



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

**VUOTORISKIPAikkojen KARTOITUS  
KRATONIN OULUN TEHTAALLA SEKÄ  
VUODONESTOTARVIKKEIDEN MÄÄRITTELY  
KRIITTISILLE PAIKOILLE**

Väisänen Mikko

YMPÄRISTÖTEKNIKAN KOULUTUSOHJELMA

Kandidaatintyö

Elokuu 2017



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

**VUOTORISKIPAikkojen KARTOITUS  
KRATONIN OULUN TEHTAALLA SEKÄ  
VUODONESTOTARVIKKEIDEN MÄÄRITTELY  
KRIITTISILLE PAIKOILLE**

Väisänen Mikko

Ohjaajat: Reiman A & Tuhkanen E

YMPÄRISTÖTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA

Kandidaatintyö

Elokuu 2017

# TIIVISTELMÄ

## OPINNÄYTETYÖSTÄ Oulun yliopisto Teknillinen tiedekunta

|   |                             |  |                 |
|---|-----------------------------|--|-----------------|
| Ympäristötekniikan koulutusohjelma<br>Kandidaatintyö  |                             | Pääaineopintojen ala (lisensiaatintyö)<br>Ympäristötekniikka |                 |
| Tekijä<br>Väisänen Mikko  |                             | Työn ohjaaja yliopistolla<br>Reiman A                        |                 |
| Työn nimi<br>Vuotoriskipaikkojen kartoitus Kratonin Oulun tehtaalla sekä vuodonestotarvikkeiden määrittely kriittisille paikoille   |                             |  |                 |
| Opintosuunta<br>Ympäristötekniikka  | Työn laji<br>Kandidaatintyö | Aika<br>Elokuu 2017  | Sivumäärä<br>28 |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tavoitteena on kartoittaa Kratonin Oulun tehtaalla vuotoriskipaikkoja lastaus- ja purkupaikkojen sekä kriittisten sisätilojen osalta. Työ suoritettiin keväällä 2017 ja tehdas alueella järjestettiin kaksi tehdaskierrosta, joissa tutustuttiin kohteeseen ja tarkasteltiin lastaus- ja purkupaikkojen järjestelyjä. Tehdaskierroksilla käytiin läpi myös tämän hetkistä varautumista mahdollisiin vuotoihin sekä Kratonin vuodonestotarvikkeita. Kartoituksen jälkeen selvitettiin lain sekä standardien vaatimukset kyseisiltä paikoilta. Lainsäädännön osalta keskityttiin työn kannalta keskeisimpiin lakeihin sekä standardeihin. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto on tehnyt Vaarallisten kemikaalien varastointi -oppaan, jonka avulla voitiin selvittää keskeisimmät standardit. Laki antaa ennen kaikkea sisätilojen osalta tarkkoja vaatimuksia vuodon estämiseksi, mutta varsinaiset lastaus- ja purkupaikat määritellään laissa avoimesti. Laissa kuitenkin vaaditaan, ettei sadevesien mukana saa päästä mitään haitallisia aineita ympäristöön.</p> <p>Kartoituksen jälkeen mietittiin mahdollisia vuodonestotarvikkeita Kratonin tehdasalueelle edellä mainittuihin paikkoihin. Erityisesti difenyyliöljyn pääsy öljynerotuskaivolle ja siitä eteenpäin tulisi estää johtuen sen haitallisuudesta. Tehdaskierrosten aikana Kratonin työntekijöitä haastateltiin eri vuodonestotarvikkeiden järjestyksestä ja heitä pyydettiin antamaan omia ehdotuksia vuodonestotarvikkeiden osalta. Haastattelussa korostui mahdollisen vuodon sattuessa vaikeat olosuhteet, joissa vuodonestotarvikkeita tulisi käyttää sekä vuotavan aineen vaaralliset olosuhteet. Tämän ja Kratonin oman vuodontorjuntalaitteiston pohjalta yhdeksi mahdolliseksi vaihtoehdoksi esitetään nopean havainnoinnin ja nopean toiminnan tehostamista vuodon minimoimiseksi. Näillä keinoilla mahdollisen vuodon taloudelliset tappiot, mitä tulee menetetyistä tuotteista jäävät mahdollisimman pieniksi. Samalla kuitenkin taataan turvallinen ympäristö työntekijöille.</p> |                             |  |                 |

# ABSTRACT FOR THESIS

University of Oulu Faculty of Technology

|  |                              |  |                       |
|--|------------------------------|--|-----------------------|
| Degree Programme<br>Bachelor's Thesis  |                              | Major Subject (Licentiate Thesis)<br>Environmental Engineering |                       |
| Author<br>Väisänen Mikko   |                              | Thesis Supervisor<br>Reiman A                                  |                       |
| Title of Thesis<br>Vuotoriskipaikkojen kartoitus Kratonin Oulun tehtaalla sekä vuodonestotarvikkeiden määrittely kriittisille paikoille  |                              |  |                       |
| Major Subject<br>Environmental<br>Engineering  | Type of Thesis<br>Bachelor's | Submission Date<br>August 2017                                 | Number of Pages<br>28 |
| Abstract<br><p>Purpose of this work is to make a plot concerning leakage in loading- and unloading places and the most critical indoor areas in Kraton Oulu. Survey was carried out in spring 2017. During that time, there was two factory visits where the factory and the main points regarding this Thesis was introduced. Also, the current plan for leakage prevention was introduced and the actual hardware materials. Law and different standard requirements was also take in account from those main areas. The Finnish Safety and Chemical Agency (Tukes) have done guide book Vaarallisten kemikaalien varastointi which allows solve the main standards. Law gives quite specific demands what comes to leakage prevention in indoor areas but the actual loading- and unloading places are determinate widely. Main point is that any hazardous chemicals are not allowed to go in or through the storm drain systems.</p> <p>After the visits, new leakage prevention materials and methods was think through. Particularly diphenyl oil and its leakage prevention was taken in account because it is very harmful substance when it goes into oil separation well or even through it. During those two visits in Kraton some of the employees were interview regarding the need and functionality of different prevention methods. During those interviews employees highlighted the difficult circumstances for leakage prevention if something was leaking from the actual process. Therefore, the most reasonable way to prevent leakages and prevent harmful substances like diphenyl oil getting into oil separation well is fast reaction time. This way economical losses can be kept minimum and at the same time worker's safety is guaranteed.</p> |                              |  |                       |

# SISÄLLYSLUETTELO

|   |  |
|---|--|
| 1 Johdanto .....  | 6  |
| 2 kuvaus työssä käytettävistä menetelmistä.....                   | 7  |
| 3 Vuotoriskipaikkojen kartoitus.....                              | 9  |
| 3.1 Sisätilat.....  | 9  |
| 3.2 Ulkotilat.....  | 10   |
| 3.3 Lämmönsiirtoöljy.....   | <b>Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.</b> |
| 4 Lakikatsaus.....  | 13   |
| 4.1 Vuodon hallinta.....  | 14   |
| 4.2 Viemäröinti .....   | 15   |
| 4.3 Korvausvelvollisuus.....                                      | 15   |
| 5 Turvallisuus- ja kemikaaliviraston vaatimat veloitteet .....    | 16   |
| 5.1 Viemäröinti .....   | 16   |
| 5.2 Lastaus- ja purkupaikat .....                                 | 17   |
| 5.3 Vuodohallinta.....  | 18   |
| 5.4 Turvallisuus.....   | 18   |
| 6 Vuodonestotarvikkeet .....                                      | 20   |
| 6.1 Vuodonestotarvikkeiden määrittely kriittisille paikoille..... | 24   |
| 7 Suositukset toimenpiteistä.....                                 | 25   |
| 8 Lähdeluettelo.....  | 27   |

## 1 JOHDANTO

Kraton on kansainvälinen kemikaalialan yritys. Tuotantolaitoksia löytyy ympäri maailmaa myös Suomesta. Suomen tehdas sijaitsee Oulun Nuottasaaren teollisuusalueella. Alueella on jo pitkään toiminut teollisia yrityksiä. Mäntyöljyn tislauksen aloitettiin Nuottasaassa 1947 Oulu Oy:n toimesta. Kraton jalostaa raakamäntyöljyä tislaamalla siitä muun muassa rasvahappoja, hartseja ja erilaisia pikiaineita. Kemikaalien siirtämisessä käytetään putkilinjoja. Lopputuotteita voidaan pakata asiakkaille kappale- tai bulkkitavarana.

Työn tavoitteena on kartoittaa Kratonin vuotoriskipaikkoja erityisesti lastaus- ja purkupaikkojen osalta, että tehtaan sisätilojen osalta. Kratonin jätevedet puhdistaa Stora Enso, jonka biologisen puhdistamon toimintaa mahdolliset vuodot sinne joutuessaan voivat häiritä merkittävästi. Työssä tullaan tarkastelemaan lainsäädännön ja eri standardien vaatimusten toteutumista kyseisillä alueilla sekä määrittelemään vuodonestotarvikkeiden hankintatarve kriittisille paikoille. Työssä on käytetty apuna Kratonin ympäristöriskianalyysiä, jossa on käsitelty laajasti tehtaan eri riskipaikat, kuitenkin rajaten edellä mainittuihin aihealueisiin.

Vuodohallinta yleisesti on teollisuusalueilla ja teollisuudessa erittäin tärkeää. Tuotteista riippuen mahdollisissa onnettomuustilanteissa riskit voivat olla suuret. Eritoten, jos teollisuusalue on lähellä vesialueita, joita pitkin vuodot voivat levitä suurelle alueelle. Näin kävi muun muassa Yhdysvalloissa vuonna 2014, kun Charlestonin kaupungissa Freedom Industries tehdasalueelta pääsi vuotamaan noin 28 000 litraa 4-metyylisykloheksaanimetanolia läheiseen Elk-jokeen. Kemikaalivuoto vaikutti läheisen vedenlaitoksen toimintaan siten, että noin 300 000 ihmistä oli ilman juomakelpoista vettä. (Whelton ym. 2017)

## 2 KUVAUS TYÖSSÄ KÄYTETTÄVISTÄ MENETELMISTÄ

Työtä tehdessä on järjestetty tehdaskierroksia, joissa on käyty läpi eri lastaus- ja purkupaikkojen mahdollisia ongelmakohtia, sekä käyty läpi vuodohallintalaitteistoa. Ensimmäinen tehdaskierros järjestettiin 21.12.2016, jolloin aihe esiteltiin ja käytiin läpi työnrajausta. Toinen tehdaskierros järjestettiin 28.3.2017. Näillä kierroksilla mukana olivat Kratonin puolesta EHS&S Manager Elisa Tuhkanen, Safety Specialist Asko Penttilä sekä EHS Specialist Liisa Yrjämä-Huikuri, jotka esittelivät tehtaan yleisesti. Lisäksi tutustuimme lastaus- ja purkupaikkojen sekä sisätilojen vuodonestojärjestelmiin. Jälkimmäisellä vierailukerralla päästiin katsomaan junanpurkupaikan uuden purkukaluston loppuasennusta.

Kierrosten yhteydessä käytiin ohjaamoissa tutustumassa ohjaamon toimintaan ja samalla haastateltiin Kratonin tuotannonväkeä. Haastatteluissa pyrittiin löytämään uusia näkökulmia, kuinka vuotoja voitaisiin hallita ja millaisia vuodonestotarvikkeita tulisi järjestää. Haastatteluissa esille nousi vuodonestotarvikkeiden järkevyyt, sekä ennen kaikkea sisätiloissa tapahtuvan vuodoneston turvallisuusnäkökulmat. Vuodon tapahtuessa tuote voi olla yli 300 celsius astetta. Parhaimmaksi vaihtoehdoksi nähtiin vuodonhallinta sekä vuodon välitön pysäyttäminen.

Avuksi tämän työn suorittamiseen on Kraton tarjonnut monenlaisia dokumentteja, jotka ovat lueteltuna alla.

Ympäristöriskianalyysi v 2015

Ympäristölupahakemus v 2016

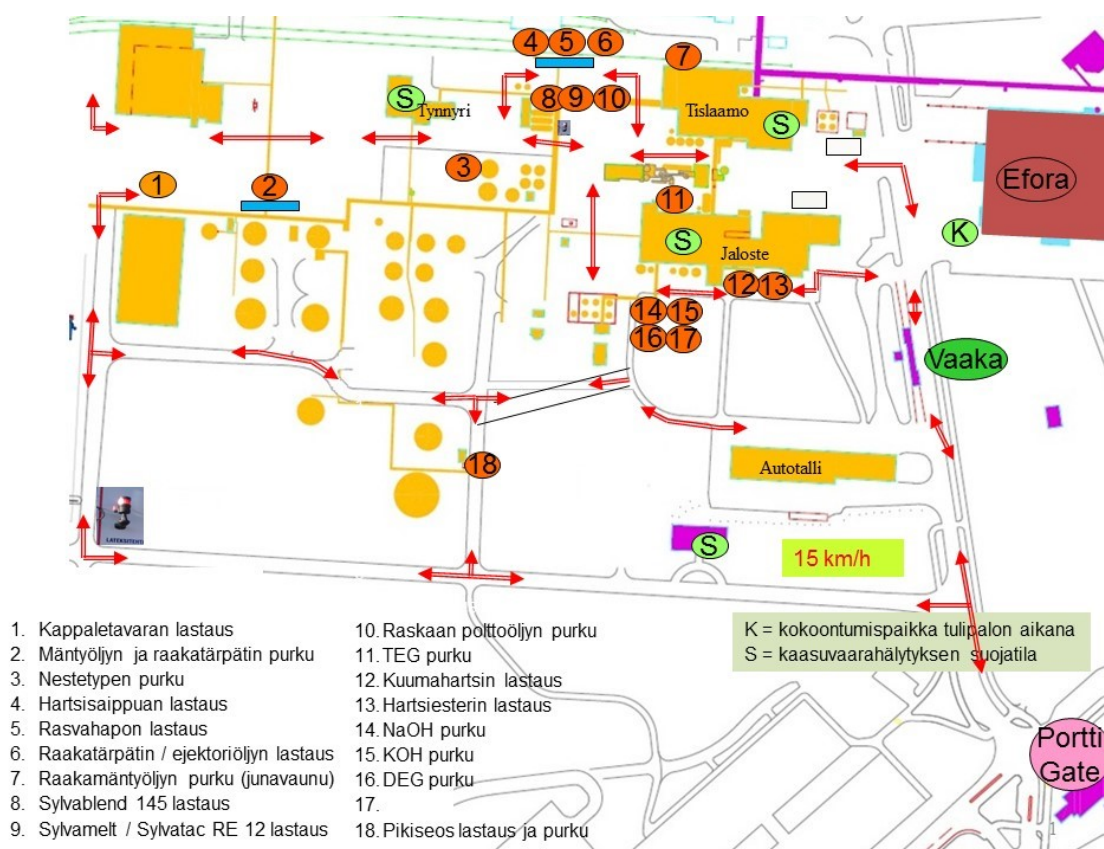
Jätevesiraportti v 2016

Aspect Analysis v 2016

Lastauspaikkojen katsaus v 2016

Viemärikartta v 2003

Ympäristöriskianalyysiä hyväksikäyttäen on käyty läpi tehtaalla sattuneet häiriötilanteet, todelliset sekä läheltä piti-tilanteet. Siitä käy läpi tämän hetkinen varautuminen eri häiriötilanteisiin sekä toimenpiteet ongelman poistamiseksi. Analyysiä onkin käytetty tehtaalla olevien vuotoriskipaikkojen selvittämiseksi. Aspect analysis vuodelta 2016 on käytetty ympäristöriskianalyysin tukena eri tilanteissa. Lastauspaikkojen tärkeimpien tietojen selvittämiseen on käytetty lastauspaikkojen katsausta vuodelta 2016. Siinä käy ilmi eri lastauspaikkojen tyyppi, tuote mitä lastaus- tai purkupaikoilla käsitellään. Lisäksi siinä on eritelty pitääkö lastaus- tai purkupaikka sisällään ylivuoto- tai ylitäytönestoa, jotka käsitellään työssä myöhemmin. Kuvassa 1 on esitetty alue kokonaisuudessaan. Sen lisäksi eri lastaus- ja purkupaikat on eritelty kuvaan. Työssä tullaan käyttämään kuvassa esiintyvää numerointia selvennyksenä puhuttaessa juuri tietyistä lastaus- tai purkupaikoista.



Kuva 1 Lastaus- ja purkupaikat alueella



## 3 VUOTORISKIPAikkojen KARTOITUS

Kraton on suorittanut ympäristöriskien arvioinnin loppuvuodesta 2015. Raportin ovat laatineet Kraton yhdessä Ecobio Oy:n kanssa. Raportissa käydään läpi lupakauden aikana 2006-2015 sattuneet häiriötilanteet. Raportissa on käyty läpi myös mahdolliset vuotoriskipaikat ja vuodoista johtuvat seuraukset. Tässä työssä käydään läpi raporttia hyväksikäyttäen mahdolliset vuotopaikat ja tehtaalla tehdään haastatteluja mahdollisista vuotoriskipaikoista. Dokumentaation sekä haastattelujen perusteella tullaan saamaan kattava kuva mahdollisista ongelmakohdista, joihin voidaan puuttua.

### 3.1 Sisätilat

Sisätiloissa mahdollisia vuotoja voi aiheutua laiterikoista, eritoten pumpuista. Pumppujen ympärillä on pienet keräysaltaat ja sisätiloissa olevat lattiakaivot ovat viemäröity siten, että ne menevät öljynerotuskaivolle. Nykyisellään Kraton on varautunut tällaisiin tilanteisiin vuodonhallintaohjelmalla. Ohjelman tavoitteena on, että rikkoontuneet laitteistot pyritään vaihtamaan heti. Mahdollisten suurempien öljynerotuskaivolle kulkeutuvien vuotojen sattuessa pumput, jotka pumppaavat jätevettä Stora Ensolle suljetaan. Näin ollen vettä ei pumpata aktiivilietelaitokselle. Viemäreiden läheisyydestä löytyy sulkumattoja, joiden lisäksi löytyy myös öljynimeytysmattoja.

Sisätiloissa on myös erilaisia putkia, venttiileitä ja laippoja, jotka voivat myös aiheuttaa vuotoa. Putkiin liittyviä vuotoja on havaittu eritoten tehtaan ylösajon yhteydessä, jolloin lämpötila erot ovat suuret. Lämpölaajenemisen seurauksena esimerkiksi laippavuodot ovat mahdollisia. Sisätiloissa sattuessaan nämä vuodot valuvat lattiakaivoihin, josta edelleen öljynerotuskaivoon. Vuodonhallintaohjelmassa näihin varaudutaan samalla tavalla kuin sisätiloissa tapahtuviin pumpusta aiheutuviin vuotoihin. Öljynerotuskaivolla tapahtuu pH:n mittausta, jonka avulla sisätiloissa tapahtuva vuoto voidaan havaita pH:n muutoksena. Öljynerotuskaivolla tapahtuva pH:n mittaus on jatkuvatoimista. Suurten

vuotojen sattuessa pumput voidaan sammuttaa, jolloin vuodon eteneminen voidaan pysäyttää.

### 3.2 Ulkotilat

Raakatäpätin lastauspaikalla raakatäpätin pistävä haju helpottaa mahdollisen vuodon havaitsemista mikä mahdollistaa nopean reagoinnin. Lastaus- ja purkutehtävissä raakatäpätistä aiheutuu hajuhaittoja, jotka eivät kuitenkaan ole terveydelle haitallisia. Hajuhaittoja on pyritty vähentämään muun muassa ajoittamalla lastaus- sekä purkutehtävät siten, ettei niistä aiheudu haittoja virka-aikoina. Lastaus- ja purkutehtäviin osallistujat käyttävät työnantajan tarjoamia moottoroituja hengityssuojaimia. Tällä hetkellä lastausmäärät ovat pienentyneet, joten lisätoimenpiteitä lastauspaikan osalta ei katsota tarvittavan.

Lastaus- ja purkupaikoilla kemikaalivuodot voivat johtua esimerkiksi auton ylitäytöstä, jolloin kemikaalia valuu asfaltille ja sitä kautta viemäriin. Ylitäyttö johtuu yleensä inhimillisestä virheestä ja näiden mahdollisuutta voidaan vähentää ylitäytönesteillä ja tarkalla valvonnalla sekä ohjeistuksella. Nykyinen varautuminen inhimillisiin virheisiin on kuljettajien kouluttaminen sekä jatkuva ohjeistus, jonka jälkeen kuljettaja voidaan hyväksyä lastattavaksi. Ylitäytönestoon varautuminen on tällä hetkellä koko ajan paranemaan päin. Tällä hetkellä ylitäytönesto on jo useimmissa lastauslaitteissa. Tarkoituksena on asentaa myös puuttuville lastauspaikoille ylitäytönestolaitteisto. Puuttuvia lastauspaikkoja ovat tällä hetkellä sellaiset lastauspaikat, joilla operoidaan yleensä noin kerran kuukaudessa. Tällaisia paikkoja ovat esimerkiksi Kuvassa 1 olevat DEG (16) ja TEG (11) purkupaikat. Näillä paikoilla toimitaan yhdessä Kratonin oman henkilöstön sekä kuljettajan kanssa, eikä alueelle saapuva kuljettaja pääse toimimaan yksin. Näin pystytään varmistamaan turvallinen lastaus, vaikka ylitäytönesto puuttuu lastauslaitteesta. Kyseisillä lastauspaikoilla tapahtuu kuitenkin vain lastauksen purkua, joten varsinaisesti ylitäytönestolla ei näissä kohteissa ole tarvetta.

Laitteiden epäkunto voi johtaa ylitäyttöihin, mutta säännöllisellä laitteiston huollolla tällainen pitäisi olla vältettävissä. Purkupaikoilla käytössä olevat letkut ja tiivisteet voivat myös ajan kuluessa rikkoontua, jolloin vuoto purkutilanteessa on mahdollinen. Myös inhimilliset virheet, kuten esimerkiksi huolimattomuus letkua irrotettaessa voi mahdollistaa pienimuotoisen kemikaalivuodon. Tällöin kemikaalia pääsee valuma-altaaseen, josta se voidaan pumpata pois. Virtaus väärään suuntaan on mahdollista, jolloin mahdolliset ylitäytöt ovat mahdollisia. Tällainen tapahtuma on kuitenkin erittäin epätodennäköistä, eikä tällaista ole koskaan sattunut.

Purkupaikoilla on olemassa valuma-allas, jonka viemäri on lastattaessa tavallisesti suljettu järjestelmä. Letkujen kuntoa seurataan huoltosuunnitelman mukaan painetestein sekä jokaisen lastauksen alussa silmämääräisellä tarkistuksella.

Raakamäntyöljyä purkaessa junanvaunusta voi tapahtua vuotoa johtuen ylitäytöstä. Ylitäyttö tapahtuu saapuvan raakamäntyöljyn lämmityksessä, jolloin junanvaunuun kierrätetään päältäpäin lämmintä raakamäntyöljyä, jotta saapuva tavara notkistuisi purkua varten. Samalla säiliön vaipassa olevalla höyrykierukalla on lämmitetty itse vaippaa. Tällä hetkellä junavaunujen tyhjennys tapahtuu vain yläkautta, joka mahdollistaa ylitäytön. Jatkossa junavaunujen kuljetustyyppi muuttuu kontteihin. Konttien purku tapahtuu alakautta, jolloin päältäpäin kierrätettävä raakamäntyöljyn käyttö loppuu. Konttien lämmitys tapahtuu ainoastaan konttien vaipassa olevalla höyrykierukalla. Höyry kytketään konttien höyrykierukkaan letkulla, kun lauhdepuolen on varmistettu olevan, auki voidaan avata höyrylinja. Uudella laitteistolla on mahdollisuus purkaa kahta vaunua yhtä aikaa.

Vuoto voi myös muodostua lämmityshöyry-yhteestä, mutta tällaista pidetään erittäin epätodennäköisenä. Vuodon sattuessa raakamäntyöljy valuu viemäriin ja sieltä öljynerotuskaivolle. Tällä hetkellä tilanteeseen varaudutaan purunvalvonnalla sekä varautuminen öljynerotuskaivolla. Vuotoon ei ole katsottu tarvittavan lisätoimenpiteitä, koska öljynerotuskaivolla raakamäntyöljy pystytään erottelemaan.

### 3.3 Lämmönsiirtoöljy

Kraton käyttää tislaamallaan lämmönsiirtoöljynä femyylietterin, bifenyylin ja difenyylin seosta, josta käytetään nimitystä difenyyliöljy. Difenyyliöljy on vuodontorjunnallisesti sekä vuodonhallinnallisesti hankala käsitellä. Vuodontorjunnallisesti difenyyliöljy on vaikea käsitellä, koska mahdollisessa prosessin vuototilanteessa se purkautuu suurella paineella sekä korkeassa lämpötilassa. Yleensä tämä tapahtuu, joko laipan, venttiilin karan taikka kannen kautta. Näin ollen se voi levitä prosessitiloihin kaasuna muuttuen lopulta nesteeksi. Mahdollisissa tulipalotilanteissa sammutusvedet voivat päästä viemäriin, missä se on haitallista vesieliöille. Vuodonhallinnallisesti se on hankalaa, koska tällä hetkellä Kratonin viemäröinti on suunniteltu prosessitiloissa siten, että ne johtavat öljynerotuskaivolle. Difenyyliöljyn pääsy öljynerotuskaivolle tulisi kuitenkin estää sen haitallisuudesta johtuen. Nykyisellään varautuminen on vuodonhallintaohjelman mukainen. Pieninkin vuotoon on havaittavissa, koska difenyyliöljy haisee jo pieninäkin pitoisuuksina. Mahdolliset vuotavat pumput vaihdetaan ja mahdollisten vuotojen sattuessa pumput pysäytetään. Mahdollisia keinoja torjua vuodot olisi erilaiset laippasuojat ja nopea reagointi pienimpäänkin vuotoon.

Difenyylitynnyrit ja jätedifenyylitynnyrit varastoidaan valuma-altaallisessa tilassa. Erilaisten siirtojen yhteydessä on mahdollista tynnyrin rikkoontumisesta, tai kaatumisesta aiheutuvat vuodot. Tällaista ei kuitenkaan muisteta alueella tapahtuneen. Siirtotilanteissa vuoto havaitaan heti ja voidaan ruveta tarvittaviin toimiin vuodon torjumiseksi. Valuma-altaassa ei ole viemäröintiä, joten mahdolliset vuodot voidaan imeä talteen, mutta vuodon sattuessa muualla voi difenyyliä päästä asfaltille, josta se on imettävä talteen. Tämä voidaan suorittaa imeytysmatoilla.

## 4 LAKIKATSAUS

Lakikatsauksen tavoitteena on tarkastella Kratonin toimintaan liittyvää lainsäädäntöä, kuitenkin työnaiheeseen rajaten. Lainsäädäntöä pyritään tarkastelemaan juuri lastaus- ja purkupaikkojen sekä tehtaan sisätilojen osalta. Lakikatsauksen tarkoituksena on selvittää viimeisimmät lain vaatimat toimenpiteet kyseisillä osa-alueilla. Sen lisäksi laajamittaiselle kemikaalien teolliselle käsittelylle on haettava lupa. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) toimii valvovana elimenä, mutta myös luvan myöntäjänä. Tukes tarjoaakin oppaan *Vaarallisten kemikaalien varastointi*, jossa käsitellään Tukesin antamia velvoitteita toiminnanharjoittajalle. Oppaassa käydään läpi muun muassa käsittelypaikkojen, täyttö- ja tyhjennyspaikkojen sekä turvallisuusjärjestelyjen osalta. Lakikatsausta henkilösuojainten osalta ei tulla tässä työssä käsittelemään.

Valtioneuvoston asetuksessa (856/2012), vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista, säädetään yleisesti muun muassa tuotantolaitoksen sijoitukseen koskevia periaatteita, kuin myös mahdollisten onnettomuusvaaran huomioon ottaminen sijoituksessa. Sijoituksessa on otettava huomioon mahdollisessa onnettomuustilanteessa tehtaalla olevat kemikaalit ja siinä syntyvät kemikaalit. Vaikutuksia arvioitaessa on arvioitava kemikaalien kaikki vaaraominaisuudet sekä niiden mahdolliset seuraukset. Jos toiminnanharjoittaja pystyy todistamaan tehtaalle tehdyssä riskiarvioinnissa osoittamaan jonkin onnettomuustyyppin epätodennäköiseksi, voidaan se jättää huomioimatta tuotantolaitoksen suojaetäisyyksiä määrättäessä. (Finlex 2012 5§)

Laiassa käsitellään säiliöiden lastaus- ja purkupaikkojen sijoitusta. Siinä säädetään ottamaan huomioon kuljetussäiliöiden tilavuus, jotka ovat samanaikaisesti täytössä tai tyhjennyksessä. (Finlex 2012 19§)

Prosessilaitteistot tulisi sijoittaa siten, ettei mahdollisessa onnettomuustilanteessa aiheudu onnettomuuden tai sen seurauksena vaaraa henkilöstölle, muulle prosessilaitteistolle tai ympäristölle. (Finlex 2012 20§) Kemikaalien siirtoon tarkoitettu

laitteisto muun muassa pumput ja pumppaamot on sijoitettava, sekä tarvittaessa suojattava, jotta onnettomuustilanteissa kyseiset laitteet ovat käytettävissä. (Finlex 2012 31§)

Laissa asetetaan riittävien valvonta-, hallinta-, ja turvajärjestelmien olemassaolo mahdollisten onnettomuuksien ja muiden vaarallisten tapahtumien havaitsemiseksi. Näillä laitteilla pyritään ennaltaehkäisemään, mutta myös tehokkaasti torjumaan mahdollisia kemikaalivuotoja. Pykälässä mahdollisina laitteina on esitetty muun muassa käyttöautomaatiojärjestelmä, jolla taataan prosessin ennalta määrättyjen olosuhteiden säilyvyys prosessissa. Käyttöautomaatiojärjestelmästä riippumaton hätäpysäytysjärjestelmä, jolla pystytään turvallisesti alas ajamaan käsikäyttöisesti prosessi. Erilaiset ylitäytöstä ilmoittavat ja ylitäyttöä estävät järjestelmät. Tällaiset järjestelmät ovat tärkeitä eritoten lastaus- ja purkupaikoilla, joissa ylitäytöt ovat mahdollisia. (Finlex 2012 50§)

#### **4.1 Vuodon hallinta**

Tuotantolaitoksella käytettävät alueet, rakennukset sekä laitteistot tulee suunnitella siten, että mahdollisten kemikaalivuotojen tapahtuessa vuodot voidaan kerätä talteen. Tämä kattaa kemikaalien käsittelyn, siirtämisen, lastaus- ja purkupaikat sekä kemikaalien varastoinnin. Kemikaalien pääsy muihin, kuin niille tarkoitettuihin vuotojen keräilyviemäreihin tulee estää. Laki antaa mahdollisuuden korvata suoja-altaat, kynnykset sekä allastuksen muilla vuodohallintajärjestelmillä, jos korvaavalla järjestelmällä pystytään takaamaan vastaavan tasoinen nesteen pidätyskyky sekä toiminnan luotettavuus. Jos vuodohallintajärjestelmänä käytetään altaita tai muuta vastaavaa järjestelmää, ei samaan altaaseen saa päästä sellaisia kemikaaleja, jotka keskenään reagoidessaan voivat aiheuttaa vaaraa. (Finlex 2012 51§)

Ulkona olevien lastaus- ja purkupaikkojen tulee olla allastettuna siten, että ne voivat kerätä talteen suurimman täytettävän tai tyhjennettävän kuljetussäiliöntilavuuden. (Finlex 2012 52§) Sisällä vuotojen hallinta prosessi- ja kemikaalien varastointitiloissa tulee

järjestää siten, ettei vuoto pääse leviämään rakennuksessa. Tämä voidaan ehkäistä riittävin kynnyksin oviaukoilla. Näin ollen prosessi- ja varastointitiloissa tapahtuvat nestemäiset kemikaalivuodot eivät pääse leviämään muihin prosessi- tai varastointitiloihin. (Finlex 2012 53§)

## **4.2 Viemäröinti**

Viemäröinti on lastaus- ja purkupaikoilla sekä prosessitiloissa suunniteltava ja toteutettava siten, ettei kemikaalien saastuttamia vesiä pääse suoraan vesistöihin, maaperään eikä muihin kuin niille tarkoitettuihin viemäriverkkoihin. Ulkona olevien vallitilojen sadeveden poiston tulee tapahtua hallitusti ja lisäksi prosessitiloissa viemäriverkostot tulee suunnitella siten, ettei vahingon sattuessaan verkostoon pääse kemikaalia. (Finlex 2012 57§)

Putkistojen virtaussuunta ja putken sisältö on ilmoitettava itse putkessa, jos se ei ole jostain syystä mahdollista tulee toiminnanharjoittajan huolehtia, että laitoksen käyttäjillä ja onnettomuustilanteessa pelastustoimiin osallistuvilla henkilöillä on käytettävissään edellä olevat tiedot. Lisäksi oleelliset venttiilit ja yhteydet sekä vaarallisten kemikaalien lastaus- ja purkupaikat on oltava selvillä. (Finlex 2012 60§)

## **4.3 Korvausvelvollisuus**

Ympäristövahingon sattuessa vahingontuottaja on aina korvausvelvollinen, vaikka olisi toimittu vaaditulla huolellisuudella. Korvattavaksi ympäristövahingoksi katsotaan vahinko, joka voidaan mitata rahallisesti. Niiden täytyy myös olla vähäistä suurempia. Tällaisia eivät esimerkiksi ole ympäristön monimuotoisuuden väheneminen, tai kauniin maiseman turmeleminen. Korvauksia voidaan kuitenkin hakea esimerkiksi veden, ilman tai maaperän pilaamisesta. Korvausten vaatija voi olla yritys, tai yksityinen taho. Tämän tulee itse huolehtia korvausten vaatimisesta. Kanteen voi nostaa kymmenen vuotta vahingon ilmenemisestä. (Suomen ympäristökeskus 2014)

## **5 TURVALLISUUS- JA KEMIKAALIVIRASTON VAATIMAT VELVOITTEET**

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) toimii lupa- ja valvontaviranomaisena. Tukesin vaarallisten kemikaalien varastointi oppaassa on määritelty toiminnanharjoittajan velvoitteita muun muassa lastaus- ja purkupaikkojen osalta. Oppaassa annetaan yleisiä velvoitteita lähtien sopivista etäisyyksistä nähden muihin prosessilaitteisiin, sekä riittävään vuotojen keräilyyn.

Tukesin tarjoamassa oppaassa määritellään muun muassa vuotojen keräily varastointi- ja käsittelypaikoilla. Varastointipaikoilla vuodonesto on järjestettävä turvallisesti siten, ettei kemikaalia pääse valumaan suoraan ympäristöön eikä viemäriin. Vuotojen määrä on pystyttävä arvioimaan ja tarvittaessa myös neutraloimaan. Lisäksi pitää olla valmiudet varastoimaan vuotanutta kemikaalia useita tunteja. Varastohuoneissa allastus on rakennettava siten, että jokainen tila toimii omana altaana. Tämä voidaan ratkaistu esimerkiksi kynnyksellä sisäänkäynnit vähintään 10 senttimetrin palamattomalla kynnyksellä. Tämä voidaan rakentaa kuitenkin luiskamaiseksi, jotta erilainen trukkiliikenne sisätiloihin on mahdollista. Sisätiloissa mahdolliset vuodot voidaan kerätä talteen pumppaamalla tai imeytysaineella. (Tukes 2015)

### **5.1 Viemäröinti**

Viemäröinti on johdettava erilliseen keräilyaltaaseen. Viemäriin tulee asentaa sulkuventtiili, joka pidetään yleensä kiinni. Sulkuventtiili voidaan avata esimerkiksi lattian pesuveden poiston yhteydessä. Tällä varmistetaan, ettei pois pääsevän veden mukana ole haitallisia kemikaaleja. Keräilyaltaaseen tulee asentaa pinnanmittauslaite, joka tarvittaessa hälyttää, kun pinta ylittää asetetun arvon. Jos tilassa on mahdollisuutta öljyvuotoihin, tulee olla öljynerotuskaivo, josta lähtee hälytys valvottuun paikkaan. Öljynerotuskaivo on pidettävä kunnossa, huollettava sekä tyhjennettävä säännöllisesti. Jos keräilyaltaaseen on mahdollista joutua syttyviä nesteitä ei sitä saa sijoittaa rakennusten alle, mikä voisi aiheuttaa lisävaaraa. Lisäksi erilaiset kunnossapito ja



seuranta työt ovat helpompia suorittaa, kun keräilyallas on järkevästi sijoitettu. (Tukes 2015)

Ulkona olevilla varasto-, ja käsittelypaikoilla tulee olla järjestettynä sadevesien poistojärjestelmä. Vallitila voi toimia sadevesien pidätysaltaana itsessään, mutta jos sadevedet ohjataan pois, on se tehtävä valvotusti tarkkailukaivon tai altaan kautta. Ohjattaessa sadevedet tällaisen altaan kautta, tulee altaan olla mitoitettu siten, että se kykenee varastoimaan useiden tuntien vesisateet. Sadevesille tarkoitettussa viemärissä tulee olla sulkuventtiilit, joilla voidaan pysäyttää mahdolliset kemikaalivuodot. Sulkuventtiilien tulee olla normaalisti kiinni, ellei niiden käyttöä voida täysin automatisoida, jotta voidaan taata, ettei sadevesiviemäreiden kautta pääse haitallisia kemikaaleja ympäristöön. Sadevesien pois päästäminen tulee tapahtua hallitusti, kun on ensin varmistettu, ettei se sisällä haitallisia kemikaaleja. (Tukes 2015)

## **5.2 Lastaus- ja purkupaikat**

Säiliöautojen lastaus- ja purkupaikkojen etäisyys maanpäällisestä säiliöstä, naapurin rajasta, rakennuksesta tai yleisestä liikenneväylästä tulisi olla vähintään 5 metriä. Tässä tapauksessa rakennukseksi ei katsota pumppujen katoksia eikä kevyt rakenteisia katoksia. Palavien nesteiden lastaus- ja purkupaikat tulee järjestää siten, että niiden etäisyys edellä olevista kohteista on vähintään 10 metriä. Välittömästi myrkyllisten kemikaalien kanssa suojaetäisyys vilkkaasti liikennöityyn tiehen tulee olla vähintään 50 metriä. (Tukes 2015)

Liikennöinti lastaus- ja purkupaikoille tulisi myös suunnitella siten, ettei alueella olisi muuta liikennettä. Myös kuljetusajoneuvojen ajoreitit tulisi suunnitella siten, että tyhjät ajoneuvot tulisivat sisään eri portista kuin lähtevät, täydet ajoneuvot. Myös kulunvalvonta ja opastus on hyvä järjestää. (Tukes 2015)

Lastaus- ja purkupaikat tulisi kattaa, mikäli tämä on mahdollista. Katosmateriaalin tulee olla palamatonta materiaalia, lisäksi näillä paikoilla tulisi olla riittävä valaistus. Rakennuksen sisällä tapahtuva lastaus- ja purkupaikan valaistus tulisi olla vähintään

150lx ja ulkotilassa vähintään 100 lx, jos kohteessa vaaditaan suurempaa tarkkuutta, on valaistusvoimakkuutta syytä lisätä suuremmaksi. (Tukes 2015)

### **5.3 Vuodohallinta**

Vuodohallinta on järjestettävä esimerkiksi keräilyalustoilla. Keräilyalustojen koko tulee määrittää siten, että se pystyy keräämään vähintään suurimman käytettävän kuljetussäiliön. Alueen tulee olla päällystettynä ja suunniteltuna siten, että kaikki tapahtuvat vuodot voidaan johtaa hallitusti umpikaivoon tai öljynerottimella, jonka täyttymistä voidaan seurata. Öljynerotuksen jälkeen asennetuissa viemäreissä tulee olla myös sulkuventtiilit. Jos täyttö- tai purkupaikalla on sadevesiviemärointi, voidaan suurten vuotojen pääsy niihin estää käyttämällä viemärinsulkumattoja. Lisäksi lastauspaikoilla tulisi olla alkutorjuntaan liittyvää välineistöä, kuten esimerkiksi imeytysainetta. (Tukes 2015)

Ellei lastauspaikkaa ole varustettu ylitäytönestolla on säiliön täyttöventtiilin, josta auton säiliön lastaus tapahtuu oltava käsin aukkipidettävä sekä itsestään sulkeutuva. Lastauksen tapahtuessa alatyttö on ylitäytönesto oltava, ellei säiliön täyttymistä voida tarkkailla, kuten yläkautta lastattaessa voidaan. Käytettävässä putkistossa on oltava venttiilit siten, että täyttöputken tai -letkun irrotessa ne sulkeutuvat automaattisesti. Automaattiventtiilien puuttuessa venttiilit pitää pystyä sulkemaan turvallisesta paikasta. Lisäksi lastauksessa käytettävien liikuteltavien osien on oltava riittävän keveitä, jotta yksi ihminen voi toimia turvallisesti. (Tukes 2015)

### **5.4 Turvallisuus**

Yläkautta tapahtuvassa säiliön lastaus- ja purkupaikalla on oltava myös kaiteet estämässä säiliön päältä putoamista. Kaiteita ei tarvita, jos putoamisenesto on järjestetty turvallisesti käyttämällä muita keinoja. Ennen kuin säiliötä voidaan ruveta lastaamaan tai purkamaan, on ajoneuvon paikallaan pysyvyys varmistettava. Tämä voidaan varmistaa esimerkiksi käyttämällä kiiloilla, jotka laitetaan renkaiden eteen sekä käyttämällä ajoneuvon

seisontajarrua. Lastaus- ja purkupaikoilla on oltava myös riittävät toimintaohjeet vahingon sattuessa sekä toimipaikan käyttöohjeet. (Tukes 2015)

## 6 VUODONESTOTARVIKKEET

Vuodontorjuntaan on markkinoilla olemassa monenlaisia eri sovelluksia, riippuen käyttöalueesta. Vuodontorjuntaan tarkoitettulla välineillä on tarkoitus estää ei-toivotun aineen leviäminen, tai pääseminen ympäristöön. Nämä ovat yleensä helppo asentaa, sekä kuljettaa mukana.

Yleisiä käytössä olevia vuodontorjunta sovelluksia ovat esimerkiksi viemärinsulkumatot. Viemärinsulkumattoja löytyy markkinoilta useita eri kokoja sekä malleja, kuten Kuvasta 2 voidaan nähdä. Malleista riippuen ne kestävät hyvin vaihtelevia lämpötila, sen lisäksi ne soveltuvat monenlaisille pinnoille. Niiden avulla voidaan peittää sellainen viemäri, jonne ei haluta pääsevän vaarallisia kemikaaleja tai esimerkiksi öljyä. Viemärinsulkumatot ovat käytännöllisiä, kun toiminta-alueella on satunnaista ja muuten alueen viemärit voivat olla suojaamatta. Viemärinsulkumatot eivät kuitenkaan sovellu jo olemassa olevan vuodontorjuntaan.



Kuva 2. Viemärinsulkumatto (Denios 2017)

Muita käytännöllisiä vuodonestotarvikkeita ovat erinäköiset roiskesuojat esimerkiksi laipalle. Jos samalla lastauspaikalla käsitellään monia eri tuotteita, jotka lastataan kuitenkin yhdellä lastausvarrella voi lastauspaikalla olla monta laippaa pienellä alueella esimerkiksi lastauskopissa. Ennen kuin lastaus voidaan aloittaa, on venttiilit aukaistava sekä pumppu kytkettävä päälle. Äkillinen paineen kasvu, kuluminen sekä suuret lämpötilaerot voivat aiheuttaa laipan kautta vuotoja, jotka voivat aiheuttaa vaaraa lastauspaikalla. Kuten Kuvasta 3. nähdään, voidaan roiskesuojat kääriä laippojen ympärille ehkäisemään tällaista tilannetta. Roiskesuojien suojaosa on läpinäkyvää, jolloin mahdolliset pienetkin vuodot ovat havaittavissa. Tällaisten laippoihin tarkoitettujen suojien on tarkoitus estää mahdolliset roiskeet, mutta ne eivät estä jatkuvaa vuotoa.



Kuva 3 Roiskesuoja (Denios 2017a)

Muita vuodonestotarvikkeita ovat muun muassa vuotojen keräystasot sekä erilaiset torjuntapuomit. Keräystasoilla Kuvassa 4. voidaan ohjata mahdolliset pienet, tiputtavat vuodot pois esimerkiksi kulkureitin yläpuolelta, jotta nämä eivät aiheuta vaaraa alapuolella kulkeville. Tällaiset keräystasot voidaan varustaa myös poistoletkulla, jotta pienetkin vuodot saadaan kerättyä talteen ja käsiteltyä lain vaatimalla tavalla.



Kuva 4 Vuotojen keräystaso (Denios 2017b)

Kuvassa 5. on esitetty myös yksi mahdollinen vuodonestotarvike. Tällainen vedellä täytettävä joustava ovitiiviste mahdollistaa sisätilojen vuodonhallinnan ja estää vuodon leviämisen muihin prosessitiloihin. Lainsäädännössä vaaditaan prosessitiloihin, joissa mahdollinen kemikaalivuoto on mahdollista vähintään 10 cm korkea kynnyks, jotta vuodon leviäminen voidaan estää. Tällaisella ovitiivisteellä voidaan lisätä tarvittaessa kynnyksen korkeutta ja näin ollen estää vuodon leviäminen muihin tiloihin.



Kuva 5 vedellä täytettävä joustava ovitiiviste (Denios 2017c)

Perinteiset vuodontorjuntaan tarkoitetut imuaineet, kuten esimerkiksi imaturve tai puuvillakuitu pohjaiset ratkaisut ovat myös hyvä lisä mitä tulee vuotojen torjumiseen. Tällaiset imuaineet soveltuvat eritoten jo tapahtuneisiin pieniin vuotoihin, jolloin vuoto voidaan imeyttää imuaineeseen. Vuodontorjunnan jälkeen riippuen vuodon koostumuksesta, joitain aineita voidaan kierrättää ja käyttää uudelleen. Jos imuaineilla torjuntaa esimerkiksi öljyvetoja tulee niistä valtioneuvoston 179/2012 asetuksen mukaisesti vaarallista jätettä (Finlex 2012 liite 4). Vaarallisen jätteenkeräys on järjestetty koko maassa, jotta oikean laatuinen loppukäsittely voidaan varmistaa (Ympäristöministeriö 2016).

## 6.1 Vuodonestotarvikkeiden määrittely kriittisille paikoille

Vuodonestotarvikkeiden määrittely kriittisille paikoille on monella teollisuuden saralla erittäin tärkeää. Näillä tarvikkeilla voidaan ehkäistä onnettomuuksia, ympäristön pilaantumista sekä vaarallisten aineiden pääsyä vesistöihin. Riippuen valmistettavasta lopputuotteesta, joissain tapauksissa vuodonesto voidaan järjestää myös muulla tapaa. Kratonin tapauksessa vuodon tapahtuessa lastaus- tai purkupaikoille, sekä sisätiloissa vuoto ohjautuu viemäreihin, jotka ohjaavat vuodon suoraan öljynerotuskaivolle. Öljynerotuskaivolla vuoto voidaan kerätä talteen prosessiin ja näin ollen ehkäistä mahdolliset taloudelliset tappiot, koska tuotetta ei menetetä. Tämä johtuu siitä, että tuote on vettä kevyempää ja näin ollen se voidaan kuoria talteen. Torjuttaessa vuoto esimerkiksi imuaineilla, kuten imaturpeella on jalostetun tuotteen ja imuaineen erottaminen vaikeaa. Näin ollen syntyy vaarallista jätettä, eikä vuodontorjunta ole taloudellisesti kannattavaa, koska prosessituotetta joudutaan käsittelemään vaarallisena jätteenä.

Tehdasvierailujen yhteydessä tehtyjen suullisten haastattelujen pohjalta Kratonin työntekijät nostivat esiin myös vuodontorjunnan turvallisuuden. Sisätiloissa tapahtuva vuoto voi olla muutakin, kuin vain ”lattialla oleva lammikko”. Prosessissa paine ja etenkin lämpötila ovat korkeita. Vuoto voi tapahtua myös korkeammalla jolloin tuotetta voi tippua alla olevien päälle lisäksi vuodon tapahtuessa mahdollinen kipinä voi aiheuttaa myös tulipalon. Haastattelujen perusteella juuri tuotteen olosuhteet olivat yksi syy, miksi vuodontorjunta suoritettiin ilmoittamalla ohjaamoon ja ensitöissä sulkemalla vuotava järjestelmä. Lisäksi tiedettiin, että vuoto valuu joka tapauksessa öljynerotuskaivolle, mistä sen kerääminen takaisin prosessiin on mahdollista.



## 7 SUOSITUKSET TOIMENPITEISTÄ

Kuten aikaisemmin on havaittu vuodontorjunta Kratonin toimipaikalla hoidettu hyvin ja ennen kaikkea järkevästi. Vuodon koosta riippumatta pienetkin vuodot voidaan kerätä talteen öljynerotuskaivolla ja käyttää uudelleen prosessissa, mikä on taloudellisesti järkevä ratkaisu. Vuodonestotarvikkeet, jotka estäisivät vuodon pääsyn öljynerotuskaivolle eivät ole taloudellisesti järkeviä. Tehdaskierroksilla havaittiin, että viemärinsulkumattoja on ollut tehtaalla aikaisemminkin. Aikojen saatossa ne ovat hävinneet, tai ovat olleet muissa käyttötarkoituksissa kuin alkuperäisessä viemäriensulkemisessa. Mahdollisen vuodon sattuessa prosessitiloissa on vuodonestäminen viemärinsulkumatolla lähes mahdotonta, ellei tilassa työskennellä vuodon sattuessa. Muutenkin tämä tarkoittaisi nopeaa reagointia vuotoon, jonka jälkeen tilasta olisi poistuttava, koska vuotavan aineen olosuhteet tekevät tilaan jäämisestä vaarallista.

Erilaiset imaturpeet sopivat parhaiten pienten vuotojen, kuten esimerkiksi letkunvaihtojen yhteydessä mahdollisiin roiskahduksiin. Imuaineet tarvitsevat kuitenkin levittäjän, jotta niiden käyttö olisi tehokasta. Kun huomioidaan vuotavan aineen olosuhteet, ei tällainen toimiminen ole mielekäästä.

Mahdollisia suositeltuja toimenpiteitä olisikin juuri nopean reagoimisen tehostaminen. Tämä voitaisi esimerkiksi hoitaa kameravalvonnan tehostamisella, sekä erilaisilla automaattisilla vuodonestoilmaisimilla. Valvomon nopean reagoimisen ansioista vuotava laitteista voitaisiin nopeasti sulkea, joten vuoto jäisi kokonaisuudessaan pienemmäksi, mutta samalla tapahtunut vuoto saataisiin kerättyä talteen öljynerotuskaivolla. Tämän ansioista myös taloudelliset tappiot jäisivät pieniksi.

Ulkotiloissa suosituksia toimenpiteiksi ei juuri ole. Lastaus- ja purkupaikoilla vuodohallinta järjestelmä tässä tapauksessa tarkoittaa viemäriä, josta vuoto ohjautuu öljynerotuskaivolle eikä sitä voi näin ollen sulkea. Tulevaisuudessa mahdollinen varautuminen voidaan hoitaa hieman toisin, jos lastauspaikoille rakennetaan erillinen

sadevesiviemäriverkosto. Sadevesikaivojen sulkeminen ennen lastauksen aloittamista on pakollista, jotta voidaan estää mahdollisen vuodon pääseminen sadevesien mukana sadevesiverkostoon. Tämä voitaisiin toteuttaa esimerkiksi viemärinsulkumatoilla, jotka asennettaisiin paikoilleen ennen lastauksen aloittamista. Lastauksen jälkeen ne voitaisiin poistaa ja viemäri öljynerotuskaivolle vastaavasti sulkea, ettei ylimääräinen sadevesi turhaan kuormita öljynerotuskaivoa. Tämä voitaisiin suorittaa myös erilaisilla viemärisuluilla. Niiden käyttäminen vaatisi, että viemäri voitaisiin tyhjentää sinne päässeistä aineista, jotka ovat sulun yläpuolella. Tällaiset viemärisulut ovat turvallisempia, koska ne kestävät paremmin kulumista, kuin viemärinsulkumatot. Kuitenkin näitä vuodonestolaitteita voitaisiin käyttää yhdessä parhaan tuloksen takaamiseksi.

## 8 LÄHDELUETTELO

Denios, 2017 Viemärinsulkumatto [verkkodokumentti] saatavilla:  
<http://www.denios.fi/shop/viemarinsulkumatto-nelion-muotoinen-1-000-x-1-000-mm.html> [viitattu 12.4.2017]

Denios, 2017a Roiskesuoja [verkkodokumentti] saatavilla:  
<http://www.denios.fi/shop/roiskesuojat-pp-lapinakyvalla-laipan-tarkkailuikkunalla-dn50-pn10-16.html> [viitattu 14.4.2017]

Denios, 2017b Vuotojen keräystaso [verkkodokumentti] saatavilla:  
<http://www.denios.fi/shop/vuotojen-keraystaso-150-x-150-cm-keltainen.html> [viitattu 14.4.2017]

Denios, 2017c Vedellä täytettävä joustava ovitiiviste [verkkodokumentti] saatavilla:  
<http://www.denios.fi/shop/vedella-taytettava-joustava-ovitiiviste-2-metria-sis-seinasailion-ja-tarran.html> [viitattu 14.4.2017]

Finlex, 2012 Valtioneuvoston asetus jätteistä liite 4 saatavilla:  
<http://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/6094.pdf> [viitattu 21.4.2017]

Finlex, 2012 Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista saatavilla:  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120856> [viitattu 8.3.2017]

Suomen ympäristökeskus 2014 Ympäristövahinkojen korvaaminen saatavilla:  
[http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus\\_ja\\_tuotanto/Vastuu\\_ymparistovahingoista/Ymparistovahinkojen\\_korvaaminen](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Vastuu_ymparistovahingoista/Ymparistovahinkojen_korvaaminen) [viitattu 11.5.2017]

Whelton, A.J., McMillan, L., Novy, C.L.-., White, K.D. & Huang, X. 2017, "Case study: The crude MCHM chemical spill investigation and recovery in West Virginia USA", *Environmental Science: Water Research and Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 312-332.

Ympäristöministeriö 2016 Öljyjäte saatavilla: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus\\_ja\\_tuotanto/Jatteet\\_ja\\_jatehuolto/Jatehuollon\\_vastuut\\_ja\\_jarjestaminen/Oljyjate](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Jatteet_ja_jatehuolto/Jatehuollon_vastuut_ja_jarjestaminen/Oljyjate) [viitattu 21.4.2017]