

Sisekaitseakadeemia

Päästekolledž

Jaak Kirsipuu

RK070

**KÜTUSETERMINALI ERINEVAD  
KUSTUTUSMEETODID JA  
VEEKULU NING RESSURSI ARVUTUSED  
(AS ALEXELA SILLAMÄE NÄITEL)**

Lõputöö

Juhendaja:

Marek Martinson

Tallinn 2011

## SISEKAITSEAKADEEMIA

Kolledž: Päästekolledž	Kuu ja aasta:
Töö pealkiri:  Kütuseterminali erinevad kustutusmeetodid ja veekulu ning ressursi arvutused, AS Alexela Sillamäe näitel.	
Töö autor: Jaak Kirsipuu	Olen nõus oma lõputöö kättesaadavaks tegemisega elektroonilises keskkonnas.  Allkiri:
Lühikokkuvõte:  Käesoleva lõputöö pealkiri on “Kütuseterminali erinevad kustutusmeetodid ja veekulu ning ressursi arvutused, AS Alexela Sillamäe näitel“.  Uurimisobjektiks on AS Alexela Sillamäe kütuseterminali tulekahju areng ning kustutamiseks vajaminev ressursimäär. Uurimismeetodina kasutati vahukulu ja veekulu arvutusi ning uuriti erialast kirjandust.  Lõputöö eesmärgiks on analüüsi ja arvutuste kaudu püüda selgusele jõuda, kui palju läheb vaja ressursse kütusereservuaari jahutamiseks ja kustutamiseks ning uurida, kas Ida-Eesti Päästkeskuse ressursid on selleks piisav.  Käesoleva töö tulemusena selgitati välja, milline ressurside vajadus AS Alexela Sillamäe reservuaari põlengu likvideerimiseks ning seda lõputööd saab kasutada päästkeskustes kütuseterminalides päästetööde läbiviimise juhendmaterjalide koostamiseks.	
Võtmesõnad:	
Keywords:	
Säilitamise koht:	
Kaitsmisele lubatud Kolledži direktor:	Allkiri:
Vastab lõputöö nõuetele Juhendaja:	Allkiri:

# SISUKORD

SISUKORD.....	3
MÕISTETE JA LÜHENDITE SELGITUS .....	5
SISSEJUHATUS .....	7
1 TERMINALI ISELOOMUSTUS.....	8
1.1 Terminali mahutite vallialad.....	8
1.2 Naftasaaduste käitlemine terminalis.....	10
1.3 Võimalikud hädaolukorrad .....	13
1.3.1 Tulekahju.....	13
1.3.2 Plahvatus.....	15
2 AS ALEXELA SILLAMÄE RESSURSS .....	16
2.1 Valliala, hoonete ja rajatiste kustutamine.....	16
2.2 Hüdrandid, veevarustus, vahtaine olemasolu.....	16
3 IDA-EESTI PÄÄSTEKESKUSE RESSURSS JA VALMISOLEK ÕNNETUSE KORRAL KÜTUSE TERMINALIS.....	18
3.1 VAHTKUSTUTUSE PLANEERIMINE.....	18
3.1.1 Tulekahju areng mahutites ja soojustoime.....	20
3.1.2 Keemine ja väljapurse.....	20
3.2 Reservuaaridest põlevvedeliku väljapumpamine .....	21
4 KUSTUTAMISEKS VAJAMINEVA VEE JA VAHTAINE ARVUTUSED.....	22
4.1 Kustutusaine vajalik intensiivsus .....	22
4.1.1 Vabapõlemisaeg kuni 3 tundi.....	23
4.1.2 Vabapõlemisaeg 3 kuni 6 tundi.....	24
4.2 Põleva mahuti jahutamiseks vajaminev veehulk.....	25
4.3 Kõrval asuvate mahutite jahutamiseks vajaminev veehulk ja joatorude arv.....	25
5 ALTERNATIIVID KÜTUSE TERMINALIDE KUSTUTAMISEL.....	27
5.1 Reservuaari kustutamine kõrgsurve generaatoriga.....	27
5.1.1 Kõrgsurve vahugeneraatori kasutamise eelised ja puudused.....	28
5.2 Lämmastikuga kustutamine.....	28

5.2.1	Lämmastikuga kustutamise eelised ja puudused.....	29
6	ETTEPANEKUD.....	30
	KOKKUVÕTE .....	31
	SUMMARY .....	32
	VIIDATUD ALLIKATE LOETELU .....	33
	TABELITE JA JOONISTE LOETELU.....	35
	LISAD.....	36
	LISA 1 HÄIREKESKUSE POOLT ÕNNETUSKOHALE SAADETAVAD KUSTUTUMEESEKONNAD.....	37
	LISA 2 MEESKONDADE SÜNDMUSKOHALE SÕIDU AEG TEATAMISE HETKEST.....	39

## MÕISTETE JA LÜHENDITE SELGITUS

Esmane tulekustutusvahend – ühe inimese poolt kasutatav tulekustutamiseks ettenähtud vahend (Ehitise tuleohutus, Osa 4, 2005).

HOLP – hädaolukorra lahendamise plaan („Hädaolukorra seadus“, 15.06.2009).

Hädaolukord - on sündmus või sündmuste ahel, mis ohustab paljude inimeste elu või tervist või põhjustab suure varalise kahju või suure keskkonnakahju või tõsiseid ja ulatuslikke häireid elutähtsa teenuse toimepidevuses ning mille lahendamiseks on vajalik mitme asutuse või nende kaasatud isikute kiire kooskõlastatud tegevus („Hädaolukorra seadus“, 15.06.2009).

Kütuseterminal – hoonetest ning reservuaaridest ning muudest rajatitest koosnev kompleks, mis on ette nähtud nafta, naftasaaduste ja muude põlevvedelike vastuvõtuks, hoiustamiseks ja väljastamiseks (Ehitise tuleohutus osa 5, 2005).

Mahutipark - põlevvedeliku või muu kemikaali reservuaaride grupp, mis on ette nähtud nafta ja naftasaaduste hoidmiseks ja ladustamiseks muldvalliga või piirdeseinaga ümbritsetud territooriumil (Ehitise tuleohutus osa 5, 2005).

PTJ – päästetöö juht („Päästeseadus“, 05.05.2010).

Päästeressurss – päästeteenistuses operatiivses valmisolekus olev isikkoosseis ning päästetehnika ja – vahendid. („Päästeameti kohalike päästeasutuste väljasõidukorra ja väljasõiduplaani vormi kinnitamine“, Päästeameti peadirektori käskkiri, 22.01 2007, nr 17).

Ohutsoon – territooriumi osa, mis on määratletud maapealsete kütusemahutite vähimate lubatud omavaheliste vahekaugustega. Ohutsooni ülesanne on takistada

õnnetusjuhtumi korral tule levikut. Mahuti ohutsoon määratakse mahuti läbimõõdu ja tuletõkke abinõude järgi ja mõõdetakse mahuti seinast alates (Ehitise tuleohutus osa 5, 2005).

## SISSEJUHATUS

Eestis on väga palju kütuserterminale, nendes ei ole juhtunud suuri õnnetusi. Maailmas aga seevastu on mitmeid suuri kütuserterminalide põlenguid, nt. Inglismaal London, 11.12.2005. Kütuserterminalide tulekahjud, milles põlevad kütusereservuaarid, on väga ohtlikud, keskkonnale ja inimestele, seose mürgiste põlemisjääkidega. Tulekahjud on ohtlikud ka päästjatele, suure soojuskiirguse ja ülekeemise ohu tõttu. (The final report of the Major Incident Investigation Board, 2008).

Kütusereservuaaride tulekahjud on tänaseni väga raskesti lahendatavad sündmused päästetöötajatele. Põlenguga kaasneb majanduslik häving konkreetse ettevõtte valdajale ja katastroof keskkonnale. Maailmas juhtub statistiliselt iga 25 aasta järel kütuserterminalides tulekahju. Viimane suurem sündmus leidis aset Londonis 11. detsembril 2005. aastal. Tulekahju lõomas mitu ööpäeva, üle 40 inimese sai vigastada ja tuleõnnetusega kaasnes suur keskkonnareostus (The final report of the Major Incident Investigation Board, 2008).

AS Alexela Sillamäe näitel on tegemist Ida-Virumaa suurima kütuserterminaliga, mis tulekahju puhkemise korral vajab suurt päästeressursi (edaspidi: ressurss) põlengu kustutamiseks.

Lõputöö eesmärgiks on analüüsi ja arvutuste kaudu püüda selgusele jõuda, kui palju läheb vaja ressursse kütusereservuaari jahutamiseks ja kustutamiseks ning uurida, kas Ida-Eesti Päästkeskuse ressurss on selleks piisav.

Autor püstitas hüpoteesi, et tulekahju efektiivseks kustutamiseks AS Alexela Sillamäel, ei piisa väljasõiduplaanis määratletud ressurssidest ning Ida-Eesti Päästkeskusel puudub õnnetuse likvideerimiseks võimekus.

# 1 TERMINALI ISELOOMUSTUS

AS Sillamäe Alexela on A-kategooria suurõnnetuse ohuga ettevõtte. Terminali territooriumil paikneb naftasaaduste ladustamiseks 20 mahutit, mille kogumahtuvus on 292500m<sup>3</sup>.

„Kemikaali ohtlikkuse alammäär ja ohtliku kemikaali künniskogus ning suurõnnetuse ohuga ettevõtte ohtlikkuse kategooria ja ohtliku ettevõtte määratlemise kord.” Majandus-ja kommunikatsiooni ministri 14.juuni 2005 määrus nr. 67 RTL, 30.06.2005. 72, 994.

## 1.1 Terminali mahutite vallialad.

Kõik terminali mahutid asuvad raudbetoon vallialades. Kokku on vallialasid neli, nende mahtuvus on võrdne vallialas asetseva suurima mahuti 110 % mahtuvusega (Ehitise tuleohutus osa 5, 2005).

Mahutid paiknevad erinevates vallialades alljärgnevalt:

Valliala	Pindala m <sup>2</sup>	Mahutid
I	3 322	1, 2, 3
II	9 239	4, 5, 6, 7
III	9 239	8, 9,10,11
IV	2 565	16, 17, 18, 19, 20

Tabel 1. Mahutite vallialad.

Tulekahju kustutamiseks vallialas on välja ehitatud vahutorustiku süsteem vahugeneraatoriga valliala seintel. Vahutorustiku siibrite juhtimine toimub distantsjuhtimisega vahetuse ülema ruumist. Juhtimine on dubleeritud elektrikilpides tuletõrjepumpla (mahutid 1, 2, 3, 4, 7 ja nende vallialad), eksportpumpla (eksportpumpla ning mahutid 5 ja 6 ja nende vallialad) ja punkriterminali vahumoodustaja ruumist (mahutid 16, 17, 18, 19 ja 20 ja nende valliala ning punkriterminali pumpla) (Talvari, Tomberg, Pahhutši, 2006).



Pinnavee kaitseks on mahutipargi ala kaetud geomembraaniga, millel on liiva ja killustiku kiht. Geomembraani servad on üles keeratud mahutite vundamendile ja valliala betoonseintele. Killustikukihis asub vihmavee dreanaaži torustik, mis juhitakse läbi õlipuhasti merre. Vihmavee dreanaaži torustiku valliala väljaviikudel on siibrid, mille tavaline asend on „suletud“. Vallialasse kogunenud vihmavesi lastakse välja siibrite avamisega. Kui mahutil või vallialas asuval kütusetorustikus toimub leke, hoiab geomembraan naftasaadused vallialas. Lekke tõttu vallitusalas sattunud kütus pumbatakse välja vallitusalas asuvast dreanaažikaevust, saastunud killustik ja liiv utiliseeritakse ja asendatakse uuega (Talvari, Tomberg, Pahhutši, 2006).

Mahuti nr.	Läbimõõt mm	Kõrgus mm	Mahtuvus m <sup>3</sup>
1	22 860	31 090	12 500
2	22 860	31 090	12 500
3	22 860	31 090	12 500
4	35 510	31 090	30 000
5	35 510	31 090	30 000
6	35 510	31 090	30 000
7	35 510	31 090	30 000
8	35 510	31 090	30 000
9	35 510	31 090	30 000
10	35 510	31 090	30 000
11	35 510	31 090	30 000
16	18980	11940	3 000
17	18980	11940	3 000
18	18980	11940	3 000
19	18980	11940	3 000
20	18980	11940	3 000

Tabel 2. AS Alexela Sillamäe mahutipark

Mahuti täituvust kontrollitakse mahutitesse paigutatud radaritega, mahutites asuvad rõhu- ja temperatuuriandurid ning ületäiteandurid.

Tulekahju kustutamiseks mahutis on välja ehitatud vahutorustiku süsteem, igas mahutis on vastavalt mahuti suurusele 2 või 3 vahugeneraatorit. Vahutorustiku siibrite juhtimine toimub distantsjuhtimisega vahetuse ülema ruumist. Juhtimine on dubleeritud elektrikilpides tuletõrjepumpla, eksportpumpla, 9. mahuti ja punkriterminali vahumoodustaja ruumist.

Pinnavee kaitseks on mahutid paigutatud raudbetoonist ringvundamendil paikneval liivapadjale, mille sees on geomembraan. Ülevalpool membraani on vundamendis ava, mille kaudu avastatakse mahuti põhja leke koheselt. Avad väljuvad mahutipargi vallialasse (Talvari, Tomberg, Pahhutši, 2006).

## 1.2 Naftasaaduste käitlemine terminalis.

Naftasaadused saabuvad terminali raudteed mööda ja laetakse maha estakaadil. Kokku on võimalik maksimaalselt maha laadida 88 vagunit korraga. Masuudi ja toornafta (tumedad kütused) mahalaadimiseks on 12 pumpa tootlikkusega 285 m<sup>3</sup>/h. Teiste naftasaaduste mahalaadimiseks on 4 pumpa tootlikkusega 750-900 m<sup>3</sup>/h. Produktid pumbatakse vagunitest mahutitesse. Võimalik on tumedate kütuste soojendamise selleks ettenähtud soojusvahetis (Talvari, Tomberg, Pahhutši, 2006).

Estakaadil paiknevad pulberkustutid, piki estakaadi asetsevad 7 tuletõrjervee hüdranti. Tulekahju kustutamiseks on ette nähtud kaks kahe tonnise vahuaine paagi ja vahumonitoriga varustatud treilerit.

Raudtee-estakaad on ehitatud raudbetoonvanni. Vihmavee ärajuhtimiseks on vannis vihmavee dreanaži torustik, mis juhitakse läbi õlipuhasti merre. Raudbetoon vanni vihmavee dreanaži torustiku väljaviikudel on siibrid, mille tavaline asend on „suletud“. Vallialasse kogunenud vihmavesi lastakse välja siibrite avamisega. Estakaadil toimuva naftasaaduste lekke puhul jääb naftasaadus betoonvanni. Vanni sattunud kütus pumbatakse välja vannis asuvast dreanažisüvendist (Talvari, Tomberg, Pahhutši, 2006).

Autode laadimisestakaad on ette nähtud autotsisternide laadimiseks naftaproduktidega. Korraga on võimalik laadida kahte autot. Autode laadimise estakaadil pole

statsionaarsed tulekustutussüsteemi. Estakaad on varustatud pulberkustutitega.

Pinnasevee kaitseks on autoestakaad ehitatud nii, et auto asub laadimise ajal betoonvannis. Lekke puhul koguneb lekkinud kütus betoonvanni ja selles asuvasse sumpkaevu. Leke koristatakse sumpkaevu tühjaks pumpamisega (Talvari, Tomberg, Pahhutši, 2006).

Terminalis on kaks tehnoloogilist pumbamaja. Esimeses pumbamajas on 4 pumpa tootlikkusega 1200 m<sup>3</sup>/h tumedate kütuste tarbeks, 2 pumpa tootlikkusega 1500-1800 m<sup>3</sup>/h ja 1 pump tootlikkusega 700-900 m<sup>3</sup>/h heledate kütuste tarbeks. Teises pumbamajas on kaks pumpa tootlikkusega 290 m<sup>3</sup>/h ja kaks pumpa tootlikkusega 150 m<sup>3</sup>/h.

Tulekahju kustutamiseks pumbamajades on välja ehitatud vahutorustiku süsteem, igas pumbamajas on paigaldatud vahugeneraatorid. Vahutorustiku siibrite juhtimine toimub distantsjuhtimisega vahetuse ülema ruumist. Juhtimine on dubleeritud elektrikilpides eksportpumbamaja ja punkriterminaali vahumoodustaja ruumist.

Pumbamajad on ehitatud raudbetoonvanni. Vihmavee ärajuhtimiseks on vannis vihmavee dreanaži torustik, mis juhitakse läbi õlipuhasti merre. Raudbetoon vanni vihmavee dreanaži torustiku väljaviikudel on siibrid, mille tavaline asend on „suletud“. Vallialasse kogunenud vihmavesi lastakse välja siibrite avamisega. Pumbamajades toimuva naftasaaduste lekke puhul jääb naftasaadus betoonvanni. Vanni sattunud kütus pumbatakse välja vannis asuvast dreanaži süvendist (Talvari, Tomberg, Pahhutši, 2006).

Tankerite laadimine toimub Sillamäe sadama kaidel nr 1, 2 ja 4. Kaid asuvad umbes 2000 m kaugusel terminalist.

Kütused laetakse tankerile terminaali mahutitest. Laevade laadimiseks kasutatakse 4 spetsiaalset laadimisseadet (2 heledate kütuste, 2 tumedate kütuste jaoks) ja laadimisvoolikuid. Kasutusel on torujuhtmed läbimõõduga 600 mm ja 200 mm.

Tulekahju kustutamiseks asuvad kaidel vahumonitorid. 1 ja 2 kai vahumonitoride juhtimine toimub kai alguses torustiku kohal asuvalt platvormilt. Vahutorustiku siibrite avamine toimub kaugjuhtimise teel vahetuse ülema ruumist või kail asuvast tuletõrjepumbamajast. 4 kai vahumonitorid kuuluvad keemiterминаalile AS Tankchem, nende juhtimine toimub seal.

Kail asuvad laadimisseadmed paiknevad betoonvannis, kust vanni põranda kaldega juhitakse veed terasest kogumismahutitesse. Vastavalt täitumisele pumbatakse terasmahutitest paakautosse. Naftasaaduste lekke korral pumbatakse kütus kogumispaagist paakautosse. Merevette sattunud kütuse sattumine avamerele tõkestatakse õlitõrjepoomidega. Õlitõrjepoomid paigaldab sadamateenistus. Õlireostuse kogumiseks merest on sadamal skimmer (Talvari, Tomberg, Pahhutši, 2006).

Katlamaja on ette nähtud tumedate naftasaaduste (masuut) soojendamiseks. Soojaülekande mahutitesse 1-11 toimub glükoolveega, raudtee estakaadile ja mahutitesse 16-20 termaalõliga. Termaalõli mahutid asuvad betoonvannis, mis mahuti lekke korral takistab termaalõli sattumise pinnasesse. Katlamaja on gaasiküttel.

Tulekahju kustutamine katlamajas toimub esmaste tulekustutusvahenditega.

Territooriumil paikneb haldushoone töötajatele ja valveteenistusele. Hoones asuvad suitsuandurid ja teatenupud. Tulekahju kustutamine toimub esmaste tulekustutusvahenditega.

Terminali territooriumile on välja ehitatud sadevete kanalisatsioon. Tinglikult puhtad sadeveed juhitakse läbi õlipüüdurite merre.

Territooriumil paikneb kolm alajaama, mis saavad toite AS Sillamäe Sadama kõrgepingejaotlast läbi maaaluse kaabelliini. Alajaamas ühe trafo rikke korral on võimalik tööd jätkata teise trafoga. Tulekahju kustutamiseks on alajaamades süsihappegaaskustutid.

Terminali territooriumile on paigaldatud turvakaamerad. Turvakaamerate pilt on nähtav vahetuse ülemale ja salvestatakse. Objekti valvab turvateenistus (Talvari, Tomberg, Pahhutši, 2006).

### 1.3 Võimalikud hädaolukorrad

Naftasaaduste terminal ning transpordi laadimissõlmede ekspluateerimine on vaatamata tehnoloogilistele ja keskkonnakaitselistele abinõudele seotud riskidega:

- Tankeri sildumisel
- Produktide laadimisel tankereile
- Raudteetranspordi laadimisel
- Autode laadimisel
- Mahutipargi kasutamisel
- Operaatorpersonali tegevusel
- Alltöövõtjate tegevusel
- Väliste torustike ekspluatatsioonil
- Loodusnähtustest tingitud
- Kuritahtlikul tegevusel

Kõige tõenäolisemad riskiallikad AS Alexela Sillamäe territooriumil on:

- Tulekahju
- Naftasaaduste sattumine keskkonda
- Plahvatus (kütuseaurude ja õhu segu, ka viivisplahvatus)

(Talvari, Tomberg, Pahhutši, 2006).

#### 1.3.1 Tulekahju.

Süttimine võib toimuda kahel põhjusel:

- välise teguri, näiteks sädeme tõttu
- põleva vedeliku temperatuur ületab isesüttimistemperatuuri.

(Drysdale, 2003:217).

Terminali elektriseadmed on plahvatuskindlad, mis ei anna sädemeid ja ei kuumene üle

etteantud piiri. Süttimist võib põhjustada juhuslik säde (staatiline elekter näiteks rõivastest, mahakukkuv metallese) ja kõrge temperatuur (näit. keevitamisel).

Põlemisreaktsioonil vabaneb põhiliselt soojusenergia. Tulekahju korral põhjustavad suure ohu põlemisgaasid ja suits, mis on elusorganismidele mürgised - eluohtlikud. Neile lisanduvad tulekahju kustutamise kaasneda võivad efektid nagu plahvatused või keemiliste ainete väljavool (Talvari, Tomberg, Pahhutši, 2006).

Tulekahju tagajärjel võib tekkida varaline kahju: ärapõlenud kütused, kahjustatud ehitised ja seadmed. Kahjustatud ehitiste ja seadmete likvideerimine või remont ning põlengu tõttu seiskunud äritegevusest saamata jäänud tulu. Samuti inimestele võimalik töökohtade kaotus.

Terminal on ehitatud nii, et tõenäoliselt on võimalik tulekahju hoida ühe mahuti või mahutivanni piires.

Sõltuvalt tulekahju arenemiskiirusest ja plahvatus võimalikkusest tuleb arvestada ohuga inimestele, nii päästjatele kui ka terminali personalile. Inimesed võivad saada põletushaavu või mürgistusi põlemisprotsessis tekkivatest mürgistest gaasidest.

Oht vigastada saada tulekahju või plahvatus tagajärjel on eelkõige terminali oma personalil, ohustatud on ka laevameeskondade ja päästemeeskondade liikmed ning rongijuhid (Talvari, Tomberg, Pahhutši, 2006).

Terminal asub elurajoonist u 2000 m kaugusel. Soodsa tuule suuna korral võivad tulekahjust põhjustatud võimalikud mürgised gaasid (kütuse põlemisgaasid) jõuda elamurajooni. Põhja ja lääne tuulega liiguvad mürgised gaasid linna suunas ning on elanikkonnale ohtlikud.

Naftasaadused võivad keskkonda sattuda seadmete purunemisel, mahutite ületäitmise tõttu, tsisternvaguni avarii korral. Potentsiaalse lekke põhjustaja on mahuti põhjale eralduv vesi, mis talvel külmudes võib mahuti põhja kahjustada.

Põleng põhjustab eelkõige õhureostust, mõjud on lühiajalised ja mööduvad.

Pikemaajalisem keskkonnamõju tuleneb kustutusveega koos pinnasesse ja vette uhutavatest naftasaadustest (Talvari, Tomberg, Pahhutši, 2006).

### **1.3.2 Plahvatus.**

Plahvatused võib jaotada üldjoontes kahte gruppi:

- Plahvatused keemilise reaktsiooni tagajärjel
- Plahvatused füüsiliste protsesside tagajärjel

Terminali territooriumil võivad aset leida plahvatused peamiselt keemilise reaktsiooni tagajärjel. Kütusemahuti pikemaajasel põlemisel kuumeneb mahuti metallkest märkimisväärselt. Kuum metallkest ja üha suurenev homotermiline kiht mahutis põhjustavad väga suuremahulise kütuseauru pilve mahuti kohal, mis võibki tekitada väga ohtliku plahvatus (tulekera) (Talvari, Tomberg, Pahhutši, 2006).

Plahvatus keemilise reaktsiooni tagajärjel kujutab endast järsku (äkilist) oksüdeerimis- või lagunemise (lõhustumise-) reaktsiooni, millega kaasneb temperatuuri, rõhu või mõlema üheaegne suurenemine (Talvari, Tomberg, Pahhutši, 2006).

Füüsiliste protsesside tagajärjel toimuvad plahvatused on võimalikud vaid katlamajas katla lõhkemise korral.

Kombineeritud plahvatus on võimalik suurema tulekahju puhul, kui peaks aset leidma osaliselt täidetud põlevvedeliku mahuti(te) ülekuumenemine.

Muud ohud, mis võivad viia hädaolukorra tekkimiseni, on näiteks terrorism, sabotaaž ja vandalism. Neid ohu aitab vähendada korralik turvateenistus ja hoolikas personalivalik.

Kõrgendatud ohupotentsiaaliga grupi moodustavad terminalis viibivad kolmandad isikud (nt. veokijuhid ja alltöövõtjad) (Talvari, Tomberg, Pahhutši, 2006).

## 2 AS ALEXELA SILLAMÄE RESSURSS

### 2.1 Valliala, hoonete ja rajatiste kustutamine.

Esimese valliala kustutamiseks on piirdele paigaldatud statsionaarne torustik ja 10 vahugeneraatorit IRS-1800, teise valliala kustutamiseks on 32 vahugeneraatorit, kolmanda valliala kustutamiseks on 32 vahugeneraatorit, neljanda valliala kustutamiseks on 10 vahugeneraatorit.

Mahutitele on paigutatud statsionaarne torustik ja igale 2 või 3 vahugeneraatorit SLC-73S.

Pumbamajadesse on paigaldatud statsionaarne vahugeneraatoritega tulekustutussüsteem.

Raudtee estakaadi kustutamiseks ja tsisternide jahutamiseks on kasutusel neli treilerit, igas 2500 l vahuainet ja monitor. Estakaadi pikkuse ulatuses on 7 hüdranti.

Kaide 1, 2 kustutamiseks on paigutatud 2 kaugjuhtimisega vahumonitori (50 l/sek), kai 4 kustutamiseks on paigutatud Tankchem keemiterminalile kuuluvad vahumonitorid (Talvari, Tomberg, Pahhutši, 2006).

### 2.2 Hüdrandid, veevarustus, vahtaine olemasolu.

Territooriumil on kaks tuletõrjehoidlat. Kogumahtuvusega 2800m<sup>3</sup>. Vesi pumbatakse hüdrantidesse ja veehoidlatesse Sõtke jõest. Hüdrandid paiknevad projekteeritud kohtadel 85 m vahekaugusega.



Vahtaine mahuti maht tuletõrjepumbamajas on 9000 liitrit, sadamakail 4000 liitrit, punkriterminalis 9000 liitrit. Vahtaine mahutid ei ole omavahel ühendatud ja päästjad ei saa ka vahtainet kasutada oma kustutusrünnaku ajal.

Tuletõrje pumbamajas on 1 elektriline pump ( $Q=460$  l/s,  $H=10$  bar) ja üks diiselpump ( $Q=460$  l/s,  $H=10$  bar) (Talvari, Tomberg, Pahhutši, 2006).

### 3 IDA-EESTI PÄÄSTEKESKUSE RESSURSS JA VALMISOLEK ÕNNETUSE KORRAL KÜTUSETERMINALIS.

Milline on päästkeskuse võimekus reageerida sellisele suurele õnnetusele? Kui kiiresti saabuvad sündmuskohale päästemeeskonnad, vajaminev kustutusaine ning vajalikud kustutusseadmed?

Et olla valmis tegutsema AS Alexela Sillamäe kütuseterminalis puhkeda võiva raskeima õnnetuse korral, tuleb kindlasti üle vaadata Ida-Eesti Päästkeskuse ressursid (tehnika, vahendid ja inimjõud).

Kütuseterminale ei saa kustutada palja veega ja mahutite lähedalt. Seepärast on kogutud andmeid ka vahuaine koguste, vahtkustutusseadmete, suure tootlikkusega joatorude, lafettjoatorude, voolikuliinide ja vahulahuseks vajamineva veehulga kohta. Samuti on välja selgitatud võimalikud lisaveevõtu kohad.

Kogutud andmed on välja toodud lisades 1 ja 2.

#### 3.1 VAHTKUSTUTUSE PLANEERIMINE

Põlevate reservuaaride tulekahju kustutamine loetakse efektiivseks kui:

- on päästetud suurem osa naftasaadust;
- tulekahju on likvideeritud tunni aja jooksul peale vahurünnakut;
- päästetud naftasaaduse hind ületab kustutusainete ja kustutustööde maksumuse.

Vahtkustutuse planeerimine on vahurünnakute õnnestumise aluseks. Planeerimine paneb paika, millise intensiivsusega on meil vaja kustutusainet anda põlevvedeliku pinnale, sealt edasi saame juba teada, kui palju vahtainet ja vett on meil tarvis põlengu

kustutamiseks. Mitu vahujoatoru või vahugeneraatorit peame selleks rakendama ning see juba määrab ära palju on meil vaja sündmuskohale tehnikat ja isikkooseisu. Hea vahtkustutuse planeerimine aitab põlevvedelike põlengud kiirelt ning efektiivselt kontrolli alla saada. See omakorda vähendab materiaalseid kahjustusi ning ka keskkonnareostust. Vahtkustutuse planeerimise all mõeldakse kasutatavate ressursside rakendamist nii, et nad võimaldaksid eduka kustutamise. Oluline on siinjuures piisavate ressursside suunamine õigel ajal õigesse kohta. Kui hoonetulekahjul suudame ka väikse ressursiga tulelevikut mingil määral pidurdada, siis põlevvedelike põlengud on see ressurss raisatud ressurss, kui me ei suuda kogu põlengut kustutada (Ivannikov, Kljus, 143-144).

Tegevuskava väljatöötamisel pööratakse esmajärjekorras tähelepanu otsustavale ressursile ehk kustutusvahendile, milleks on kustutusvesi ja vahtaine.

Kütusepõlengute puhul peab kustutusvahendit olema piisavalt, et kindlustada kustutamise edukas lõpule viimine. Põlevvedelike kustutamine põhineb sellel, et vahuga tuleb kustutada kiiremini, kui tuli seda lagundada suudab. Vahuaine kadu loetakse 10-30%. Vahuga katmist tuleb jätkata ka peale põlengu kustutamist. See omakorda eeldab teatud kustutusvahendi reservi, kuni kolmekordse vahuaine ja vee tagavara (Ivannikov, Kljus, 143-144).

Päästetöö juht peab luure käigus välja selgitama:

- mis naftasaadus põleb ja tema hulk reservuaaris
- mis naftasaadused säilitakse kõrvalolevates reservuaarides ja nende hulk
- kustutustehnika ja seadmete paigutuse võimalused
- põhjavee olemasolu ja hulk reservuaarides
- keemise ja väljapurske võimalus
- põleva reservuaari ja naabermahutite konstruktsioonid ning mõõtmed
- reservuaaride seisukord
- põleva reservuaari juures ja tema ümbruses ühendustorude otstarve ja seisukord
- jahutusvee äravoolu võimalused vallitusest ja selle kasutamine jahutamiseks
- vallituse seisukord ja võimaliku põlevvedeliku väljavoolamise suund vallitusest
- võimalused naftasaaduste ümberpumpamiseks

(Venemaa tuleohutuse teadus- uurimus instituut, 1996)

### **3.1.1 Tulekahju areng mahutites ja soojustoime.**

- Ujuvkatusena mahutites toimub kuumuse toimele hermeetilise lukustuse purunemine, katuse võime püsida pinnal kaob reaalses oludes tunni aja pärast.
- Kuumuse, leekide toimele kaotavad oma kandevõime mahutite redelid, langevad rivist välja mahutite juhtimisseadmed (kraanid, ventiilid), purunevad mahuti konstruktsioonid 10- 15 minutiga.

(Venemaa tuleohutuse teadus- uurimus instituut, 1996)

Sõltub põlevvedeliku füüsikalistest ja keemilistest omadustest, vastavalt nendele jaguneb soojus vedelikus erinevalt.

- Petrooli, diislikütuse põlemisel alumised kihid jahutavad põleva kihi temperatuuri ja vedeliku soojenemine on aeglane
- tuulekiiruse suurenemisega kuni 8-10 m/s joonpõlemiskiirus kasvab 30-50%. Toornafta ja masuut sisaldavad emulsioonvett võivad välja põleda suurema kiirusega

(Venemaa tuleohutuse teadus- uurimus instituut, 1996)

### **3.1.2 Keemine ja väljapurse.**

- keemine toimub tänu põlevvedelikus oleva veekondensaadile, mis homotermilises kihis soojeneb üle 100° C ja hakkab aurustuma tekitades sellega naftaproduktide vahutamist. Keemine võib toimuda juba 30 minuti möödudes tulekahju algusest, kui vee niiskuse sisaldus põlevas naftaproduktis on üle 0,3%.
- keemine saab tekkida ka vahurünnaku alguses, kui vaht antakse põlevvedeliku pinnale keemistemperatuuriga üle 100° C. Seda protsessi iseloomustab põlemise intensiivsuse suurenemine.
- nafta ja tumedate naftaproduktide väljapurse toimub siis, kui põlevvedeliku kuum kiht jõuab reservuaari põhja, kus leidub peaaegu alati vett. Kuum kiht soojendab seda vett temperatuurini, mis on suurem kui keemistemperatuur ja tekib aur, mis pressib vedeliku välja. Väljapurse on pulseeriva iseloomuga,

intensiivsus kasvab väljapurse protsessis. Põhjavee kihi kõrgus ei mõjuta väljapurske võimsust.

Väljapurskele eelneb:

- põlemise intensiivistumine;
- leegi värvi muutus;
- müra tekkimine;
- ülemiste mahutite vööde vibreerimine.

(Venemaa tuleohutuse teadus- uurimus instituut, 1996)

### 3.2 Reservuaaridest põlevvedeliku väljapumpamine

Väljapumpamisega võib kaasneda:

- pumbatakse välja alumised külmad vedeliku kihid, seoses sellega suureneb kuumenenud vedeliku osa ja selle temperatuur- vajadus suurendada kustutusjõudu
- suureneb vahemaa vedeliku ja vahuaine punktide vahel – soojuskiirus ja konvektiivsed voolud lagundavad vahtu palju intensiivsemalt
- tumedate naftasaaduste väljapumpamisel suureneb oht väljapurskele
- ujukatuses mahutites kütuse väljapumpamisel tasapinna langemisel põlemine võib jätkuda katuse all, mis raskendab vahu andmist

(Venemaa tuleohutuse teadus- uurimus instituut, 1996)

## 4 KUSTUTAMISEKS VAJAMINEVA VEE JA VAHTAINE ARVUTUSED.

Seepärast tuleb kasutada mingit muud kustutusainet, mis kustutaks põlengu, jahutaks põlevat ainet ja ei laseks sellel uuesti süttida. Et selliseks kustutusaineiks on meil vaht, siis peab teadma; millal seda kasutada, kuidas seda kasutada ja kui palju seda õnnetuse likvideerimiseks vaja on?

(Ivannikov, Kljus, 143-144)

Lõputöö eesmärgiks on analüüsi ja arvutuste kaudu püüda selgusele jõuda, kui palju läheb vaja ressursse kütusereservuaari jahutamiseks ja kustutamiseks ning uurida, kas Ida-Eesti Päästkeskuse ressurss on selleks piisav.

Lõputöös on tehtud arvutused suurima kütusemahuti põlengu likvideerimiseks ning kõrvalolevate mahutite jahutamiseks vajamineva vahuaaine, kustutusvee ja vahendite vajaduse kohta..

### 4.1 Kustutusaine vajalik intensiivsus

Et kindlustada kustutamisel kindel tulemus, on vaja teada vahulahuse andmise intensiivsust põlemispindalale teatud ajaühiku jooksul. Erinevate põlengute puhul võib kustutusaeg olla erinev. Mahutite, vannide ja vallitusega piiratud alade põlengul kasutatakse vahulahuse andmise intensiivsust keskmiselt  $4 \text{ l/m}^2$  minutis mittepolaarsete- ja  $6 \text{ l/m}^2$  minutis polaarsete põlevvedelike kustutamiseks.

Kuna kõrge soojuskiirguse tõttu tuleb kustutamist alustada vahujoatorudega ja/või vahumonitoridega. Sellisel juhul puutub vaid 1/3 vahust kokku põleva pinnaga. Aluseks sellele arvestusele on muuhulgas see, et vahujoad ei ole ühte koondunud ja tuule oludest tingituna kantakse osa vahtu põlevast pinnast eemale.

Maapinnal toimuvate põlengute puhul arvestatakse, et maas olev põlevaine kiht on suhteliselt õhuke ja see jahtub ning tarvitatava kustutusaine kogus väheneb. Lisaks on põlengud maapinnal suhteliselt kergesti jälgitavad ning see võimaldab ka vahukao minimaalseks muuta, kuna on võimalik arvestada tuule suunda ja kõrguste erinevusi (Ivannikov, Kljus, 143-144).

#### **4.1.1 Vabapõlemisaeg kuni 3 tundi.**

Põleb diisli reservuaar läbimõõduga  $\varnothing 35,510\text{m}$ .

Kui palju kulub vahuainet ja vett, kui kustutus aeg on 55 minutit.

Vahulahuse segu on 3%

Ringi pindala arvutamine

$$S = \Pi r^2$$

$$Q_p = S \times i$$

$Q$  – pindalale vajaminev vahulahuse kogus

$S$  – pindala

$i$  – vajaminev vahulahuse intensiivsus liitrit minutis  $\text{m}^2$  kohta

$$S = 3,14 \times 17,755^2 = 989\text{m}^2$$

Vahukadu – 30%

$$Q_p = 1,3 \times 989 \text{ m}^2 \times 4 \text{ l/ minutis m}^2 = 5142,8 \text{ l/min}$$

$$5142,8 / 3 = 1714 \text{ l/min}$$

Kasutades kolme generaatorit tootlikusega 1800 l/min

Miimum kustutusaeg 55 minutit

$$Q_k = Q_p \times t$$

$t$  – kustutusaeg

$Q_p$  – pinnale vajaminev vahuaine lahus minutis

$Q_k$  – pinnale vajaminev vahuaine lahus kogu kustutusaja jooksul

$$Q_k = 55 \text{ min} \times 5400 \text{ l/min} = 297000 \text{ l/ vahulahust}$$

Vahuaine arvutamine

$$100\% = 297000$$

$$3\% = X$$

$$X = 3 \times 297000 / 100 = 8910 \text{ l/ vahuainet}$$

Veekoguse arvutamine

$$297000 - 8910 = 288090 \text{ l/ vett}$$

Vastus: vahtaine miinimumkogus kustutamiseks on 8910 liitrit; vee miinimumkoguseks on 297000 liitrit.

(Ivannikov, Kljus, 187-198)

#### 4.1.2 Vabapõlemisaeg 3 kuni 6 tundi.

Põleb bensiini reservuaar läbimõõduga  $\emptyset 35,510\text{m}$ .

Kui palju kulub vahuainet ja vett, kui kustutusaeg on 55 minutit.

Vahulahuse segu on 3%

Ringi pindala arvutamine.

$$S = \Pi r^2$$

$$Q_p = S \times i$$

S – pindala

i – vajaminev vahulahuse intensiivsus liitrit minutis  $\text{m}^2$  kohta

$$S = 3,14 \times 17,755^2 = 989\text{m}^2$$

Vahukadu – 30%

$$Q_p = 1,3 \times 989 \text{ m}^2 \times 6 \text{ l/ min m}^2 = 7714,2 \text{ l/min}$$

Kasutades 5 vahugeneraatorit. 4 tükki tootlikkusega 1800 l/min ja ühte tootlikkusega 600 l/min

$$4 \times 1800 + 600 = 7800$$

Miinimum kustutus aeg 55 minutit

$$Q_k = Q_p \times t$$

t – kustutusaeg

$Q_p$  – pinnale vajaminev vahuaine lahus minutis

$Q_k$  – pinnale vajaminev vahuaine lahus kogu kustutus aja jooksul

$$Q_k = 55 \text{ min} \times 7800 \text{ l/min} = 429000 \text{ l/ vahulahust}$$



Vahuaine arvutamine

$$100\% = 429000$$

$$3\% = X$$

$$X = 3 \times 429000 / 100 = 12870 \text{ l/ vahuainet}$$

Veekoguse arvutamine

$$429000 - 12870 = 416130 \text{ l/ vett}$$

Vastus: vahtaine miinimumkogus kustutamiseks on 12870 liitrit; vee miinimumkoguseks on 416130 liitrit.

(Ivannikov, Kljus, 187-198)

## 4.2 Põleva mahuti jahutamiseks vajaminev veehulk

$$Q = C \times i = \text{reservuaari ümbermõõt} \times \text{nõutav vee intensiivsus s.o } 0.75 \text{ l/s m}$$

$$C = \Pi \times d = 3.14 \times \text{reservuaari läbimõõt}$$

$$Q = 3.14 \times 35,510 \times 0.75 = 83,6 \text{ l/s}$$

Kasutame kahte Lafett joatoru tootlikkusega 50l/s

Ümardatult 100 l/s

Vahtaine kohale toimetamine võtab aega 180 minutit ja kustutus aeg 55 minutit.

$$100 \times 55 \times 145 = 797500 \text{ liitrit}$$

Vett kulub põleva reservuaari jahutamiseks 797500 liitrit .

(Ivannikov, Kljus, 187-198)

## 4.3 Kõrval asuvate mahutite jahutamiseks vajaminev veehulk ja joatorude arv

$$Q = C \times i = \text{reservuaari ümbermõõt} \times \text{nõutav vee intensiivsus s.o } 0,3 \text{ l/s meetrile}$$

$$C = \Pi \times d = 3.14 \times \text{reservuaari läbimõõt}$$

$$Q = 3,14 \times 35,510 \times 0,3 = 33,5 \text{ l/s}$$

Jahutatavaid reservuaare on selle mõõduga 3 tükki.

$$\text{Veekulu on } 3 \times 33,5 = 100,5 \text{ l/s}$$

Igale mahutile läheb üks lafett tootlikkusega 50l/s, seega teeb veekuluks ühes sekundis 150 liitrit.

Vahtaine kohale toimetamine võtab aega ca180 minutit ja kustutusaeg 55 minutit.

$$150 \times 55 \times 235 = 1938750 \text{ liitrit}$$

Vett kulub kõrval asuvate reservuaaride jahutamiseks 1938750 liitrit

Vastus: veehulk on 1938750 liitrit ja lafette läheb 3, sest igale mahutile läheb üks lafett tootlikkusega 50l/s .

(Ivannikov, Kljus, 187-198)

**Näide:**

Põleb reservuaar Ø 35,510m ja kõrval asub 3 samamõõtmelist reservuaari.

Vahtaine miinimumkogus kustutamiseks on 12870 liitrit; vee miinimum koguseks on 416130 liitrit.

Põleva reservuaari jahutamiseks kulub vett 797500 liitrit.

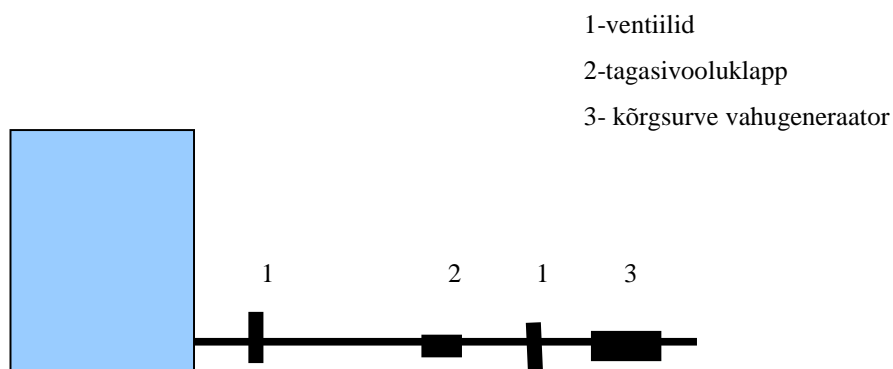
Kõrvalasuvate reservuaaride jahutamiseks vajaminev veehulk on 1938750 liitrit ja lafette läheb 3, sest igale mahutile läheb üks lafett tootlikkusega 50l/s .

## 5 ALTERNATIIVID KÜTUSETERMINALIDE KUSTUTAMISEL

### 5.1 Reservuaari kustutamine kõrgsurve generaatoriga.

Kõrgsurve generaatoriga kustutamisel kasutatakse ainult fluoreeritud kilevahuaineid, kuna nad on inertsed süsivesikutele. Reservuaari alt sisse pressitav vaht tõuseb läbi põlevvedeliku pinnale ja toimib vedeliku jahutajana. Pinnale tõusnud vaht tekitab vedeliku pinnal lainetuse. Mida suurem lainetus, seda rohkem on vaja koguda vahtu põlengu likvideerimiseks. Lainetuse vähendamiseks antakse vahtu max kiirusega 0,6-1 m/s. Piisavas koguses vahtu põlevvedeliku pinnal eraldab õhuhapniku põlevvedelikust ja katkestab põlemisprotsessi. Vahu andmine alt on võimalik ainult spetsiaalsete kõrgsurve vahugeneraatorite abil ja väljaehitatud torustiku olemasolul. (Moskva tuleohutuse instituut, 2000:78)

Põlemise intensiivsus väheneb oluliselt juba 90-120 sekundi pärast vahu ilmumist põlevvedeliku pinnale. Säilivad väiksed tulekolded kuumade välisseinte juures ja lainetuste kohal. Edaspidi, 180 sekundi jooksul toimub täielik tulekahju likvideerimine. Peale täieliku kustutamist peaks vedeliku pinnal olema kuni 5cm kõrgune vahu kiht, mis kaitseb vedelikku uuesti süttimisest 2-3 tunni jooksul. (Tulekahju likvideerimine 5 min). (Moskva tuleohutuse instituut, 2000:78)



Joonis 1 reservuaari kustutamine kõrgsurvegeneraatoriga

### 5.1.1 Kõrgsurve vahugeneraatori kasutamise eelised ja puudused.

#### Eelised

- vahu andmine vallitusest eemal torustiku kaudu;
- päästetehnikale ja isikkoosseisule väiksem oht ülekeemise või väljapurske korral;
- väiksem ressursi vajadus;
- lühem kustutusaeg;
- väiksem vahukadu.

#### Puudused

- puuduvad vajalikud fluorisisaldusega kilevahuained;
- puuduvad vajalikud eriseadmed;
- puudub väljaehitatud torustik;
- tihedate (masuut) naftasaaduste kustutamisel vaht ei pääse pinnale;
- raskesti jälgitav reservuaari pinna katmine.

## 5.2 Lämmastikuga kustutamine

Lämmastikgaas on inertgaas, mida leidub välisõhus tervelt 78%. Küsimus on selle kättesaamises. Siinkohal leidis katsetaja lahenduse lämmastikgeneraatorite näol, mis toodavad tuldkustutatavat gaasi, ning mõeldi välja juba 80ndatel aastatel ja on suhteliselt suure tootlikkusega. Membraanfiltrid, suudavad eraldada lämmastikgaasi välisõhust kiiresti ja tõhusalt. Järgneva lahendusena pakub katsetaja välja lämmastikgaasi reservuaari põlengule peale andmist kütuse seest, põlengu alt. Tuldkustutatav gaas tungib mullidena põlevvedeliku pinnale ning takistab õhuhapniku ligipääsu tulekoldele ning tuli lämbub. Suuremat efekti lisab siinkohal fakt, et lämmastikgaasi molekulid on  $O_2$  molekulidega võrreldes suuremad ja kergemad, mis tagab tuldkustutava gaasi kiire liikumise üles, takistades hapniku juurdepääsu. Eraldi tähelepanu väärib lämmastikgaasi keskkonnasõbralikkus, kuna lämmastik on välisõhu looduslik koostisosa. Sellise süsteemiga reservuaari kustutamine võimaldab hiljem põlemata

jäänud kütust uuesti sihtotstarbeliselt kasutada. (Häire112 2/4 2007:8)

Lämmastikuga on teised euroopa riigid juba kustutama asunud küll tahkete kütuste reservuaare.

Faktid: Helsingi kesklinnas sadama lähedal on Helsinki Energia kaljusse lõhanud 70 meetri sügavuse süvendi ja paigaldanud sinna neli 40-meetrise läbimõõduga mahutit. Mahuteid kasutatakse ettevõtte ühe soojuselektrijaama tarvis kivisöe hoidmiseks ja ettevõtte on mahutid varustanud lämmastiku sissejuhtimissüsteemiga, et seda kasutada söe isesüstitamise korral kustutusvahendina ([www.aga.com](http://www.aga.com)).

### **5.2.1 Lämmastikuga kustutamise eelised ja puudused.**

Eelised

- saab toota välisõhust
- tulekahju kustutamine on kiire ja efektiivne
- keskkonnasõbralik
- kütus jääb rikkumata ja saab edasi kasutada

Puudused

- kütuse terminalides puuduvad vajalikud seadmed
- ümberehitus kallis ja lisa kulu ettevõttele
- lämmastikgeneraatori hind kallis

(Häire112 2/4 2007:8)

## 6 ETTEPANEKUD

1. Kütuseterminalide kontrollimisel peab kontrollima vahuaine vastavust ja kustutusomadusi, mida praegusel kontrollimisel ei tehta. Kontrollimisel on vaja võtta vahuaine proovid ja saada laborist tõendus vahuaine vastavuse kohta.
2. Kütuseterminalides korraldada koostööõppuseid koos päästemeeskondadega kord aastas ja vaja on koostada selle teemalisi õppematerjale ning -filme.
3. Väljasõiduplaani ja – korda sisse viia sündmuseliik - reageerimine kütuseterminali põlengule. Ühe päästkeskuse ressursist ei piisa kütuseterminalide kustutamiseks ja teised keskused peavad teadma, millist ressursi neilt abiks võidakse küsida.
4. Vajalik on kütuseterminalide isikkooseisu ja altöövõtjate koolitamine tegutsemaks tulekahjude korral. Vajalik on välja töötada temaatilised koolituskavad ja läbi viia koolitus.
5. Vajalik on kiire õnnetuse järgne kohalike omavalitsuste ja elanikkonna teavitamise süsteemi loomine.
6. Vajalik on päästkeskuste omavahelise koostöö ja reageerimise parandamine, ressursside kaasamisega.
7. Kuna käesolev lõputöö käsitleb aktuaalset probleemi ja realselt olemas olevat objekti ning kaasatavat ressursi, siis on seda võimalik kasutada Ida-Eesti Päästkeskuses õppematerjalina, I, II ja III tasandi päästetööjuhtide koolitamisel, väljasõiduplaani koostamisel ja vahtkustutamise võimekuse arendamise planeerimisel.

## KOKKUVÕTE

Hetkel on Ida-Eesti Päästkeskuse väljasõidu piirkonnas 5 kütuseterminali. Kõik kütuseterminalid on suurohuga ettevõtted. Kütust transporditakse rongidega sisse ja viiakse laevadega välja. Samuti transporditakse kütust AS Sillamäe Alexelast autotsisternidega maanteed mööda Eesti tanklatesse.

Rutiiniks muutuva töö käigus võivad terminali töötajad muutuda hooletuks. Kütuseterminalide õnnetused on harvad, aga kui juhtuvad, siis tõsiste tagajärgedega.

Lõputöö eesmärgiks on analüüsi ja arvutuste kaudu püüda selgusele jõuda, kui palju läheb vaja ressursse kütusereservuaari jahutamiseks ja kustutamiseks ning uurida, kas Ida-Eesti Päästkeskuse ressursid on selleks piisav

Autor püstitas hüpoteesi, et tulekahju efektiivseks kustutamiseks AS Alexela Sillamäel, ei piisa väljasõiduplaanis määratletud ressurssidest ning Ida-Eesti Päästkeskusel puudub õnnetuse likvideerimiseks võimekus.

Kuna käesolev lõputöö käsitleb aktuaalset probleemi ja reaalselt olemas olevat objekti ning kaasatavat ressursi, siis on seda võimalik kasutada Ida-Eesti Päästkeskuses õppematerjalina, I, II ja III tasandi päästetööjuhtide koolitamisel, väljasõiduplaani koostamisel ja vahtkustutamise võimekuse arendamise planeerimisel.

Seega on lõputöö teadmaks - oma ressursside, vahendite ja kasutusvõimaluste rakendamiseks suurõnnetuse korral.

## SUMMARY

The title of the thesis is “Fire-extinguishing systems and calculations of the necessary water supplies and resources of an oil terminal on the example of AS Alexela Sillamäe.”

The thesis explores the development of a potential fire in AS Alexela Sillamäe oil terminal and evaluates the amount of resources needed to extinguish it. To reach the goal, the calculations of foam and water supplies were studied as well as literature in the specific field.

The aim of the thesis is to learn, through analysis and measurements, the amount of resources necessary to cool or extinguish a fuel storage depot and find out whether the Eastern Estonian Rescue Service has enough supplies to manage.

As a result, the thesis explains which amount of resources is needed to extinguish a potential fire in AS Alexela Sillamäe fuel storage depot. Also, the paper can be used when compiling instructions for the Operation Service Department.



## VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

Alexela Sillamäe AS hädaolukorra lahendamise plaan, Talvari A, Tomberg M, Pahhutši L, 2006.

AS AGA Gaas koduleht, [www.aga.com](http://www.aga.com), välja otsitud 16.04.2011.

Drysdale, D.2003. Tulekahju dünaamika. Tallinn: Sisekaitseakadeemia

Ehitise tuleohutus, Osa 4: „Tööstus- ja laohoonete ning garaažide tuleohutus“, EVS 812-4:2005

Ehitise tuleohutus osa 5: „Kütuseterminalide ja tanklate tuleohutus“. EVS 812-5:2005

„Hädaolukorra seadus“, Riigikogu seadus, 15.06.2009

Häire 112: 2/4 2007

Hyttinen, V.2000. Palofysika. Tammer-Paino Oy

Nafta ja naftasaaduste kustutamine. Juhis. Venemaa tuleohutuse teadus-uurimus instituut. Moskva, 1996.

Otsla, J. Suurkivi, T. Marvet, T. 2007. Tuletõrje hüdraulika. AS Pakett

„Päästeameti kohalike päästeasutuste väljasõidukorra ja väljasõiduplaani vormi kinnitamine“, Päästeameti peadirektori käskkiri, 22.01 2007, nr 17

Reservuaarides ja reservuaarhoidlates nafta ja naftasaaduste kustutamise juhend. Moskva tuleohutuse instituut. Moskva, 2000, 78 lk.

„Spravotsnik rukovoditelja tušenija požara“ Ivannikov V.P, Kljus P.P, 143-198 lk.

Suvalov, M. 1977. Tuletõrje alused. Tallinn

„The Buncefield Incident 11 December 2005“, The final report of the Major Incident Investigation Board, 2008

„Tulekahju dünaamika“, Dougal Drysdale, Tallinn, Sisekaitseakadeemia, tõlge, 2003

## TABELITE JA JOONISTE LOETELU

Tabel 1. Mahutite vallialad.....	7
Tabel 2. AS Alexela Sillamäe mahutipark.....	8
Tabel 3. Alajaamad.....	12
Tabel 4. Ida-Eesti Päästkeskuse ressursid.....	36
Tabel 5. Lisaressursi vajadus ja –kaasamine.....	36
Tabel 6. Ida-Eesti Päästkeskuse väljasõiduplaan reageerimisel Sillamäe linna.....	37
Tabel 7. Päästemeeskondade kohalejõudmise aeg .....	38
Joonis 1 reservuaari kustutamine kõrgsurvegeneraatoriga.....	30
Joonis 2. Kustutatava ja kaitstavate mahutite paiknemine Alexela Sillamäe AS mahutipargis .....	35

## LISAD



Joonis 2. Kustutatava ja kaitstavate mahutite paiknemine Alexela Sillamäe AS mahutipargis.

## LISA 1 HÄIREKESKUSE POOLT ÕNNETUSKOHALE SAADETAVAD KUSTUTUMEEKONNAD

autod	vesi (l)	vaht-aine (l)	vahu- generaator	vahujoa- toru	lafett	joatorud	voolikud
Sillamäe 11	2500	160	1/400 l/min	400 l/min	0	4B; 3C	12B; 8C
Narva 12	3000	150	1/360 l/min	0	80l/s	2B; 2C	8B; 10C
Sillamäe 21	10000	0	0	0	0	1B; 1C	14B; 4C
Jõhvi 12	2500	150	1/400 l/min	400 l/min	0	3B; 4C	12B; 6C
Jõhvi 11	3000	200	1/600	0	20 l/s	3B; 2C	12B; 5C
Kreenholmi 11	2500	200	1/360 l/min	0	20 l/s	3B; 2C	10B; 9C
Jõhvi 21	9000	1000	1/400 l/min	0	80 l/s	2B; 2C	10B; 6C
Narva-J 11	3000	40	1/360 l/min	0	0	3B; 3C	6B; 4C
Narva 21	8000	200	1/360 l/min	0	0	3B; 4C	14B,12C
Kohtla-J 21	9000	1000	1/400 l/min	0	80 l/s	2B; 2C	8B; 16C
Kunda 11	3000	150	1/400 l/min	400 l/min	0	3B; 2C	16B, 8C
Rakvere 12	2500	150	1/400 l/min	0	0	3B; 4C	10B, 7C
Kiviõli 11	2500	200	2/360 l/min	0	15 l/s	3B; 4C	11B, 9C
Narva 51	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 4. Ida-Eesti Päästkeskuse ressursid

### Lisaressursi kaasamine

Tehnika	Vahtaine kogus
Rakvere haagis	1000 l
Kohtla-Järve haagis	1000 l
Mustamäe 72+vaht	3000 l A + 4450 l B
Kesklinna 11	1+3

Tabel 5. Lisaressursi vajadus ja -kaasamine

Haldusüksus	Tüüp	Vald/linn	Komando	Tulekahju			
				I aste	II aste	III aste	IV aste
Sillamäe	linn	Sillamäe	Sillamäe TK	Sillamäe 11	Narva 12	Jõhvi 11	Narva-Jõesuu 11
Sillamäe	linn	Sillamäe	Sillamäe TK		Sillamäe 21	Kreenholm 11	Narva 21
Sillamäe	linn	Sillamäe	Sillamäe TK		Jõhvi 12	Jõhvi 21	Kohtla-Järve 21
Sillamäe	linn	Sillamäe	Sillamäe TK		Narva 51	Sillamäe 41	

Tabel 6. Ida-Eesti Päästkeskuse väljasõiduplaan reageerimisel Sillamäe linna

## LISA 2 MEESKONDADE SÜNDMUSKOHALE SÕIDU AEG TEATAMISE HETKEST

<b>Tehnika</b>	<b>Meeskond</b>	<b>Kohalejõudmis aeg</b>
Narva 51	1 + 0 + 0	20 minutit
Sillamäe 11	0 + 1 + 4	5 minutit
Narva 12	0 + 1 + 2	20 minutit
Sillamäe 21	0 + 0 + 1	5 minutit
Jõhvi 12	0 + 1 + 3	25 minutit
Jõhvi 11	0 + 1 + 4	25 minutit
Kreenholmi 11	0 + 1 + 2	25 minutit
Jõhvi 21	0 + 0 + 1	25 minutit
Sillamäe 41	0 + 0 + 1	5 minutit
Narva-Jõesuu 11	0 + 1 + 2	25 minutit
Narva 21	0 + 0 + 1	20 minutit
Kohtla-Järve 21	0 + 0 + 1	35 minutit
Kunda 11	0 + 1 + 2	70 minutit
Rakvere 12	0 + 1 + 2	75 minutit
Kiviõli 11	0 + 1 + 2	45 minutit
Iisaku72 pumbajaam	0 + 0 + 1	50 minutit
Iisaku 11	0 + 1 + 2	50 minutit
Mustamäe 72 vaht	0 + 0 + 1	180 minutit
Ida P2	1 + 0 + 0	10 – 70 minutit

Kokku mehi sündmuskohal	$2 + 10 + 32 = 43$
-------------------------	--------------------

Tabel 7. Päästemeeskondade kohalejõudmise aeg