
Päästekolledž

Jaana Karsanov

EESTI KÜTUSETERMINALIDE RISKIANALÜÜSIDE VÕRDLUS

Lõputöö

Juhendaja:

Kady Danilas, MA

Kaasjuhendaja:

Tarmo Kull

Tallinn 2012

ANNOTATSIOON

Kolledž: Päästekolledž	Kuu ja aasta: Mai 2012
Töö pealkiri: Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus	
Töö pealkiri võõrkeeles: Comparison of Estonian fuel terminal risk assessments	
Töö autor:	Olen nõus oma lõputöö kättesaadavaks tegemisega elektroonilises keskkonnas.
Jaana Karsanov	Allkiri:
<p>Lühikokkuvõte: Käesolev lõputöö on kirjutatud teemal „Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus”. Lõputöö põhiosa pikkuseks on 37 lehekülge. Lõputöö sisaldab 7 tabelit ja 11 joonist. Töö on kirjutatud eesti keeles ja võõrkeelne kokkuvõte on inglise keeles.</p> <p>Lõputöö eesmärk on hinnata valitud näitajate põhjal Eesti kütuseterminalide riskianalüüside kvaliteeti ja määratleda nende omavaheline võrreldavus. Eesmärgi saavutamiseks kasutati uurimismeetodina teoreetilist uurimust ehk dokumendianalüüsi.</p> <p>Antud lõputööd saab kasutada:</p> <ul style="list-style-type: none">• Päästeameti kemikaaliohutuse järelevalveametnike koolituses;• Päästeameti edasises järelevalves vaadeldud ettevõtete üle;• Päästeameti 2012. aasta tegevuskavas toodud ühte tüüpi suurõnnetuse ohuga ettevõtete ohuala standardtsoonide väljatöötamise protsessis. <p>Läbiviidud uuringu tulemusena selgus, et riskianalüüside kvaliteet vajab tõstmist ja ühte tüüpi Eesti kütuseterminalide riskianalüüsid ei ole omavahel alati võrreldavad ning erinevad paljuski sisult. Lõputöö tulemusena tegi autor ettepanekuid olukorra parandamiseks.</p>	
Võtmesõnad: kütus, suurõnnetus, riskianalüüs, kütuseterminal	
Võõrkeelsed võtmesõnad: fuel, disaster, risk assesment, fuel terminal	
Säilitamise koht: Sisekaitseakadeemia	
Kaitsmisele lubatud	
Kolledži direktor: Margus Möldri	Allkiri:
Vastab lõputöö nõuetele	
Juhendaja: Kady Danilas	Allkiri:

SISUKORD

MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU	3
SISSEJUHATUS	4
1. KÜTUSETERMINALIDE RISKIALLIKAD JA VÕIMALIKUD ÕNNETUSED	6
1.1 Nafta ja naftasaadused üldiselt	6
1.2 Kütuseterminalide võimalikud suurõnnetused	13
2. RISKIANALÜÜSIDE UURING	18
2.1 Uuringu metodoloogia	18
2.2 Terminalide grupeerimine	20
2.3 Riskianalüüsid kajastatud õnnetused, nende tõenäosused ja ohualad	21
2.4 Tõenäosuse ja ohualade esitamise viis ja allikad riskianalüüsid	24
3. UURINGU TULEMUSTE JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD	28
3.1 Järeldused	28
3.1.1 Riskianalüüside kvaliteet	28
3.1.2 Riskianalüüsi tulemuste omavaheline võrreldavus	30
3.2 Ettepanekud	32
KOKKUVÕTE	33
SUMMARY	34
VIIDATUD ALLIKATE LOETELU	35
TABELITE JA JOONISTE LOETELU	37
LISA 1. Terminalide riskianalüüside koostamise aastad	38
LISA 2. Vabariigi valitsuse määruse nr 28 § 2 Riskianalüüs	39
LISA 3. Siseministri määruse nr 55 § 7. Ohutusaruanne	40
LISA 4. Kütuste jagunemine ja grupeerimine terminalide lõikes	41
LISA 5. Terminal J õnnetuse toimumise tõenäosus	42

MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU

RA – riskianalüüs

VV määrus nr 28 - Vabariigi valitsuse 17.02.2011 määrus nr 28 „Nõuded ohtliku ja suurõnnetuse ohuga ettevõtte kohustuslikule dokumentatsioonile ja selle koostamisele ning avalikkusele edastatavale teabele ja õnnetusest teavitamisele“

Risk – võimalus, et õnnetus juhtub mingi aja jooksul koos tagajärgedega, mis tabavad elu ja tervist, elutähtsaid valdkondi, keskkonda või vara.¹

Riskianalüüs – võimalike õnnetuste ja riskiallikate süstemaatiline kindlaksmääramine, hindamine ja ennetusmeetmete kavandamine²

Tõenäosus – mõõdetavate kriteeriumite põhjal eeldatav esinemissagedus teatud ajaperioodi vältel.³

BLEVE – (boiling liquid expanding vapor explosion) Keeva vedeliku paisuva auru plahvatus⁴

Suurõnnetuse ohuga ettevõtte – Käitis, kus kemikaale käideldakse künniskogusest suuremas koguses⁵

Ohtlik ettevõtte - Käitis, kus kemikaale käideldakse ohtlikkuse alammäärast suuremas koguses⁶

¹ Mikk, K., Riskianalüüs ja kriisireguleerimine, Sisekaitseakadeemia, 2006, lk 4.

² Rajaste, A., *Naftasaaduste keskkonnohtlikkuse analüüs*, diplomitöö, Tallinna Tehnikaülikool, 2000, lk 4.

³ Mikk, K., Riskianalüüs ja kriisireguleerimine, *supra nota*, lk 4.

⁴ Talvari, A., *Ohtlikud ained*, teine, täiendatud trükk, Sisekaitseakadeemia, 2006, lk 8.

⁵ Kemikaaliseadus, 06.05.1998, jõustunud 07.06.1998 – RT I 1998, 47, 697, §6 lg 1

⁶ Kemikaaliseaduse §6 lg 2

SISSEJUHATUS

Eestis on suurõnnetuse ohuga ettevõtteid kokku 51. Suurõnnetuste ärahoidmiseks ja riskidest teada andmiseks on need ettevõtted vastavalt kemikaaliseadusele kohustatud koostama muude dokumentide hulgas riskianalüüsi, millest tuuakse välja ettevõttes toimuda võivad õnnetused koos nende tõenäosuse ja tagajärgede ulatusega. Suurõnnetuse ohuga ettevõtetest peaaegu pooled (41 % ehk 21 ettevõtet) on tegevusvaldkonnalt kütuseterminalid, millest 15 tegeletakse ainult vedelkütuste hoiustamisega.

Ohtliku ja suurõnnetuse ohuga ettevõtted on kohustatud riskianalüüse koostama või läbi vaatama ja vajaduse korral uuendama iga viie aasta tagant. Riskianalüüsid kooskõlastatakse pädevate asutustega, kelleks on Päästeamet ja Tehnilise Järelevalve Amet. Riskianalüüse on kemikaaliseaduse alusel koostatud aastast 2004.

Lõputöö eesmärgiks on hinnata valitud näitajate põhjal Eesti kütuseterminalide riskianalüüside kvaliteeti ja määratleda nende omavaheline võrreldavus.

Selleks et lõputöö eesmärki saavutada on püstitatud järgmised uurimisülesanded:

- Kajastatakse kütuseterminalide riskiallikad ja võimalikud õnnetused.
- Analüüsitakse valitud näitajate kajastamist riskianalüüsides ja hinnatakse selle põhjal analüüside kvaliteeti.
- Määratletakse terminalide võrreldavus ning hinnatakse analüüsi tulemuste võrreldavust.
- Tehakse ettepanekud edasisteks tegevusteks.

Eesmärgi saavutamiseks kasutatakse uurimismeetodina teoreetilist uurimust ehk dokumendianalüüsi.

Lõputöös püstitatud hüpoteesid:

- Eesti kütuserminalide riskianalüüside üldine tase vajab tõstmist.
- Ühte tüüpi Eesti kütuserminalide riskianalüüsid ei ole omavahel alati võrreldavad.

Käesolev lõputöö koosneb kolmest peatükist, need omakorda alapeatükkidest. Esimeses peatükis kajastatakse Eesti kütuserminalides käideldavate kütuste omadusi ning antakse teoreetiline ülevaade kütuserminalide riskiallikatest ja võimalikest õnnetustest. Teises peatükis annab autor ülevaate uuringu metodoloogiast ja grupeerib terminalid omavahelise võrreldavuse jaoks ning annab dokumendianalüüsi abil ülevaate riskianalüüsides valitud näitajate kajastamisest. Riskianalüüside hindamiseks valitud näitajad on kajastatud õnnetused, nende tõenäosus ja ohuala. Kolmandas peatükis teeb autor järeldused analüüsi kvaliteedi ja tulemuste omavahelise võrreldavuse kohta ning toob ära omapoolsed ettepanekud.

Antud tööd on võimalik kasutada:

- Päästeameti kemikaaliohutuse järelevalveametnike koolituses;
- Päästeameti edasises järelevalves vaadeldud ettevõtete üle;
- Päästeameti 2012. aasta tegevuskavas toodud ühte tüüpi suurõnnetuse ohuga ettevõtete ohuala standardtsoonide väljatöötamise protsessis.

Autor tänab lõputöö juhendajat Kady Danilast, kaasjuhendajat Tarmo Kulli ja kõiki lõputöö valmimisele kaasa aidanud inimesi.

1. KÜTUSETERMINALIDE RISKIALLIKAD JA VÕIMALIKUD ÕNNETUSED

Kütuseterminal on hoonetest ja reservuaaridest ning muudest rajatistest koosnev kompleks, mis on ette nähtud nafta, naftasaaduste ja muude põlevvedelike vastuvõtuks, hoiustamiseks ja väljastamiseks.⁷

1.1 Nafta ja naftasaadused üldiselt

Kütusteks nimetatakse põlevaid aineid, mida kasutatakse soojusenergia saamiseks. Kuigi põlevate ainete koostis on iseenesest väga mitmekesine, saab kütustena kasutada ainult süsinikul põhinevaid aineid.⁸

Töötlemata kujul naftat kasutada ei saa. Puurornidest pumbatud nafta esmane töötlemine toimub naftatööstusettevõttes. Peale nafta eraldamist veest ja mineraalosakestest läheb nafta separeerimisele. Separeerimisel eraldatakse toornaftas sisalduvad gaasilised süsivesinikud ja alles jäänud vesi. Ometi sisaldab nafta ka pärast separeerimist kergesti lenduvaid komponente ja seepärast viiakse läbi nafta stabiliseerimine, kuumutades teda temperatuuril 80-120°C. Selle tulemusena eraldub naftagaas, mida saab kasutada keemiatööstuse toorainena. Stabiliseeritud naftat töödeldakse edasi naftatöötlemistehastes, mille põhitoodanguks on tehiskütused ja õlid. Nafta töötlemistehastes kuumutatakse naftat erilistes toruahjudes, aurud juhitakse destillatsioonikolonni. Kui naftat kuumutada, eralduvad kõigepealt madalaima keemistemperatuuriga ühendid, seejärel veidi kõrgemalt temperatuuril keevad ühendid jne. Keemistemperatuuri järgi jaotatakse nafta fraktsioonideks. Keskmise nafta annab destilleerimisel kuni 15% bensiini, kuni 20% petrooleumi, kuni 20% diislikütust ja ligi 50% masuuti.⁹

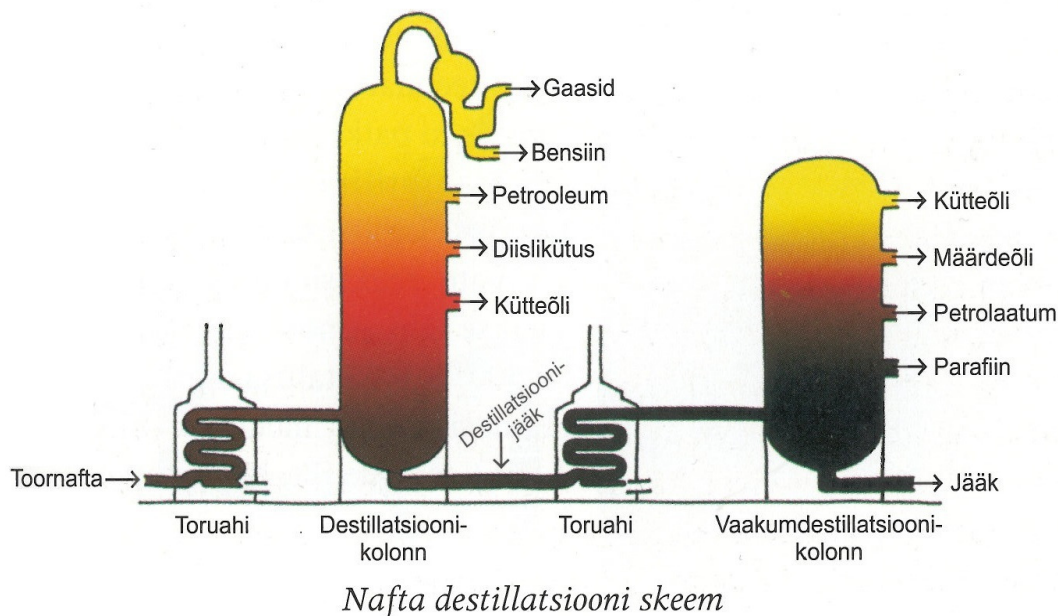
⁷ Ehitiste Tuleohutus Osa 5: Kütuseterminalide ja tanklate tuleohutus, Eesti Standard, EVS 812-5:2005, Eesti Standardikeskus, lk 3.

⁸ Talvik, A-T., *Orgaaniline keemia*, Tartu Ülikooli kirjastus, 1996, lk 424.

⁹ Tuulemets, A., *Orgaaniline keemia*, Õpik gümnaasiumile, Avita, 2002, lk 49-52.

Tabel 1. Nafta põhifraktsioonid¹⁰

Nafta põhifraktsioonid		
Saadused	Süsinike arv	Keemistemperatuur, °C
Gaasid	C ₁ -C ₄	< 0
Petrooleeter	C ₅ -C ₇	30-100
Bensiin	C ₅ -C ₁₀	40-210
Petrooleum	C ₁₀ -C ₁₈	150-320
Diislikütus	C ₁₂ -C ₂₀	200-350
Gaasiõli (kütteõli)	C ₁₄ -C ₂₂	230-360
Solaarõli	C ₂₀ -C ₃₀	300-400



Nafta destillatsiooni skeem

Joonis 1. Nafta destillatsiooni skeem¹¹

Kõikidelt kütustelt nõutakse, et neil peab olema võimalikult kõrge kütteväärtus, hea segunemisevõime õhuga ja nad ei tohi korrodeerida metalle ega reageerida õhuhapnikuga. Seismisel ei tohi kütuste koostis ja omadused muutuda.¹²

Nafta on põhiline kütuse- ja keemiatööstuse tooraine. Suur osa naftast töödeldakse ümber ka õlideks. Nafta töötlemisest jääb järgi bituumen e pigi, mida kasutatakse teede ehituses.

¹⁰ Tuulemets, A., *Orgaaniline keemia*, *ibid*, lk 52.

¹¹ Tuulemets, A., *Orgaaniline keemia*, *ibid*, lk 52.

¹² Urve, M., *Materjaliõpetus*, konspekt autotehnikutele, Tallinna Lasnamäe Mehaanikakool, 2009, lk 35

Keemiatööstuses toodetakse naftast plaste, kilet, sünteetilist kautšukit, kiudu tekstiilitööstusele, pesemisvahendeid, lahusteid, värvaineid, ravimeid jm. Kütusetööstuses toodetakse naftast bensiine, diislikütuseid, vedelgaasi, kerget kütteõli, õlisid ja määreid.¹³

Mida kõrgem on kütuse keemistemperatuur seda kõrgemal temperatuuril ta aurustub. Mida homogeensem on küttesegu seda paremini ta süttib ja täielikumalt põleb.¹⁴

Tuleohtlikkuse astme järgi jagunevad naftasaadused plahvatusohtlikeks ja tuleohtlikeks. Plahvatusohtlikud on madala leektemperatuuriga kütused (bensiin) ja mitmesugused lahustid (atsetoon). Nende aurud koos õhuga moodustavad segu, mis plahvatab ka kõige väiksemast sädemest. Suure tihedusega kütused (diislikütus) ja õlid kuuluvad teise liiki, mis soojenedes teatud temperatuurini süttivad.¹⁵

Käesoleval ajal on eriti aktuaalne keskkonnakaitse, sest nii tööstus- kui ka põllumajandusettevõtted ja transpordivahendid paiskavad loodusesse mitmesuguseid aineid, mis häirivad taimede ja loomade elutegevust ning võivad esile kutsuda nende huku. Keskkonda saastavaist aineist on enam levinud naftasaadused. Millist mõju nad avaldavad taimedes toimuvatele protsessidele, pole lõplikult veel selge. Vette sattunud õlid ja kütused muudavad selle kasutus kõlbmatuks ning põhjustavad kalade, veeloomade ja -lindude hukkumist. Õhku sattunud kütuseaurud, eriti aga põlemisproduktid on mürgised ning võivad inimestel ja loomadel esile kutsuda tõsiseid tervisehäireid, haigusi ning üksikjuhtudel ka surma.¹⁶

Eesti keskkonnauuringute keskuse kesklabori osakonnajuhataja Priit Alumaa sõnul jaotatakse kütused värvuse järgi kahte erinevasse liiki: heledad ja tumedad kütused. Samuti on keskusel olemas standardmeetod värvi määramiseks, mida kasutatakse nende igapäevatöös.

¹³ Urve, M., *Materjaliõpetus*, *ibid*, lk 32.

¹⁴ Urve, M., Põldoja, H., *Materjaliõpetus*, <<http://lemill.net/content/webpages/materjaliopetus/view>>, (29.03.2012)

¹⁵ Tiidemann, T. „*Materjaliõpetus*“, õppematerjal, Tallinna Tehnikakõrgkool, 2011, lk 7.

¹⁶ Tiidemann, T. „*Materjaliõpetus*“, *ibid*, lk 7.

Leekpunkt

Leekpunkt määrab kütuse tuleohtlikkuse. Leekpunkt on minimaalne vedeliku temperatuur, mille juures tema aurud annavad suletud nõus (tiiglis) sellise aurude segu õhuga, milline süttib sinna viidud välisest süüteallikast, nt sädemest, ka põlevast tikust. Leekpunkti määratakse standardse meetodika järgi vastavates seadmetes ja jaotatakse järgnevalt¹⁷:

- Eriti tuleohtlikud vedelikud on leekpunktiga alla 23°C.
- Vähem tuleohtlikud põlevvedelikud on leekpunktiga 23°C – 61°C.
- Madala tuleohtlikkusega põlevvedelikud on leekpunktiga üle 61°C.

Heledad naftasaadused:

1. Toornafta

Nafta on üks olulisemaid maavarasid. Seda kasutatakse peamiselt kütuse ja keemiatööstuse toorainena.¹⁸ Nafta on tumepruun ja omapärase lõhnaga, väga kompleksse koostisega viskoosne vedelik, mida leidub küllaltki laialdaselt maakoore kihtides. Nafta värvus võib varieeruda, olenevalt leiukohast.¹⁹

Nafta tähtsust tänapäeva majandusele on raske ülehinnata. Nafta on tekkinud mittetäielikult lagunenu orgaanilisest ainest, mis võis olla nii taimne kui ka loomne ning kasvanud kas meres või maismaal.

Erinevatest maardlatest ammutatav nafta võib omada väga erinevat koostist ning sellest tulenevalt ka erinevaid omadusi. Toornafta on eriti tuleohtlik. Nafta erikaal on muutlik, kuid väiksem kui veel. Maapinnal olev nafta on madalama temperatuuri tõttu viskoossem kui sügaval Maa sees olev nafta. Värvuselt on nafta peaaegu värvitust kuni mustani, olles enamasti pruunikat tooni. Et nafta on erinevate ühendite segu, millel kõigil on erinevad keemis- ning sulamistemperatuurid, ei saa ka nafta kohta tuua välja keemis- ega sulamistemperatuure. Küll aga saab määrata keemise algtemperatuuri, milleks on 30-100°C. Samuti tuleb arvestada sellega, et madalatel temperatuuridel muutuvad nafta ja sellest valmistatud tooted viskoossemaks.²⁰

¹⁷ *Kütuste üldiseloostus*, õppematerjal, Tallina Tehnikaülikool, <staff.ttu.ee/~asiirde/Loengud/asj3080/asj8030.doc> (13.03.2012)

¹⁸ Karrik, H., *Üldine keemia*, 3., täiendatud ja parandatud trükk (Tallinn: Valgus, 1981), lk 190.

¹⁹ Talvari, A., *Ohtlikud ained*, teine, täiendatud trükk, Sisekaitseakadeemia, 2006, lk 144.

²⁰ Spada Capital, *Toornafta*, <www.spadacapital.com/est/Toornafta> (26.01.12)

Toornafta leekpunkt jääb vahemikku -28°C kuni 34°C . Kuna toornafta liigid on erinevad, tuleb nende leekpunkti eraldi testida. Enamik toornafta liike sisaldavad mingis koguses kergeid aure, mistõttu neid klassifitseeritakse madala leekpunktiga aineteks. Toornafta põlemisel põlemisel paiskub atmosfääri tavaliselt paksu suitsu.²¹

2. Bensiin

Bensiin on värvitu, kergesti voolav ning tugeva, ainult temale omase lõhnaga vedelik. Bensiin on peamiselt mootorikütusena kasutatav kergeste süsivesinike segu, kergesti süttiv, enamasti värvusetu vedelik. Bensiini saadakse peamiselt nafta töötlemisel. Bensiin keemispireideks on $50\text{-}200^{\circ}\text{C}$ ja leekpunktiks -43°C .²²

Bensiin on eriti tuleohtlik vedelik, mis eraldab madalal temperatuuril süttivat auru. Auru on süttiv koheselt peale bensiini maha voolamist. Tule- ja plahvatuse oht süüteallika olemasolul on väga suur (suitsetamine, keevitamine jne). Tuleohtlik keskkond on olemas igas tühjas anumal, kus bensiini on hoitud (mahuti, purk jne.)²³ Bensiinil on küllastunud auru rõhk 70kPa .²⁴

3. Petrooleum

Petrooleum on tugeva lõhnaga kergesti voolav hele vedelik, mis saadakse põhiliselt nafta destilleerimisel. Kindel keemistemperatuur puudub, kuid keemispirkond on $150\text{...}300^{\circ}\text{C}$. Petrooleum, mille leekpunkt on tavaliselt vahemikus $37,8^{\circ}\text{C}$ kuni $54,4^{\circ}\text{C}$, on süsivesinikest koosnev naftasaadus.²⁵

Petrooleumi fraktsioone kasutatakse kütusena karburaatoriga väikekateldes, teraviljakuivatite soojusgeneraatorites, valgustuslaternates ja süütevedelikuna. Veel kasutatakse petrooleumi lahustina sest mõningad ained lahustuvad vaid selles. Petrooleumi lisatakse diislikütusele hangumistemperatuuri alandamiseks.²⁶

²¹ Dennis P. Nolan, *Handbook Of Fire And Explosion Protection Engineering Principles For Oil, Gas, Chemical, And Related Facilities*, Noyes Publications, 1996, lk 34

²² Talvari, A., *Ohtlikud ained*, supra nota 16, lk 145

²³ Dennis P. Nolan, *Handbook Of Fire*, supra nota 18, lk 36.

²⁴ Urve, M., *Materjaliõpetus*, supra nota 10, lk 40

²⁵ Dennis P. Nolan, *Handbook Of Fire*, supra nota 18, lk 37.

²⁶ Tiidemann, T. „Materjaliõpetus“, supra nota 13, lk 9.

4. Lennukipetrool

Lennukipetrool on petrooleumiga sisuliselt sama või lähedase fraktsiooni naftatootega, lihtsalt lennukipetrooli parameetrid on täpsemalt tehnoloogilises protsessis ja nõuetega määratletud. Lennukipetrool ehk avioturbiinikütus peab vastama paljudele väga rangetele kvaliteedinõuetele.²⁷

5. Diislikütus

Diislikütus on peamiselt mootorikütusena kasutatav süsivesinike segu, mis keeb temperatuurivahemikus 200–350°C ja mille leekpunkt on üle 55°C. Diislikütus saadakse mitmete nafta destillatsiooniproduktide (gasool, solaarõli, petrooleum) segamisel teatud vahekorras. Süsivesinikest on diislikütuses ülekaalus alkaanid. Diislikütuses on areenid aga kahjulikud, kuna nad süttivad ja põlevad halvasti.²⁸

6. Kerge kütteõli

Kerged kütteõlid on enamasti gaasiõlide hulka kuuluvad naftasaadused. Kergel kütteõli kasutatakse eramute kütteks, tööstuses, põllumajanduses ja laevadel. Suvine ja talvine kergkütteõli erinevad oma viskoossuselt. Näiteks Eestis kasutatava talvise kergkütteõli hangumispunkt on max –35°C, üldine väävlisisaldus kuni 0,5%, veesisaldus aga kuni 0,03%.²⁹ Suvisel kergel kütteõlil on leekpunkt min 42°C ja talvisel min 35°C.³⁰

Tumedad naftasaadused:

1. Raske Kütteõli

Rasked kütteõlid koosnevad mitmesugustest destilleerimise ja töötlemise jääkidest ning leiavad kasutamist laeva- ja jõujaamakütustena.³¹

Rasketest kütteõlidest kasutatakse katlakütusena nafta töötlemise saadusi – põhiliselt masuute. Raske kütteõli omadused sõltuvad nii toornaftas kvaliteedist kui ka tema ümbertöötamise moodusest. Rasked kütteõlid on ruumitemperatuuril (ca 20°C) viskoossed vedelikud. Kuna

²⁷ Tuulemets, A., *Orgaaniline keemia, supra nota 7*, lk 54

²⁸ Tiidemann, T. „Materjaliõpetus“, *supra nota 13*, lk 10.

²⁹ *Kütuste üldiseloostus*, õppematerjal, Tallina Tehnikaülikool, <staff.ttu.ee/~asiirde/Loengud/asj3080/asj8030.doc> (13.03.2012)

³⁰ TT Labor OÜ, *Kerge kütteõli*, Vedelkütuste analüüs, <<http://www.ttlabor.ee/kerge.html>> (17.03.2012)

³¹ Tuulemets, A., *Orgaaniline keemia, supra nota 7*, lk 54

viskoossus on raskete kütteõlide põhiline omadus siis on see ka aluseks nende jaotamisel markideks.³²

Kütteõlide kasutamisel tuleb arvestada teisigi põlevatele vedelikele iseloomulikke omadusi, nt hangumistemperatuur, leekpunkti temperatuur, süttimistemperatuur jne.³³ Raskete kütteõlide leekpunkt on üle 55°C, mistõttu ei ole nad klassifitseeritud tuleohtlikuks. Raske kütteõli süütamine toatemperatuuril võib olla keeruline kuid kõrgematel temperatuuridel süttides võib põleda. Kuid vaatamata sellele, et raske kütteõli ei ole klassifitseeritud tuleohtlikuks, on ta võimeline mahuti ülemises osas tootma kergete süsivesinike auru süttimisohtlikus vahemikus. See võib juhtuda ka siis kui vedeliku temperatuur on leekpunktist madalam. Sellest tulenevalt on soovitatav, et raske kütteõli mahutite üleosa arvestataks tuleohtlikeks ja asjakohased ettevaatusabinõud tuleks kasutusele võtta³⁴

2. Masuut

Masuut on atmosfäärirõhul läbi viidud destilleerimise jääk. Masuuti peetakse üheks tähtsamaks katlakütuseks. Samuti jääke vaakumis edasi destilleerides saadakse veel erinevaid määrideõlisisid nagu näiteks mootoriõlid. Masuut keeb temperatuuril üle 400°C ja tema leektäpp on min 85°C.³⁵ Masuuti omakorda destilleerimise jääk on bituumen, mida läheb vaja asfaldi tootmiseks.³⁶

3. Bituumen

Bituumen on üldnimetus looduslikult esinevatele põlevatele tahketele või vedelatele süsivesinike segudele. Bituumenit käideldakse ja ladustatakse vedelikuna, mis tähendab kõrgendatud temperatuuri (>100°C). Bituumeni leekpunkt on >220°C. Bituumeni temperatuuri tuleb hoida vähemalt 30°C leekpunktist madalamal ning see ei tohiks kunagi ületada soovitatavat maksimumtemperatuuri 190°C. Isesüttimistemperatuur >300°C. Kokkupuutel veega võib tekkida äge mahu paisumine ja nii nimetatud "ülekeemise" oht. Toodet ei klassifitseerita kergestisüttivaks, aga see sisaldab süsivesinikke ja võib põleda. Bituumeni väljapumpamisel auto- või raudteetsisternist tuleb järgida ettevaatusabinõusid, et vältida tule- või plahvatusohtu, mida võib põhjustada kuumade soojendustorudega kokkupuude. Bituumenimahuteid hoitakse tavaliselt soojana elektri, kuumade õli- või leektorude abil. Temperatuur ei tohi kunagi ületada tarnija poolt

³² *Kütuste üldiseloostus*, õppematerjal, supra nota 26.

³³ Kent, J. A., *Riegel's Handbook of Industrial Chemistry*, Tenth edition, Van Nostrand Reinhold Company, 2003, lk 492-493.

³⁴ CONCAWE's Petroleum Products and Health Management Group, *Heavy Fuel Oils*, Brussels, 1998, lk22

³⁵ Timotheus, H. *Praktiline keemia*, AVITA, 1999, lk 97-100.

³⁶ Tuulemets, A., *Orgaaniline keemia*, supra nota 7, lk 52

soovitatud maksimumtemperatuuri. Tuleb kontrollida, kas mahutis, kuhu bituumenit pumbatakse, on piisavalt ruumi. Kuumutamisel üle soovitatava maksimumtemperatuuri hakkab lõhustuma ja eraldub tuleohtlikke aure.³⁷

1.2. Kütuseterminalide võimalikud suurõnnetused

Kütuse terminalides saab toimuda mitmeid erinevaid õnnetusi, mis võivad edasi areneda suurõnnetuseks. Levinuimad õnnetused kütuseterminalides on erinevat tüüpi tulekahjud. Samuti on võimalikeks õnnetusteks ka plahvatused. Kuna kütuse käitlemisel on võimalikud lekked, siis on võimalikeks õnnetusteks ka keskkonnareostused.³⁸

Tulekahjud suurtes terminalides võivad endaga kaasa tuua katastroofilisi tagajärgi nii naabrusele kui ka keskkonnale. Mistõttu ongi detailne riskianalüüs vajalik, mille alusel on võimalik määrata piisav tuleohutus.³⁹

Tüüpilised naftaterminalide alal toimunud tulekahjude ja plahvatuste põhjustatud õnnetuste ohutegurid on järgmised⁴⁰:

- lombitule ja sähvaktule soojuskiirgus;
- aurupilvede põlemisel tekkinud kõrgetemperatuuriliste toodete sähvaktule mõju soojusenergia;
- aurupilvede põlemisel tekkinud ülerõhk sektsioonides;
- õhu kõrge temperatuur, suits, mürgised põlemissaadused, madal hapniku kontsentratsioon (tulekahju puhul ruumides ja hoonetes).

Lombituli

Lombitule põhiliseks ohuteguriks on põleva kütuse leegi soojuskiirgus. Muud võimalikud lombi tulekahjud sisaldavad suitsu ja mürgiseid kõrvalsaaduseid. Kõige tõenäolisem on mahavoolanud

³⁷ AS NYNAS, *Kemikaali Ohutuskart*, < [https://nyport.nynas.com/Apps/1112.nsf/wds/EE_EE_Nypol_64-28/\\$File/Nypol_64-28_EE_EE_SDS.pdf](https://nyport.nynas.com/Apps/1112.nsf/wds/EE_EE_Nypol_64-28/$File/Nypol_64-28_EE_EE_SDS.pdf)> (17.03.2012)

³⁸ Shebeko, Yu.N., *Fire and explosion risk assesment for large-scale oil export terminal*, 20 *Journal of Loss Prevention in the process Industries* (2007), 651-658, lk 651.

³⁹ Shebeko, Yu.N., *Fire and explosion risk assesment*, *ibid*, lk 652.

⁴⁰ Shebeko, Yu.N., *Fire and explosion risk assesment*, *ibid*, lk 653

bensiinilombi süttimine. Mahavoolanud toornafta, diiselkütuse ja ahjukütuse põlema süttimiseks on vaja suurema võimsusega väliseid süttimisallikaid.⁴¹

Mahuti põlemine

Mahutis olev kütus sütib põlema. See võib toimuda näiteks välgu löögist või süütamisest. Bensiiniaurude plahvatamisel võib mahuti puruneda ja põlev kütus paiskub vallituse taha. Seda käsitletakse juba lombitulekahju näol, kus temperatuur mõjutab samas vallituses olevaid teisi mahuteid.⁴²

Vedeliku sügava kihi kuumenemine põlemisel võib esile kutsuda ülekeemise või väljapurske. Ülekeemise põhjustab naftasaadustes märkimisväärse koguses oleva vee väikeste piisakeste aurustumine ning sellest põhjustatud põleva vahu teke, mis võib mahuti seinast üle voolata, laiendades põlemist naabermahuti alale. Naftasaaduste ülekeemine esineb juhul kui nendes olev vesi on seal emulsioonina (emulgeerunud).⁴³

Põhilisteks mahutite põlemise stsenaariumiteks on suletud serva tuli, ujuva katusega mahuti lombituli, mahuti täieliku pinna läbilõike lombituli, vallituse lombituli, plahvatused suletud või pool suletud süsteemides. Samuti arvestatakse ka teistes terminali osades tulekahjusid ja plahvatusi. Ujuva kaanega mahutite põhilised õnnetus stsenaariumid⁴⁴:

1. Suletud ääre tulekahju, mis võib tekkida suletud ääre mingi osa purunemisel ja nafta aurude süttimisel.
2. Lombitulekahju ujuvkatuse pinnal. Seda tüüpi tulekahju võib toimuda järgmistel tingimustel:
 - a. Ujuvkaane mingi osa purunemine, mis tekitab vedeliku loigu selle pinnal ja see süttib;
 - b. Osaline ujuvkaane uppumine, millele järgneb selle ümber oleva nafta süttimine;
 - c. Ujuvkatuse kõrvalt läbi tungivate nafta aurude süttimine.
3. Mahuti täieliku pinna tulekahju. See tulekahju võib toimuda täieliku või osalise ujuvkatuse uppumisel.
4. Tulekahju vallituses. See tulekahju võib toimuda naftajuhtmete rebenemisel.

⁴¹ Dennis P. Nolan , Handbook Of Fire, supra nota 25, lk 47.

⁴² Shebeko, Yu.N., *Fire and explosion risk assesment*, supra nota 25, lk 652.

⁴³ Talvari, A., *Põlevainete omadused*, Tallinn, Sisekaitseakadeemia, 2009, lk 147

⁴⁴ Shebeko, Yu.N., *Fire and explosion risk assesment*, supra nota 25, lk 652

5. Plahvatus pontoonis või muus kinnises kohas. Plahvatus võib toimuda nafta aurude pontooni tungimisel ja nende süttimisel ja samuti ujukatuse liikumisel madalaimasse asendisse (toele) ja õhu tungimisel katuse alla.

Hajunud kütuseaurude plahvatus

Hajunud kütuseaurude plahvatus võib toimuda kas viivitamatult peale vabanemist või viivitusega, kui aurupilv on jõudnud juba vabanemiskohast kaugemale hajuda. Aurupilve plahvatuse tagajärjed sõltuvad kemikaali keemilistest omadustest, vabanemise iseloom, süttimisallika võimsus ja ilmastikutingimused. Põlevkemikaali hajunud aurupilve plahvatuse põhiliseks ohuteguriks on plahvatuslaine eesserva maksimaalne ülerõhk⁴⁵.

Sähvaktuli

Põleva gaasi mahutist vabanemisel tekib vabanemistingimustest sõltuvate mõõtmatega tuleohtlik aurupilv. Selle pilve süttimisel või⁴⁶:

- kiiret põlemist saata plahvatuslaine ohtlik ülerõhk;
- kiire põlemine toimub ilma plahvatuslaineta.

Hooneid ja rajatise ohustatavateks sähvaktule väljunditeks on vahetu kokkupuude leegiga ja põleva pilve soojuskiirgus. Kui vabanenud gaasipilve kontsentratsioon on plahvatusohtlikes piirides, võib selle levimisteele jäänud süüteallikas tekitada pilves kiiresti leviva põlemisrinde. Kui põlemiskiirus on piisavalt suur, võib tekkida rõhu- või lööklaine.⁴⁷

Keeva vedeliku paisuva auru plahvatus (BLEVE)

Nõrgestatud kestaehituse ja siserõhutõusu kombinatsioon tingib auru momentaalse vabanemise ja süttimise. Seda nähtust nimetatakse BLEVEks, mis on lühend sõnadest *boiling liquid expanding vapour explosion* – keeva vedeliku paisuvate aurude plahvatus. BLEVE tekib, kui süttivat vedelikku kiiresti kuumutada suhteliselt kõrgete temperatuurideni võrreldes ta keemistemperatuuriga. Tavaliselt pole kaubatsisternide ventileerimiseseade suuteline leevendama tohutu siserõhu tõusu, mis tekib aurude paisumisest. Tsistern puruneb, mis toob kaasa tohutu tulekeraga plahvatuse.⁴⁸

⁴⁵ Rajaste, A., *Naftasaaduste keskkonnaohtlikkuse analüüs*, diplomitöö, Tallinna Tehnikaülikool, 2000, lk 16.

⁴⁶ Hollandi ohutusraamatud, Soojuskiirguse ja plahvatuse mõju inimestele ja ehitistele, Sisekaitseakadeemia, Tallinn, 2008, lk 40-41.

⁴⁷ Hollandi ohutusraamatud, Soojuskiirguse ja plahvatuse mõju, supra nota 39, lk 41.

⁴⁸ Talvari, A., *Ohtlikud ained*, supra nota 4 lk 38

Enamik BLEVE juhtumeid on ilmnunud rõhu all olevate vedelgaaside puhul. Bensiini või naftatsisterni BLEVE võib toimuda ainult siis, kui tsistern satub suure intensiivsusega tulekoldesse.⁴⁹

Erinevatest andmebaasidest toetatud 33 aasta raudteeõnnetuste otsing andis tulemuseks 6 bensiini raudtee tsisterni BLEVE-t. Toornafta raudtee tsisternidega toimunud õnnetuste kohta BLEVE juhtumeid ei leitud. Kuna toornafta ja bensiini lombitulekahju omadused ja aururõhud on praktiliselt samad, siis võib erinevus tuleneda raudtee tsisternide parameetrite erinevusest ja täitmise tasemetest. Tulekoldes oleva kütuse tsisterni lõhkemise eelduseks on, et täitmislauk jääb tihedalt suletuks. Tõenäoliselt tulekahjus täitmislauki tihend pehmeneb ja annab järele ning tekkinud ülerõhk vabaneb seeläbi. Kolm bensiiniga täidetud soome tüüpi raudtee tsisterni ja üks toornaftaga täidetud vene tüüpi raudtee tsisterni modelleerimine tarkvaraga ENGULF II näitas, et toornafta tsistern pidas tulekahju kuumuses vastu ja BLEVE-t ei tekkinud, bensiini tsisternide puhul olid tulemused erinevad, sõltudes⁵⁰:

- seinapaksusest: Soome 7 mm seinapaksusega Sob tüüpi tsistern lõhkes 850 °C kuumuses, kuid Soome 9 mm seinapaksusega So tüüpi tsistern pidas kuumusele vastu;
- leegi temperatuurist: Soome Sob tüüpi tsistern lõhkes 850 °C kuumuses, kuid pidas vastu 800 °C kuumuses;
- ülerõhu klapi suurus: ülerõhu klapi suurus oli piisav vaadeldud tsisterni tüüpide põhjal, et hoida ära tsisterni lõhkemine peale tsisterni muutumist vedelikuga täidetud kestaks. Väiksem PRV võiks viia rõhu suurenemiseni ja tsisterni lõhkemiseni;
- täitmislauki tihendist: Soome So tüüpi tsistern lõhkes 24 minuti pärast, kui tihend ära tuli, vastupidisel juhul pidas vastu 30 minutilisele tulele.

Modelleerimine andis lõhkemiseks kuluva ajana äärmuslikes tulekahju tingimustes 15-20 minutit, mis vastab uuritud reaalsele õnnetustele. Bensiini raudtee tsisternide BLEVE ennustamine reaalses õnnetuse oludes on keeruline.⁵¹

⁴⁹ Lautkaski, R., *Evaluation of BLEVE risks of tank wagons carrying flammable liquids*, 22 Journal of Loss Prevention in the process Industries (2009), 117-123, lk 117.

⁵⁰ Lautkaski, R., *Evaluation of BLEVE*, *ibid*, lk 117-118

⁵¹ Lautkaski, R., *Evaluation of BLEVE*, *supra nota*, lk 118

Kütustele vastavad õnnetused

Dennis, P. Nolan on oma raamatus „Handbook Of Fire And Explosion Protection Engineering Principles For Oil, Gas, Chemical, And Related Facilities“ äratõõnõud alljärgneva tabeli

Tabel 2. Kütustele vastavad õnnetused⁵²

KÜTUS	Plahvatus	Lõmbi tulekahju	Jugatuli	Suits
Toornafta	X	X		X
Bensiin	X	X		X
Diislikütus		X		X
Petrooleum		X		X

Lähtudes tabelis toõdud andmetest on lõmbi tulekahju ja suits tõenäõlised kõõgi toõdud kütuseliikide puhul. Plahvatust peetakse tõenäõliseks eelkõõige toornafta ja bensiini puhul. Jugatuli pole tabeli järgi kütustega tõenäõline, kuna seda juhtub pigem erinevate gaasidega.

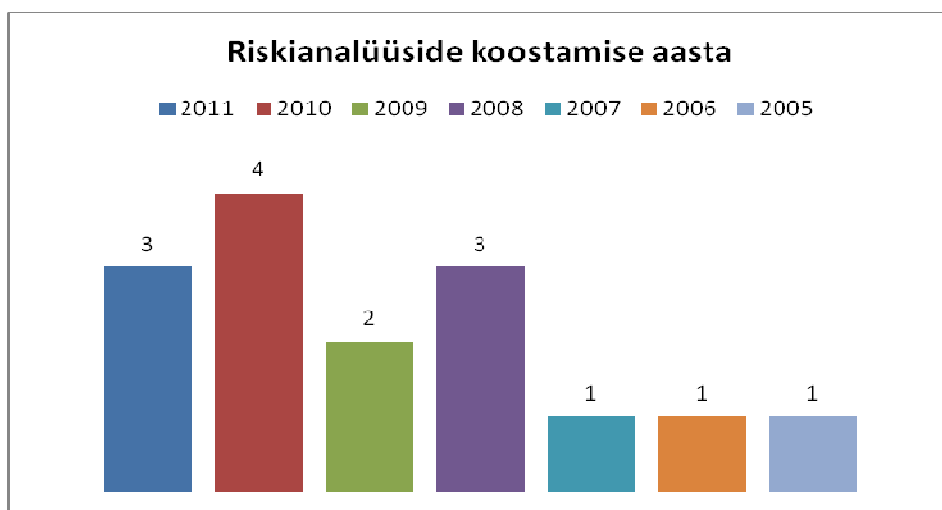
⁵² Dennis P. Nolan , *Handbook Of Fire*, supra nota 18, lk 60

2. RISKIANALÜÜSIDE UURING

2.1 Uuringu metodoloogia

Lõputöö eesmärgini jõudmiseks viiakse uurimismeetodina läbi dokumendianalüüs ja statistiline andmeanalüüs. Lõputöös oleva uuringu tulemuste töötlemiseks kasutas autor Microsoft Exceli tabeliarvutusprogrammi. Statistilise andmeanalüüsi tarbeks koostas autor erinevaid tabeleid ja jooniseid ning analüüsist parema ülevaate saamiseks on lisatud omapoolsed kommentaarid. Statistiliseks andmeanalüüsiks ja dokumendianalüüsiks sai autor andmeid Päästeameti kriisireguleerimise osakonnast.

Analüüsimiseks valis lõputöö autor 15 Eesti kütuserminali riskianalüüsid, mille põhitegevuseks on naftal põhinevate kütuste hoiustamine. Analüüsist jäeti välja kütuserminalid, kus käideldi ka suures koguses teisi ohtlikke aineid. Analüüsitud riskianalüüsid on koostatud aastatel 2005-2011.

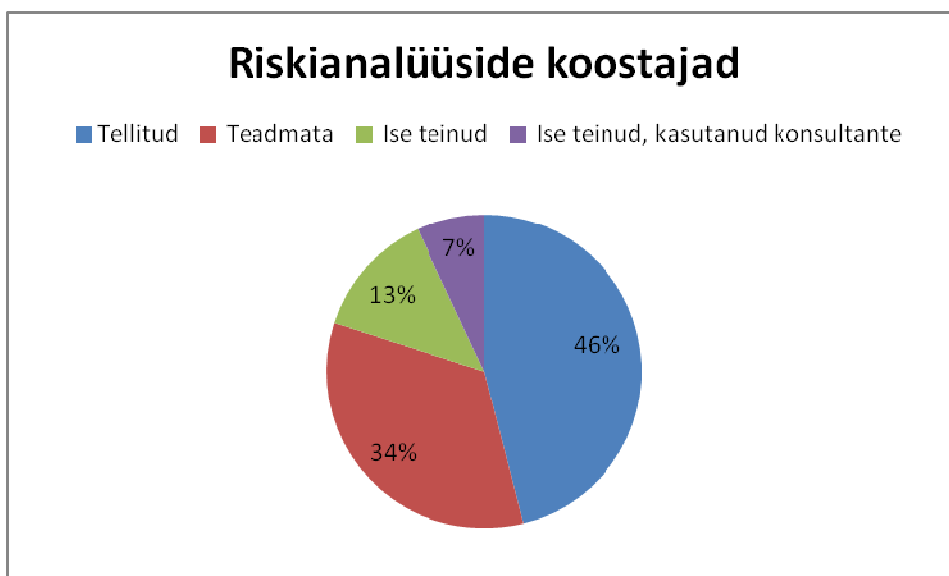


Joonis 2. Riskianalüüside koostamise aasta (autori joonis)

Täpsemad kütuserminalide riskianalüüside koostamise aastad on välja toodud lisades (vt LISA 1).

Riskianalüüside koostajad

Riskianalüüsi koostamise kohustus on ettevõtjal. Praktikas on ettevõtjad kasutanud selleks erinevaid variante: koostanud ise, kaasanud konsultandid, ostnud teenuse sisse. Kütuseterminalidest on 15-st seitse (46%) tellinud vastavalt teenusepakkujalt oma ettevõttele riskianalüüsi. Arusaamatuks jäi 34% (5) riskianalüüsi koostaja. 13% terminalidest on oma RA'd ise koostanud. Üks kütuseterminal on RA ise koostanud, kuid kasutanud konsultante sealjuures.



Joonis 3. Riskianalüüside koostajad (autori joonis)

Kuna riskianalüüsid on mõeldud kasutamiseks ametisiseselt, siis tuli enne käsitlemist need anonüümseks teha. Anonüümsus sai tagatud terminalide nimetuste asendamisega tähestiku tähtedega (A, B, C, D jne). Seda tehes olid RA'd suvalises järjestuses.

Autor keskendus kütuseterminalide RA'des:

- Terminalides käideldavatele kütuseliikidele, et grupeerida terminalid selle alusel.
- Toodud suurõnnetustele, et võrrelda RA'sid selle põhjal omavahel ja kirjanduses toodud erinevate kütuseterminalide õnnetuste liikidega.
- Toodud tõenäosustele, et hinnata milliseid õnnetusi on erinevates RA'des peetud tõenäolisemaks ning kaardistada erinevad kasutatavad tõenäosuse kriteeriumid.
- Toodud ohualadele, et tuvastada erinevad ohualade leidmiseks kasutatavad allikad ning ohualade toomise põhjalikkus.

See, mida üks riskianalüüs endas sisaldama peab, on ära toodud Vabariigi valitsuse 17.02.2011 määruses nr 28 „Nõuded ohtliku ja suurõnnetuse ohuga ettevõtte kohustuslikule dokumentatsioonile ja selle koostamisele ning avalikkusele edastatavale teabele ja õnnetusest teavitamisele“ (LISA 2). Enamus riskianalüüsi on koostatud vana määruse kehtimisel ajal, mis on ära toodud lisades (vt LISA 3). Nii vana kui kehtiv määrus kohustab riskianalüüsis ära tooma õnnetuse stsenaariumid koos tõenäosuse ja tagajärgede ulatusega (ohualaga).

2.2 Terminalide grupeerimine

Selgitamaks välja, milliste terminalide riskianalüüsid peaksid andma õnnetuste osas sarnased tulemused, olema võrreldavad, grupeeris autor terminalid kütuseliikide järgi. Selleks jagas autor esmalt kütused kolme gruppi:

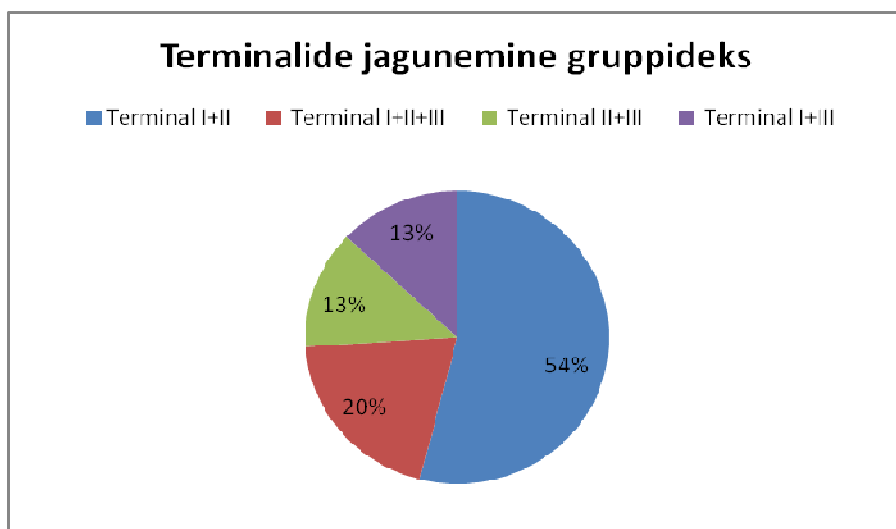
I: nafta ja bensiin, kui kõige tuleohtlikumad vedelkütused.

II: diiselmootor ja teised heledad naftasaadused kui vähem tuleohtlikud vedelkütused.

III: tumedad naftasaadused kui madala tuleohtlikkusega vedelkütused.

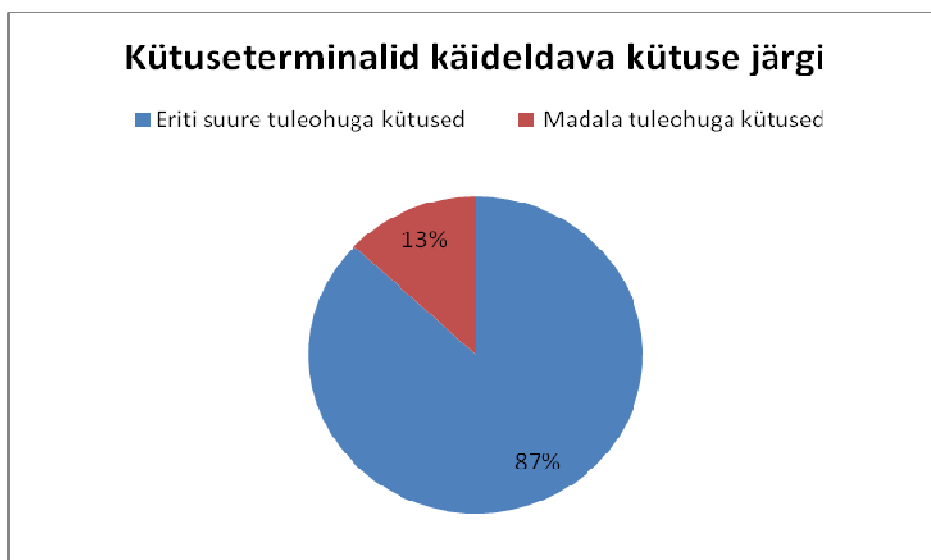
Täpsem tabel kütuste jagunemisest terminalide lõikes on ära toodud lisades (vt LISA 4).

Terminale, mis käitlevad koos I ja II grupi kütuseid on kõige rohkem (8). Terminale, mis käitlevad kõikidest liikidest kütuseid on kolm, milles ühes on lisaks ka veel muu ohtlik aine. Ülejäänud neli terminali käitlevad mõlemad kahte liiki kütuseid (I+III või II+III).



Joonis 4. Terminalide jagunemine gruppideks (autori joonis)

Terminalid B, D, F, G, I, K, L, O⁵³ liigitatakse terminalide gruppi I+II. Terminalid H ja N⁵⁴ on liigitatud gruppi I+III ja terminalid A ja M⁵⁵ on liigitatud gruppi II+III. Terminalid C, E, J⁵⁶, mis käitlevad igast kütuseliigist midagi on liigitatud gruppi I+II+III.



Joonis 5. Kütuseterminalid käideldava kütuse järgi (autori joonis)

Seega 15-st kütuseterminalist 13-s käideldakse madala leekpunktiga eriti tuleohtlikke kütuseid. Ülejäänud kahes kütuseterminalis käideldakse ainult vähem tuleohtlikke ja madala tuleohtlikkusega kütuseid.

2.3 Riskianalüüsidest kajastatud õnnetused, nende tõenäosused ja ohualad

Järgnevas tabelis on välja toodud riskianalüüsidest kajastatud õnnetused koos tõenäosuste ja ohualadega. Lähtuvalt sellest, et alati ei olnud võimalik erinevatest riskianalüüsidest välja lugeda, millist tulekahju või plahvatust täpselt mõeldakse, siis neid on kajastatud kui lihtsalt tulekahju või plahvatust.

⁵³ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus*, lõputöö, Sisekaitseakadeemia Päästekolledž (2012), lk 19.

⁵⁴ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus*, *ibid*, 21, lk 19.

⁵⁵ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus*, *ibid*, 21, lk 19.

⁵⁶ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus*, *ibid*, 21, lk 19.

Õnnetus Tõenäosus Ohuala (m)	Terminal														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Tulekahju	- 2 800	- 2 108			- 2 250	- 2 350	- 2 66	- 1/2 235/325	- 3 480		- 2 -	- 2 -	- 2 800	- 2 800	- -
Lombi/loigu tulekahju			- 2 1800	- 2 1600					- 2 600	- kvant.					
Mahuti põleng		- 2 61	- 2 800	- 2 600		- 1 350	- 3 87	- 1 350	- 2 600	- kvant.			- 1 300	- 1 300	- -
Plahvatus	- 2 800						- - -	- 2/3 350							
Aurugaaside plahvatus										- kvant.					
Sähvaktuli										- kvant.					
BLEVE		- 2 1000	- 2 1000	- 2 1600					- 2 1600						
Tulekera							- - 87								
Leka													- 3 300	- 3 300	- -
Keskkonna- reostus	- 3 800		- 3 480	- 3 480		- 3 -				- kvant.	- 4 -	- 3 -	- 3/4 300	- 2/3 -	- -

Joonis 6. Riskianalüüsidest kajastatud õnnetuste liigid koos tõenäosuse ja ohualadega (autori joonis)

Terminal J⁵⁷ on kasutanud kvantitatiivset tõenäosuse määramise lahendust ning see on ära toodud lisades (vt LISA 5). Teistel terminalidel, mille punktil ei ole juures tõenäosuse numbrit polnud seda riskianalüüsis kajastanud.

Õnnetused

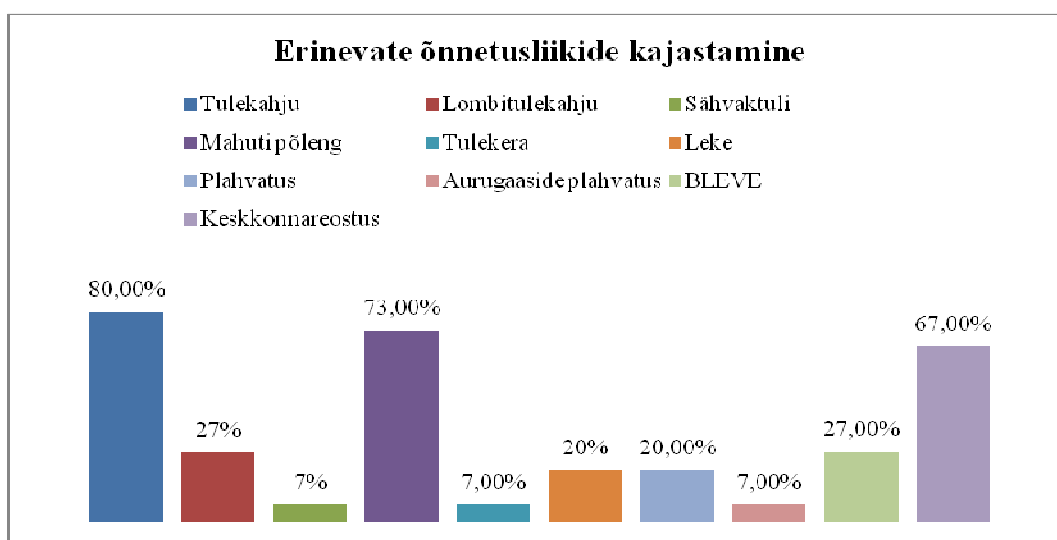
Tulekahju on erineva täpsusega kajastatud kõigis riskianalüüsidest. Erinevate õnnetusliikide kajastamise puhul on tulekahju kajastanud 80% 15-st terminalist. Teine kõige sagedamini esinev õnnetuse stsenaarium kütuseterminalis on mahuti põleng, mida on kajastatud 73% 15-st terminalist. Kuna tegemist on suure lekke puhul keskkonda reostava ainega, siis on ka kajastatud võimalikku

⁵⁷ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus*, *ibid*, 21, lk 19.

keskkonnareostust kütuserminalis 67% 15-st. Leket ennast on algsündmusena kajastatud kõigest 20% 15-st, kuid nendele leketele nähti edasise stsenaariumina tulekahju, mitte keskkonnareostust. BLEVE toimumist terminalis on käsitletud 27% 15-st. RA'd mis kajastasid BLEVE't võimaliku suurõnnetuse stsenaariumina oli kajastanud seda juhul, kui kütus (bensiin) on raudteevagunitsisternis ja peaks sattuma tulekoldesse.

15-st terminali riskianalüüsist 7 on kasutanud ainult üldist tulekahju mõistet, teised 7 riskianalüüsi on kasutanud üldist ja täpsemat õnnetuse selgitust koos ehk õnnetuse iseloomustusest selgub täpsem tulekahjuliik. Ainult üks terminal on täpsed õnnetuse liigid välja toonud. Plahvatust üldises mõistes on kajastanud 15-st riskianalüüsist ainult 3 terminali. Neli terminali on välja toonud ka BLEVE toimumise võimaliku õnnetusstsenaariumina ning ainult üks terminal on täpsemalt veel analüüsinud teisi plahvatusliike.

Mitte ükski terminal 15-st ei kajastanud kõiki võimalikke õnnetusstsenaariumeid. (leke, keskkonnareostus, tulekahju ja plahvatus). Peaaegu kõiki õnnetusstsenaariumeid kajastasid oma riskianalüüsides kümme terminali. Ülejäänud viis terminali kajastasid kas ainult ühte või kahte tüüpi õnnetusstsenaariumit.



Joonis 7. Erinevate õnnetusliikide kajastamine kütuserminalides (autori joonis)

Õnnetuste tõenäosus

Tulekahju oli küll kõige enam kajastatud õnnetus, kuid erinevate õnnetuste kajastamisel peeti neist kõige tõenäolisemaks leket ja keskkonnareostust, mis hinnati põhiliselt tõenäoliseks (3) või väga

tõenäoliseks (4). Tulekahjude ja plahvatuste (sh BLEVE) toimumist hinnati valdavalt vähe tõenäoliseks (2). Terminal H puhul tasub välja tuua näide, et plahvatust hinnati isegi tõenäolisemaks kui tulekahju.

Terminalides A, C, D⁵⁸ on tulekahju tõenäosus hinnatud vähetõenäoliseks tõenäosuse määramise tabeli nr II järgi. Terminalid E, G, H, L⁵⁹ on hinnanud tulekahju tõenäosuse vähe tõenäolisest kuni tõenäoliseni ja teinus seda tõenäosuse määramise tabeli nr II järgi. Ülejäänud terminalide tõenäosuse hindamist ei ole võimalik võrrelda kuna enamuse on varieerunud väga väikesest tõenäosusest väga suure tõenäosuseni.

Õnnetuste ohuala

Läbi töötatud 15-st riskianalüüsist ei olnud ohuala kajastatud 13%-l (2). Ohualad on põhiliselt välja toodud tulekahju ja keskkonnareostuse puhul, kuid üksikud terminalid on toonud ka teiste õnnetusliikide puhul välja arvutatud ohualad.

Ohualade suuruste vahemik erinevates RA'des:

- Tulekahju (laadimisestakaadil) – 70-800m;
- Plahvatus – 800m;
- Blevé – 733-1600m;
- Mahuti tulekahju – 58-800m;
- Reostus – 50-480 (kuni määramatus);
- Lombipõleng – 600-1800m.

2.4 Tõenäosuse ja ohualade esitamise viis ja allikad riskianalüüsides

Tõenäosuste kajastamine

Riskianalüüsides kasutati erinevaid variante tõenäosuse määramiseks. 15-st riskianalüüsist oli 14-l kasutatud kvalitatiivset tõenäosuse kriteeriumit ja ainult ühel kvantitatiivset (J)⁶⁰.

⁵⁸ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus, ibid, 21*, lk 19.

⁵⁹ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus, ibid, 21*, lk 19.

⁶⁰ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus, ibid, 21*, lk 19.

Terminalid B, F, I, M, N⁶¹ kasutasid tõenäosuse määramisel kriteeriumeid, mis on välja toodud tabelis 3.

Tabel 3. Tõenäosuse määramise tabel I

TÕENÄOSUSASTE	TÕENÄOLISUS	SAGEDUS
1	Väga väike	Harvemini kui üks kord 100 aasta jooksul
2	Väike	Vähemalt kord 50-100 aasta jooksul
3	Keskmine	Üks kord 10-50 aasta jooksul
4	Suur	Üks kord 1-10 aasta jooksul
5	Väga suur	Sagedamini kui üks kord aastas

Eesolevat tabelit on autori arvates kasutatud seetõttu, et siiani pole kindlalt määratletud milliseid tõenäosuse kriteeriume tuleb kasutada ja kõik saavad õnnetuse esinemise sageduse ise valida.

Terminalid A, C, D, E, G, H, L⁶² kasutasid tõenäosuse määramisel kriteeriumeid, mis on ära toodud tabelis 4.

Tabel 4. Tõenäosuse määramise tabel II

TÕENÄOSUS	SAGEDUS
Mittetõenäoline (1)	Vähem kui kord 25 aasta jooksul
Vähe tõenäoline (2)	Vähemalt kord 25 aasta jooksul
Tõenäoline (3)	Vähemalt kord 5 aasta jooksul
Väga tõenäoline (4)	Vähemalt kord aasta jooksul
Sage (5)	Vähemalt kord kuus

Antud tabelit on kasutatud autori arvates kõige rohkem seetõttu, et Vabariigi Valitsuse 26.06.2001. a määruse nr 78 „Maakonna ning valla ja linna riskianalüüsi meetoodika“ Lisas 1 oli ära toodud õnnetuse toimumise tõenäosuse hindamise tabel. Antud määrus on kehtetu aastast 2009.

Terminal K⁶³ kasutas tõenäosuse määramiseks kriteeriumeid, mis on välja toodud tabelis 5.

⁶¹ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus, ibid, 21, lk 19.*

⁶² Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus, ibid, 21, lk 19.*

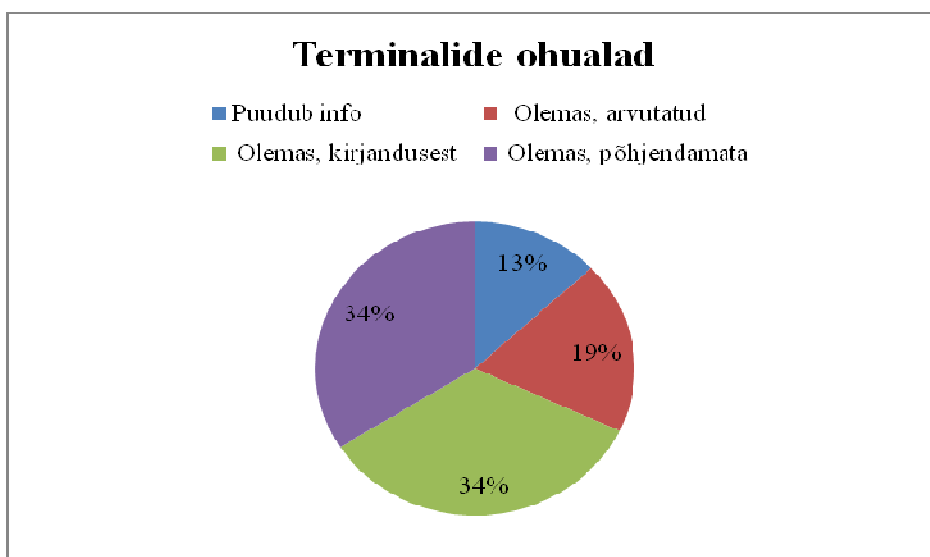
⁶³ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus, ibid, 21, lk 19.*

Tabel 5. Tõenäosuse määramise tabel III

TÕENÄOSUS	SAGEDUS
Ebatõenäoline (1)	Vähem kui kord 1000 aasta jooksul
(2)	Kord 100-1000 aasta jooksul
Täiesti tõenäoline (3)	Kord 10-100 aasta jooksul
(4)	Kord 1-10 aasta jooksul
Väga tõenäoline (5)	Rohkem kui kord aastas

Kuna kütuseterminalide puhul ei ole ära määratletud kindlat tõenäosuse määramise tabelit, siis on erinevad terminalid kasutanud vastavalt oma äranägemise järgi neile meelepärasemaid tabeleid. Seetõttu ei oska autor öelda miks on terminal K kasutanud eelnevat tabelit.

Ohualade kajastamine



Joonis 8. Terminalide ohualad (autori joonis)

Kõik vajalik ja arusaadav info ohualade kohta oli olemas 53%-l (8) RA'dest ja seda kasutades kirjandust või eraldi välja arvatult. Teine valdav enamus, samuti 34% (5) RA'dest oli ära maininud ohuala suuruse, kuid seda põhjendamata. Oli see siis kajastatud ringiga kaardil või lihtsalt ära mainitud ohuala suurus.

Kuue riskianalüüsi kajastatud ohualade arvutamisel on kasutatud erinevaid kirjanduslike allikaid. Nendest kolmel on kasutatud raamatut *Emergency Response Guidebook 2000,2004* ja ühel *Guidlines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*.

Terminal G ja J⁶⁴ on näiteks kasutanud ohualade arvutamisel A.Talvari ja U.Paejärve poolt välja töötatud Exceli rakendust⁶⁵. Terminal N aga jällegi on kasutanud A.Sirel'i poolt välja töötatud meetodilist lähenemist, mille kohaselt on otstarbekas jagada ohuala osadeks (väheohtlik, keskmiselt ohtlik, väga ohtlik ja eriti ohtlik ala).

Terminalid B, E, G, H, J, N⁶⁶ on toonud RA'des ohualad arvuliselt ja arusaadavalt välja. Terminalid A, C, D, F, I, M⁶⁷ on toonud umbkaudsed ohualad, ei ole terminali põhiselt välja arvutatud. Terminalides K ja L⁶⁸ puudub täielik info ohualade kohta. Samuti võib välja tuua, et terminalid E, G ja H⁶⁹ on arvutanud ohualad ainult tulekahju puhul. Terminalid K ja L⁷⁰ on käsitletud tulekahju ja keskkonnareostust erinevates kohtades terminalis. Terminal I⁷¹ on välja arvutanud ohualad põhiliselt tulekahjude puhul ja ühe BLEVE juhtumi puhul.

⁶⁴ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus, ibid, 21, lk 19.*

⁶⁵ Paejärv, U., *Vedelkütuste põlemise dünaamika, lõputöö, Sisekaitseakadeemia, 2005*

⁶⁶ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus, supra nota 21, lk 19.*

⁶⁷ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus, supra nota 21, lk 19.*

⁶⁸ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus, supra nota 21, lk 19.*

⁶⁹ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus, supra nota 21, lk 19.*

⁷⁰ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus, supra nota 21, lk 19.*

⁷¹ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus, supra nota 21, lk 19.*

3. UURINGU TULEMUSTE JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD

3.1 Järeldused

Vaadeldud riskianalüüside koostamisele on kehtinud ühesugused põhinõuded olenemata koostamise aastast. Samuti on terminalid kütuseliikide mõistes omavahel võrreldavad ning riskianalüüside üldised tulemused peaksid olema omavahel sarnased ja võrreldavad. Analüüsitud terminalidest 13-s kasutatakse eriti tuleohtlikke kütuseid koos vähem tuleohtlike ja/või madala tuleohtlikkusega kütustega. Kahes terminalis käideldakse ainult väikese ja madala tuleohtlikkusega kütuseid. Analüüsi üldised tulemused võivad erineda teistest kahe terminali puhul, kus eriti tuleohtlikke kütuseid ei käidelda.

3.1.1 Riskianalüüside kvaliteet

Lõputöö autor tegi analüüsi tulemuste põhjal järeldused riskianalüüside kvaliteedi osas, tuginedes sealjuures kirjandusele, määruste nõuetele ja oma teadmistele ning arvamusele. Riskianalüüside kvaliteedi määramise aluseks valis autor alljärgnevad punktid:

- õnnetuste kajastamine;
- õnnetuste juures tõenäosuse toomine;
- tõenäosuse arusaadavus ja loogilisus;
- õnnetuste juures ohuala toomine;
- ohuala allikas.

Kõiki punkte hindas autor 0-2 punkti skaalas, kus 0 tähendas mitte kajastamist või väga puudulik, 1 kajastamist, kuid väheste puudustega ning 2 kajastatud hästi.

	Terminal														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Õnnetuste kajastamine	1	1	1	1	0	0	1	0	1	2	1	1	1	1	1
Õnnetuste juures tõenäosuse toomine	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	0
Tõenäosuse arusaadavus ja loogilisus	1	1	0	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	0
Õnnetuste juures ohuala toomine	0	1	1	1	2	1	1	1	1	2	0	0	2	2	0
Ohuala allikas	0	2	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	2	2	0
KOKKU:	3	6	3	4	4	5	5	5	5	10	3	3	7	7	1

I (kvaliteetsed või ligilähedased)	6-10
II (vajavad täiendamist)	5
III (puudulikud)	0-4

Joonis 9. Riskianalüüside kvaliteedi hindamine (autori joonis)

Valiku tegi autor lähtudes VV määruse nr 28 kirjas olevatest nõuetest ning kui täpselt olid õnnetused, tõenäosused ja ohualad välja toodud.

	Terminal														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
I (kvaliteetsed või ligilähedased)		• (2010)								• (2011)			• (2011)	• (2006)	
II (vajavad täiendamist)						• (2010)	• (2011)	• (2009)	• (2010)						
III (puudulikud)	• (2009)		• (2008)	• (2008)	• (2007)						• (2008)	• (2010)			• (2005)

Joonis 10. Riskianalüüside kvaliteet (autori joonis)

Kvaliteetseks või selle ligilähedaseks saab tunnistada ainult terminal B, J, M ja N⁷² riskianalüüsid, mis moodustab 26,7% koguarvust. Terminalide F, G, H, I⁷³ (26,7%) riskianalüüsid vajavad veel täiendamist ning ülejäänud 46,6% terminalide riskianalüüsides on puudulikud.

⁷² Karsanov, J., Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus, supra nota 21, lk 19.

⁷³ Karsanov, J., Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus, supra nota 21, lk 19.

Kui vaadelda riskianalüüsi koostamise aastate järgi, siis võib öelda, et kvaliteedi osas ei ole oluliselt midagi muutunud. Näiteks terminal N riskianalüüs, mis on koostatud aastal 2006 kuulub esimesse gruppi ja vastab paremini nõuetele, kui terminal L, mis on koostatud aastal 2010. Vaadeldes riskianalüüside kvaliteedi ja analüüsi koostajate seost, siis koostamise osas teada olevate andmete põhjal ei saa öelda, et ükski variant annaks tervikuna paremaid tulemusi. Kvaliteetseid riskianalüüside näiteid on nii enda koostatud kui tellitud tööde seas, samas on ka mõlema osas mittekvaliteetseid töid. Puudused riskianalüüside kvaliteedis võivad olla tingitud teema keerukusest ja vähesest praktikast nii analüüside koostamisel kui nende kooskõlastamisel.

Riskianalüüsi eesmärgid on tuua täpselt välja, mis õnnetused, kus ja kuidas võivad toimuda ning millised on konkreetsed meetmed nende õnnetuste ära hoidmiseks ja piiramiseks ning hinnata õnnetuste tõenäosust ja tagajärgede ulatust. Riskianalüüside puudulikkuse tulemuseks ei ole mitte niivõrd üldise ohu suuruse või ulatuse (ohuala) alahindamine, kui pigem kohati isegi selle ülehindamine ja eelkõige sisendi mitte andmine ettevõtjale endale. Detailne kirjeldus võimalikest õnnetustest ja nende toimumise asjaoludest, sealhulgas nende prioriteetsus, aitab ettevõtjal paremini planeerida ja võtta kasutusele vastavad ohutusmeetmed.

3.1.2 Riskianalüüsi tulemuste omavaheline võrreldavus

Tulekahju kui üks põhilistest õnnetustest terminalis, oli kõigis riskianalüüsidest ära toodud, erinevused seisnesid vaid detailsuses. Plahvatust võimaliku õnnetusena ei ole kõikides riskianalüüsidest kajastatud. Seda on tehtud kaheksa terminali puhul, nendest kolm on kajastanud lihtsalt plahvatust. Sealjuures on plahvatust kajastanud terminal, kus selle toimumine on vähem tuleohtliku kütuseliigi tõttu väiksema tõenäosusega, aga samas kajastamata jätnud terminalid, kus käideldakse eriti tuleohtlikke kütuseid.

Toodud õnnetuste puhulei ole stsenaariumite arusaadavus lihtne. Näiteks on toodud plahvatus, kuid kuidas antud plahvatus tekkida võib, seletatud ei ole. Samas osad terminalid olid ära märkinud võimaliku õnnetusjuhtumina pommiplahvatuse. Järeldudes erinevate stsenaariumite kirjeldusest võivad olla puudulikud koostajate teadmised kütuste eripärast ja plahvatuse erinevatest stsenaariumitest. Samuti võib plahvatus olla mõnes analüüsis välistatud, kuna seda sündmust peetakse vähem tõenäoliseks. Samas on analüüside tulemused seetõttu erinevad, kui mõned kajastavad ja teised mitte ning muutuvad omavahel võrreldamatuteks. Näiteks mõned terminalid

kajastavad bensiinitsisterni BLEVE't, mis annab kõige raskemad tagajärjed ja suuremad ohualad, teised terminalid, kus on samuti tegemist bensiini tsisternidega, seda üldse ei kajasta.

Keskkonnareostus on võimaliku sündmusena ära toodud 10 terminali riskianalüüsis. Pole teada, miks viis analüüsitud terminali keskkonnareostuse võimaliku tagajärjena toonud ei ole, samas kui teised on keskkonnareostust pidanud vaadeldud õnnetustest kõige tõenäolisemaks.

See kuidas mingi terminal omal tõenäosused välja toob ei ole üheselt määratletud ja on iga riskianalüüsi koostaja vaba valik. Kvantitatiivset uuringut ei ole lihtne lihtne teha ja see ei ole igapäevase pädevuses, mis ongi autori arvamusel põhjuseks, et seda on tehtud vaid ühe terminali puhul. Ülejäänud terminalid on kasutanud kvalitatiivset meetodikat, aga lähtunud sealjuures erinevatest kriteeriumitest.

Erinevate kriteeriumite korral võivad tõenäosuse numbrid riskianalüüsides olla ühesugused, kuid samas on nende tähendus erinev. Näiteks terminalid B, K ja L⁷⁴, mis käitlevad eriti tuleohtlikke kütuseid, on kõik märkinud tulekahju tõenäosuseks „2“, kuid selle tähendus on erinev olles terminal B puhul vähemalt kord 50-100 aasta jooksul, K puhul kord 100 kuni 1000 aasta jooksul ja L puhul vähemalt kord 25 aasta jooksul.

Ohualade erinevused terminalide riskianalüüsides on küllaltki suured⁷⁵, näiteks tulekahju puhul varieerub ohuala suurus 70-800m. Kui võrrelda kokkuvõtlikult ohualade suuruseid, siis tulekahju, plahvatuse ja mahuti põlengu maksimaalne ohualasuurus on 800m, kuid lombitulekahju puhul on see 1800m. Ohualade suuruste erinevuse põhjused, seda eelkõige arvatud tulemuste korral, võivad tuleneda erinevatest näitajatest (mahutite, lombi suurus jms), mida antud lõputöö täpsemalt analüüsinud ei ole. Samas võib suuruste oluline erinevus näidata ka puudust kvaliteedis.

Riskianalüüsi tulemuste võrdlemise teeb keeruliseks erinevus nende kvaliteedis ning ühtsete kriteeriumite puudumine.

⁷⁴ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüsides võrdlus, supra nota 21*, lk 19.

⁷⁵ Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüsides võrdlus, supra nota 21*, lk 19.

3.2 Ettepanekud

Riskianalüüse tuleb iga viie aasta tagant uuendada ja uuesti kooskõlastada pädevate asutustega. Oluline on vaadeldud riskianalüüside puhul järgmises etapis tagada välja toodud puuduste kõrvaldamine.

Riskianalüüside kvaliteedi tõstmiseks ja tulemuste võrreldavuse tagamiseks teeb autor ettepaneku koostada riskianalüüsideks lisaks sätestatud määrusele ka täpsem juhendmaterjal. Et tagada kõikide vajalike õnnetuste kajastamine, võiks juhendmaterjalis olla kõik kütuserminalide puhul asjasse puutuvad õnnetused juba ära nimetatud ja seda detailsemalt, kui lihtsalt üldine tulekahju ja plahvatus. Ettevõtja kohustuseks jääks siis nimetatud õnnetused enda terminalist lähtuvalt detailselt läbi analüüsida: kus ja milline õnnetus ning mis põhjustel võib toimuda ja kuidas seda vältida või piirata. See kindlustaks, et ükski õnnetus ei jääks analüüsist välja. Samuti keskenduks ettevõtja siis, kui võimalik väljund (suurõnnetus) on juba ette välja toodud rohkem õnnetuste põhjuste välja selgitamisele. Nimetatud juhendmaterjal võiks sisaldada ka ühtseid tõenäosuse kvalitatiivseid kriteeriume ning nende võrreldavust kvantitatiivsete tõenäosuste suurustega. Oluline on juhendmaterjali kõrval ka ettevõtjate koolitamine ja nõustamine.

Kvaliteetsete riskianalüüside jaoks on lisaks suurõnnetuse ohuga ja ohtlike ettevõtete harimisele ja juhendamisele oluline keskenduda ka riskianalüüsi koostamise teenust pakkuvatele ettevõtetele ja riskianalüüsi kooskõlastamise osas pädevatele asutustele. Et tagada teenust pakkuvate ettevõtjate pädevus, võiks kaaluda õigusaktidega vastavate pädevusnõuete kehtestamist.

Täiendamaks riskianalüüse kooskõlastavate asutuste spetsialistide teadmisi, on teema keerukusest ja vähesest praktikast lähtuvalt vajalik läbi viia täiendavaid koolitusi ning koostada täiendavad abimaterjalid ka analüüside hindamise jaoks.

KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö eesmärgiks oli hinnata valitud näitajate põhjal Eesti kütuseterminalide riskianalüüside kvaliteeti ja määratleda nende omavaheline võrreldavus. Selleks kajastati teoreetilised kütuseterminalide riskiallikad ja võimalikud õnnetused. Riskianalüüsides analüüsiti valitud näitajate kajastamist ja hinnati selle põhjal analüüside kvaliteeti ning määratleti terminalide võrreldavus ning hinnati analüüsi tulemuste võrreldavust. Eesmärgi saavutamiseks kasutati uurimismeetodina teoreetilist uurimust ehk dokumendianalüüsi.

Uurimuse tulemusena selgus, et õnnetuste, nende toimumise tõenäosuste ja võimaliku ohuala kajastamise selgus ja detailsus vajab 73,3% uuritud riskianalüüside puhul parandamist. Tuginedes lõputöö käigus läbiviidud uuringule, võib väita, et riskianalüüsid on koostatud ebaühtlaselt ja nende koostamisel on kasutatud meelepäraseid ja pigem lihtsamaid lahendusi, mis ei pruugi täita riskianalüüside koostamise eesmärki. Läbi viidud uuringus teostatud analüüside omavaheline võrdlus näitas, et olenemata käideldavatest kemikaalidest tulenevast ühte tüüpi ohust, ei olnud riskianalüüside tulemused ühesugused erinedes kohati oluliselt.

Lõputöö autor esitas mõned põhiettepanekud muutmaks riskianalüüside kvaliteeti paremaks ja tagamaks võrreldavaid tulemusi. Esiteks tuleks koostada kütuseterminalide riskianalüüsile lisaks sätestatud määruse nõuetele ka täpsem juhendmaterjal. Teiseks ettepanekuks on kaaluda õigusaktidega vastavate pädevusnõuete kehtestamist, et tagada teenust pakkuvate ettevõtjate pädevus. Ning kolmandaks ettepanekuks on läbi viia täiendavaid koolitusi riskianalüüside kooskõlastajatele kütuseterminalide riskidest ning koostada täiendavad abimaterjalid ka analüüside hindamiseks.

Lõpetuseks võib öelda, et lõputöö käigus läbiviidud dokumendianalüüs oli vajalik juhtimaks tähelepanu puudustele ettevõtte ohutuse seiskohast olulistest dokumentides. Saadud tulemusi arvestades ja autori poolt väljapakutud ettepanekute rakendamisel on võimalik parandada riskianalüüside kvaliteeti Eestis.

SUMMARY

The topic of this thesis is „Comparison of Estonian fuel terminal risk assessments”. The length of the main body of the thesis is 40 pages. The thesis contains 9 tables and 7 figures. The paper is written in Estonian. The purpose of this thesis was to evaluate on the basis of selected indicators Estonian fuel terminal risk assessments quality and determine their comparability. To achieve the aim of this thesis was used analysis of the data.

As a result of the research it became clear that in 73,3 % analysed risk assessments the description and clarity of accidents, their probability and safety areas need improving. Based on the research conducted in the framework of this thesis it is possible to say that risk assessments are formed unevenly by using pleasant and rather simple solutions that does not meet the aim of the risk assessments. Conducted comparison between risk assessments indicated that the results of the risk assessments were not the same and were in some matter substantially different although the handled chemicals have same hazards.

The author of this thesis has submitted some basic suggestions to increase risk assessments quality. Firstly, in addition to regulations there is a need to prepare more precise guidance for fuel terminal risk assessments. Second suggestion is to consider the legal act requirements for the competence of risk assessments preparation service. And third suggestion is to conduct additional training for risk assessments evaluators about fuel terminal risks and to prepare additional guidance also for the assessments evaluation.

In conclusion, it can be said that the analysis of the data carried out within the framework of this research was necessary to draw the attention to the gaps in documents important for plant safety. Considering the results and implementing the suggestions made by the author would result in improving the risk assessments current quality in Estonia.

VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

- Mikk, K., Riskianalüüs ja kriisireguleerimine, Sisekaitseakadeemia, 2006
- Ehitiste Tuleohutuse 5 osa: Kütuseterminalide ja tanklate tuleohutus. Eesti Standard EVS 812-5:2005, Eesti Standardikeskus.
- Kemikaaliseadus, 06.05.1998, jõustunud 07.06.1998 – RT I 1998, 47, 697
- Talvik, A-T., *Orgaaniline keemia*, Tartu Ülikooli kirjastus, 1996
- Tuulemets, A., *Orgaaniline keemia*, Õpik gümnaasiumile, Avita, 2002
- Urve, M., *Materjaliõpetus*, konspekt autotehnikutele, Tallinna Lasnamäe Mehaanikakool, 2009
- Urve, M., Põldoja, H., *Materjaliõpetus*, <<http://lemill.net/content/webpages/materjaliopetus/view>>, (29.03.2012)
- Tiidemann, T. „Materjaliõpetus“, õppematerjal, Tallinna Tehnikakõrgkool, 2011
- Karrik, H., Üldine keemia, 3.,täiendatud ja parandatud trükk (Tallinn: Valgus, 1981)
- Talvari, A., *Ohtlikud ained*, teine, täiendatud trükk, Sisekaitseakadeemia, 2006
- Spada Capital, Toornafta, <www.spadacapital.com/est/Toornafta> (26.01.12)
- Dennis P. Nolan , Handbook Of Fire And Explosion Protection Engineering Principles For Oil, Gas, Chemical, And Related Facilities, Noyes Publications, 1996.
- Kütuste üldiseloostus*, õppematerjal, Tallinna Tehnikaülikool, <staff.ttu.ee/~asiirde/Loengud/asj3080/asj8030.doc> (13.03.2012)
- TT Labor OÜ, *Kerge kütteõli*, Vedelkütuste analüüs, <<http://www.ttlabor.ee/kerge.html>> (17.03.2012)
- Kent, J. A., *Riegel's Handbook of Industrial Chemistry*, Tenth edition, Van Nostrand Reinhold Company, 2003, lk 492-493.
- CONCAWE's Petroleum Products and Health Management Group, *Heavy Fuel Oils*, Brussels, 1998
- Timotheus, H. *Praktiline keemia*, AVITA, 1999.
- AS NYNAS, *Kemikaali Ohutuskaart*, <[https://nyport.nynas.com/Apps/1112.nsf/wds/EE_EE_Nypol_64-28/\\$File/Nypol_64-28_EE_EE_SDS.pdf](https://nyport.nynas.com/Apps/1112.nsf/wds/EE_EE_Nypol_64-28/$File/Nypol_64-28_EE_EE_SDS.pdf)> (17.03.2012)
- Shebeko, Yu.N., *Fire and explosion risk assesment for large-scale oil export terminal*, 20 Journal of Loss Prevention in the process Industries (2007).

- Talvari, A., *Põlevainete omadused*, Tallinn, Sisekaitseakadeemia, 2009.
- Rajaste, A., *Naftasaaduste keskkonnaohtlikkuse analüüs*, diplomitöö, Tallinna Tehnikaülikool, 2000
- Hollandi ohutusraamatud, Soojuskiirguse ja plahvatuse mõju inimestele ja ehitistele, Sisekaitseakadeemia, Tallinn, 2008
- Lautkaski, R., *Evaluation of BLEVE risks of tank wagons carrying flammable liquids*, 22 Journal of Loss Prevention in the process Industries (2009), 117-123
- Singh, V.K., Kharait, A.D., *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion (BLEVE)–An Overview*, Chemical Business, 1995, 9:3
- Karsanov, J., *Eesti kütuseterminalide riskianalüüside võrdlus*, lõputöö, Sisekaitseakadeemia Päästekolledž (2012)
- Paejärv, U., *Vedelkütuste põlemise dünaamika*, lõputöö, Sisekaitseakadeemia, (2005)
- Nõuded ohtliku ja suurõnnetuse ohuga ettevõtte kohustuslikule dokumentatsioonile ja selle koostamisele ning avalikkusele edastatavale teabele ja õnnetusest teavitamisele, Vabariigi Valitsuse 17.02.2011 määrus nr 28, RT I, 01.03.2011,4, §2.

TABELITE JA JOONISTE LOETELU

Tabel 1. Nafta põhifraktsioonid.....	7
Tabel 2. Kütustele vastavad õnnetused.....	17
Tabel 3. Tõenäosuse määramise tabel I.....	25
Tabel 4. Tõenäosuse määramise tabel II	25
Tabel 5. Tõenäosuse määramise tabel III.....	26
Tabel 6. Terminalide riskianalüüside koostamise aastad (autori tabel).....	38
Tabel 7. Terminal J õnnetuse toimumimse tõenäosus (autori tabel)	42
Joonis 1. Nafta destillatsiooni skeem	7
Joonis 2. Riskianalüüside koostamise aasta (autori joonis).....	18
Joonis 3. Riskianalüüside koostajad (autori joonis)	19
Joonis 4. Terminalide jagunemine gruppideks (autori joonis)	20
Joonis 5. Kütuseterminalid käideldava kütuse järgi (autori joonis)	21
Joonis 6. Riskianalüüsidest kajastatud õnnetuste liigid koos tõenäosuse ja ohualadega (autori joonis)	22
Joonis 7. Erinevate õnnetusliikide kajastamine kütuseterminalides (autori joonis).....	23
Joonis 8. Terminalide ohualad (autori joonis)	26
Joonis 9. Riskianalüüside kvaliteedi hindamine (autori joonis).....	29
Joonis 10. Riskianalüüside kvaliteet (autori joonis).....	29
Joonis 11. Kütuste jagunemine ja grupeerimine terminalide lõikes (autori joonis)	41

LISA 1. TERMINALIDE RISKIANALÜÜSIDE KOOSTAMISE AASTAD

Tabel 6. Terminalide riskianalüüside koostamise aastad (autori tabel)

Terminal	Koostamise aasta
A	2009
B	2010
C	2008
D	2008
E	2007 (Täiendatud)
F	2010
G	2011
H	2009
I	2010 (Täiendatud)
J	2011
K	2008
L	2010
M	2011
N	2006
O	2005

LISA 2. VABARIIGI VALITSUSE MÄÄRUSE NR 28

§ 2 RISKIANALÜÜS

Vabariigi valitsuse 17.02.2011 määruse nr 28 „Nõuded ohtliku ja suurõnnetuse ohuga ettevõtte kohustuslikule dokumentatsioonile ja selle koostamisele ning avalikkusele edastatavale teabele ja õnnetusest teavitamisele“

§ 2. Riskianalüüs

- 1) kasutatud riskianalüüsi meetodika kirjeldus ja valitud meetodika põhjendus ning viited riskianalüüsiga seotud lisadokumentidele;
- 2) ohtude kindlaksmääramine;
- 3) võimalike õnnetuste stsenaariumide üksikasjalik kirjeldus. Õnnetuse stsenaariumi kirjelduse juures tuuakse välja tingimused, mille esinemise puhul on õnnetuse toimumine võimalik, kaasa arvatud ettevõttesisesed ja -välised sündmused, mis võivad olla stsenaariumi käivitumise põhjuseks;
- 4) õnnetuste toimumise tõenäosuse hinnang;
- 5) õnnetuste tagajärgede raskuse ja ulatuse hinnang ja kirjeldus. Õnnetuse tagajärgede raskuse hindamisel ja kirjeldamisel tuuakse välja tõenäoline kannatanute ja evakueeritavate arv, mõjud elutähtsatele teenustele, keskkonnakahjustused, materiaalne kahju ja tagajärgede likvideerimiseks vajalikud ressursid. Õnnetuse tagajärgede ulatuse kirjeldamisel tuuakse välja selle piirkonna plaan, mida käitise lähtuv õnnetus võib mõjutada, koos ohuala koordinaatidega. Õnnetuse tagajärgede ulatuse hindamisel lähtutakse käesoleva määruse lisas toodud ohuala parameetritest;
- 6) õnnetuste ennetamise abinõude kirjeldus, mis sisaldab ohutuse tagamiseks vajalike tehnoloogiliste parameetrite ja vahendite kirjeldust, töötajate väljaõppe kirjeldust, kontrollmehhanismide kirjeldust ja muid asjakohaseid andmeid;
- 7) andmed käitise tegevusega kaasnevate ohtlike veoste kohta (veetav ohtlik aine, veose mass tonnides, vedude sagedus, transpordi liik, vedusid tegev ettevõtte ja veose marsruut).⁷⁶

⁷⁶ Nõuded ohtliku ja suurõnnetuse ohuga ettevõtte kohustuslikule dokumentatsioonile ja selle koostamisele ning avalikkusele edastatavale teabele ja õnnetusest teavitamisele, Vabariigi Valitsuse 17.02.2011 määrus nr 28, RT I, 01.03.2011, 4, § 2.

LISA 3. SISEMINISTRI MÄÄRUSE NR 55 § 7. OHUTUSARUANNE

Siseministri 24.05.2003 määruse nr 55 „Ohtliku ja suurõnnetuse ohuga ettevõtte teabelehe, ohutusaruande ja hädaolukorra lahendamise plaanide koostamise ja esitamise kord ning suurõnnetuse ohuga ettevõtete loetelu pidamine“ (kehtetu alates 31.12.2010)

§ 7. Ohutusaruanne

(4) Riskianalüüs ja õnnetuse ennetamise abinõude kirjeldus peab sisaldama:

- 1) õnnetuse võimaluste väljaselgitamise kirjeldust;
- 2) kemikaalidest, mida ei klassifitseerita ohtlikuks, kuid mis siiski on või võivad tekkida tootmisprotsessis ning mis lähtuvalt ettevõttes valitsevatest tingimustest võivad olla oluliseks teguriks suurõnnetuse vallandamisel, tingitud ohtude kirjeldust;
- 3) õnnetuse võimaliku stsenaariumi üksikasjaliku kirjelduse ja selle tõenäosuse ning tingimused, mille juures õnnetus on võimalik, kaasa arvatud ettevõttesisesed ja välised sündmused, mis võivad olla stsenaariumi käivitumise põhjuseks;
- 4) ettevõttes ohutuse tagamiseks vajalike tehnoloogiliste parameetrite ja vahendite kirjeldust;
- 5) õnnetuse tagajärgede ulatust ja raskuse hindamist, tuues välja piirkonna plaani, mida ettevõttest lähtuv õnnetus võib mõjutada, tõenäolise kannatanute ja evakueeritavate inimeste arvu, mõjud elutähtsatele valdkondadele, keskkonnakahjustused, võimaliku materiaalse kahju ja tagajärgede likvideerimiseks vajalike ressursside kirjeldust.

LISA 4. KÜTUSTE JAGUNEMINE JA GRUPEERIMINE TERMINALIDE LÕIKES

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Düisel	Bensin	Düisel	Bensin	Toornafta	Düisel	Lennukipetroot	Toornafta	Düisel	Masuut/ Raske kütteõli	Bensin	Düisel	Masuut	Masuut	Düisel
Kerge kütteõli	Düisel	Bensin	Düisel	Masuut	Kerge kütteõli	Bensin	Masuut	Kerge kütteõli	Toornafta	Düisel	Bensin	Düisel	Toornafta	Bensin
Bituumen	Kerge kütteõli	Kerge kütteõli	Kerge kütteõli	Bensin	Bensin	Düisel		Bensin	Bensin					
		Bituumen		Lennukipetroot		Toornafta			Düislikütus/ Kerge kütteõli					

II+III	I+II	I+II+III	I+II	I+II+III+ muu	I+II	I+II	I+III	I+II	I+II+III	I+II	I+II	II+III	I+III	I+II
--------	------	----------	------	---------------	------	------	-------	------	----------	------	------	--------	-------	------

I - Toornafta/ Bensin
II - Düisel jm. Heledad
III - Tumedad rasked

Joonis 11. Kütuste jagunemine ja grupeerimine terminalide lõikes (autori joonis)

LISA 5. TERMINAL J ÕNNETUSE TOIMUMISE TÕENÄOSUS

Tabel 7. Terminal J õnnetuse toimumimse tõenäosus (autori tabel)

Õnnetus	Õnnetuse liik	Tõenäosus
Loigupõleng (vallitusallas)	Mahuti seinarebend	1,75E-05/a
	Täielik mahuti purunemine	1,75E-05/a
	Mahuti katuse kokkuvarisemine	-
Aurugaaside plahvatus	Mahuti seinarebend	4,41E-06/a
	Täielik mahuti purunemine	4,41E-06/a
	Mahuti katuse kokkuvarisemine	6,30E-06
Sähvaktuli	Mahuti seinarebend	6,62E-06/a
	Täielik mahuti purunemine	6,62E-06/a
	Mahuti katuse kokkuvarisemine	9,45E-06/a
Mahutipõleng	Mahuti katuse kokkuvarisemine	1,75E-05/a
Keskkonnareostus	Mahuti seinarebend	1,46E-04/a
	Täielik mahuti purunemine	1,46E-04/a
	Mahuti katuse kokkuvarisemine	1,42E-04/a