

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Teknistaloudellinen tiedekunta  
Tuotantotalouden koulutusohjelma

DIPLOMITYÖ

**SATAMATOIMIJOIDEN RISKIENHALLINTA  
ALUSRAJAPINNASSA, CASE HAMINAKOTKAN  
KAASU- JA NESTESATAMA**

MIIA MUUKKONEN

Työn tarkastaja: Professori Juha Väätänen

Työn ohjaajat: Merenkulun yliopettaja, DI Tapani Salmenhaara  
Projektiasiantuntija Tommy Ulmanen

## **TIIVISTELMÄ**

Lappeenrannan teknillinen yliopisto  
Teknistaloudellinen tiedekunta  
Tuotantotalous

Miia Muukkonen

### **SATAMATOIMIJOIDEN RISKIENHALLINTA ALUSRAJAPINNASSA, CASE HAMINAKOTKAN KAASU- JA NESTESATAMA**

Diplomityö 2012  
115 sivua, 12 kuvaa, 4 taulukkoa

Tarkastajat Prof. Juha Väättänen

Hakusanat: organisaation osaaminen, riskianalyysi, turvallisuus

Työssä tarkastellaan satamatoimijoiden riskienhallintaa alusrajapinnassa. Eriytistarkastelun kohteena ovat alusrajapinnassa tapahtuvan toiminnan turvallisuuskohdat ja operatiiviset riskit. Tarkastelu rajataan HaminaKotkan kaasu- ja nestesatamaan. Esiintyviä operatiivisia riskejä on tarkasteltu ainoastaan nestetankkerin lastauksen ja purkauksen rajapinnassa, ei enää varastoinnissa ja jatkokuljetuksissa.

Työn teoriaosassa käsitellään organisaatioiden strategiaa ja osaamista ja esitellään eri riskianalyysityyppejä. Lisäksi tarkastellaan kaasu- ja nestesataman turvallisuutta ja toimintaohjeita ja esitellään prosessikuvaus alusrajapinnassa vaikuttavista riskeistä ja riskien hallintatekijöistä. Lopuksi tutkitaan inhimillisten virheiden vaikutusta onnettomuuksiin.

Tutkimusmetodina on käytetty kyselytutkimusmenetelmää. Kysely tehtiin sähköpostitse ja kysymykset oli muotoiltu monivalintakysymykseksi.

Tutkimuksen päätuloksena voidaan todeta, että kaasu- ja nestesatamassa toimivien yritysten turvallisuustaso on korkea. Jokainen on valinnut omalle yritykselle sopivimmat riskianalyysityypit. Käytössä ei siis ole yhtä koko sataman kattavaa riskianalyysimenetelmää. Yhtenäisten riskianalyysien käyttö selventäisi jokapäiväistä toimintaa kaasu- ja nestesatamassa. Samoin satamanpitäjän merkittävämpi läsnäolo päivittäisessä toiminnassa olisi suotavaa.

**ABSTRACT**

Lappeenranta University of Technology  
Faculty of Technology Management  
Industrial Management

Miia Muukkonen

**THE RISK MANAGEMENT OF OPERATORS ON THE SURFACE OF VESSEL AND TERMINAL, CASE HAMINAKOTKA LIQUID BULK TERMINAL**

Master's Theses 2012  
115 pages, 12 pictures, 4 tables

Examiner: Prof. Juha Väättänen

Keywords: organization's competence, risk analysis, safety

This study examined the risk management of port operators in the surface of vessel and terminal. This study was specially focused on the safety aspects as well as operational risks in surface of port of HaminaKotka liquid bulk terminal. Operational risks are examined during loading and unloading only.

The theory of this study is based on strategy and competence of organizations and introducing different kind of methods of risk analysis. In addition, safety and directives of liquid bulk terminal is examined. Process scenario is represented concerning risks and risk management occurring in the surface of vessel and terminal. Finally the affect of human errors for the occurred accidents are examined.

The method of explore was survey method. Survey was implemented via e-mail and enquiry was formatted as multiple choice enquiries.

The main outcome of this study was that security level among enterprises operating in the liquid bulk terminal is high. Each enterprise has chosen the best risk analysis methods, which are suitable for their purposes. There is not one risk analysis available only used by every enterprise in the liquid bulk terminal. Using coherent risk analysis would clear out the everyday activities on that area. Greater presence of port master would also be desirable during every day activities in liquid bulk terminal.

## ALKUSANAT

Vihdoinkin valmis! Näin voin huokaista monimutkaisten ja välillä vaikeidenkin vaiheiden jälkeen. Mikään ei mennyt gradussa niin kuin suunnittelin, mutta kaikella on näin jälkikäteen ajateltuna tarkoituksensa.

Näihin neljään opiskeluvuoteeni mahtuu koko elämän kirjo syntymästä kuolemaan; erosta ja surusta uuteen alkuun ja iloon. Opiskeluissa ajoi eteenpäin huima motivaatio ja halu oppia uutta. Yksityiselämässä muutto omaan kotiin ja sen kunnostaminen olivat hyvää, joskin välillä raskasta vastapainoa opiskeluihin.

Suuri kiitos työni ohjaajalle Tommy Ulmaselle. Hän auttoi ja ohjasi minua gradussani oikeaan suuntaan hienovaraisen määrätietoisesti.

Kiitos rakkaille ystäväilleni, että olette olemassa. Päivin allekirjoituksilla hakupapereihin tämä nyt kuljettu tie alkoi. Miehet tulevat ja menevät, mutta ystävät ovat ja pysyvät.

Kiitos äidille ja taivaaseen menneelle isälleni. Ilman teidän taloudellista tukeanne lukukausi Thaimaassa olisi jäänyt haaveeksi. Iskä, lähdit luotamme yllättäin aurinkoisena viime marraskuun päivänä. Tiedän kuitenkin, että olet aina lähelläni.

Kaikkein rakkaimmat ja suurimmat kiitokseni kuuluvat elämäni kolmelle, äärettömän kirkkaina säihkyville timanteilleni eli Hannalle, Sannalle ja Villelle. Rakastan teitä aina ja ikuisesti.

Lappeenranta 12.8.2012

Miia Muukkonen

## SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO.....	8
1.1 Työn tausta .....	9
1.2 Työn tavoitteet, tutkimuskysymykset ja rajaukset.....	10
1.3 Tutkimusmetodologia .....	12
1.4 Tutkimuksen rakenne.....	17
2 HAMINAKOTKA SATAMA.....	20
2.1 Haminan kaasu- ja nestesatama .....	22
2.2. Haminan kaasu- ja nestesatamassa käsitellyt kemikaalit ja öljytuotteet.....	23
2.2.1 Metanoli.....	25
2.2.2 Rikkihappo.....	26
2.2.3 Moottoribensiini.....	27
2.2.4 Dieselöljy.....	28
3 ORGANISAATION STRATEGIA JA OSAAMINEN.....	30
3.1 Strategiset perustat .....	34
3.2 Kilpailustrategia.....	38
3.3 Arvoketju. ....	40
3.4 Organisaation osaaminen .....	41
3.4.1 Johtaminen.....	44
3.4.2 Ydinosaaminen .....	45
3.4.3 Tiimit ja yksilöt.....	48
4 RISKIANALYYSI.....	50
4.1 Riskin määrittely.....	53
4.2 Riskianalyysien menetelmät ja metodityypit .....	54
4.2.1 Kvalitatiiviset riskianalyysimenetelmät.....	58
4.2.2 Kvantitatiiviset riskianalyysimenetelmät .....	59
4.2.3 Yhdistelmämenetelmät.....	60
4.2.4 Kemiallisessa prosessiteollisuudessa käytetyt riskianalyysit ja metodologiat.....	63
4.2.5 Merenkulun riskianalyysit .....	64

4.3 Riskianalyysin luotettavuus ja oikeellisuus .....	68
4.4 Riskienhallinnan kehittämistarpeita .....	69
<b>5 KAASU- JA NESTESATAMAN TURVALLISUUS JA TOIMINTAOHJEET</b>	<b>74</b>
5.1 Satama-alueen toimijat riskienhallinnassa .....	77
5.2 Toimintaohjeet tankkialuksen lastauksessa ja purkauksessa.....	78
5.2.1 Määräykset ja ohjeet turvallisuus- ja putkistovahdille .....	80
5.3 Satama- ja alusrajoituksen toiminnallisten riskien arviointi .....	81
5.4 Kaasu- ja nestesatamassa sekä merellä tapahtuneita kemikaalionnettomuuksia .....	87
5.5 Inhimilliset virheet.....	93
<b>6 HAMIINAKOTKA SATAMAN OPERAATTOREIDEN KÄYTTÄMIÄ RISKIANALYYSEJÄ</b> .....	<b>98</b>
6.1 Tutkimusmenetelmä.....	98
6.2 Kyselytutkimuksen tulokset .....	101
<b>7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET</b> .....	<b>104</b>
<b>LÄHDELUETTELO</b> .....	<b>110</b>

## KUVALUETTELO

Kuva 1.1 Vaarallisten lastien luokittelu. ....	12
Kuva 2.1 HaminaKotkan Haminan satamaosa .....	21
Kuva 3.1 Strategisten mallien jatkumo .....	36
Kuva 3.2 Inhimillisten menestystekijöiden vaikutuksia ja ilmentymiä organisaatiossa .....	37
Kuva 3.3 Osaamisen määritelmä.....	42
Kuva 3.4 Osaamisen pohja .....	43
Kuva 4.1 Riskimenetelmien historiallinen kehittyminen .....	53
Kuva 4.2 Pääriskianalyysien ja –arviointien metodologioiden luokittelu ...	57
Kuva 4.3 FSA-analyysin vaiheet.....	65
Kuva 4.4 Riskianalyysien riippuvuus . .....	72
Kuva 5.1 Alusrajapinnan toimintovaiheet.....	82
Kuva 5.2 Vaarallisten aineiden kuljetusonnettomuudet kuljetusvaiheiden mukaan (U.S. 1993-2004) .....	91

## TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Kirjallisuuskatsauksessa käytetty aineisto .....	13
Taulukko 2. Diplomityön rakenne .....	18
Taulukko 3. Punaisen ja sinisen meren strategiat .....	32
Taulukko 4. Öljyvuotojen syyt 1970-2010 .....	89

## 1 JOHDANTO

Vuonna 2011 Suomen ulkomaankaupan kuljetuksista (yhteensä 107 miljoonaa tonnia) merikuljetusten osuus oli 84 prosenttia. Poltto- ja voiteluaineiden vientimäärä oli 7,2 miljoonaa tonnia, joista kemiallisten aineiden ja tuotteiden osuus oli 5 miljoonaa tonnia. Öljyä tuotiin 16,4 miljoonaa tonnia. Kemiallisten aineiden ja tuotteiden määrä kuljetuksissa oli 6,3 miljoonaa tonnia. Näin ollen kemiallisten aineiden ja tuotteiden sekä öljytuotteiden yhteenlaskettu osuus ulkomaankaupan kuljetuksista oli n. 37 %. (Tulli, 2011)

Merikuljetusten lähtö- ja tulopaikka on satama. Satamassa työskentelee runsaasti toimijoita, jossa kaikkien toiminnalla on vaikutusta muiden ja samalla koko sataman turvallisuuteen. Tehtävä- ja vastuunjako nestesatamien jokapäiväisessä toiminnassa on haasteellista. Jokainen satamassa toimiva yritys on itsenäinen yksikkö, jolla on oma toimintakulttuuri ja oma tapansa toimia. Yritys luo ja ylläpitää turvallisuutta osana normaalia toimintaansa. Turvallisuuden parantamisen ja onnettomuuksien välttämisen työkaluna yrityksissä käytetään erilaisia riskianalyysejä. Jokapäiväisessä toiminnassa eri toimijoiden turvallisuuden parantamisen ja riskienhallinnan suhteen tärkein kehittämiskohde on henkilöstö. Useissa tutkimuksissa on havaittu inhimillisen virheen olevan suurin syy tapahtuneisiin onnettomuuksiin ja läheltä piti-tilanteisiin.

Laivan miehistöä koskevat yhtenäiset standardoidut säännöt, jonka mukaan heidän on toimittava. Terminaalien toiminnan harjoittajilla sitä vastoin ei ole käytössä samankaltaista yhtenäistä, kaikille pakollista säännöstöä vaan jokainen yritys vastaa omasta koulutuksestaan. Yhtenäisen koulutuksen kehittäminen olisi tärkeää turvallisuustietoisuuden lisäämisessä. Satamien turvallisuustyössä myös erityisen oleellista on



yhteistyö eri toimijoiden kesken.

Riskeille ja vaaroille on annettu hyvin tarkat määritelmät. Kuitenkin eri yksilöt, yhteiskunnat ja kansakunnat käsittävät riskin, vaaran ja uhkan määritelmät omalla tavallaan ja lisäksi sekoittavat kyseisiä käsitteitä keskenään. Myös turvallisuutta on yritetty määritellä, mutta pelkästään turvallisuudesta tehtyjä määritelmiä on hyvin kirjava joukko.

Tässä työssä tarkastellaan satamatoimijoiden riskienhallintaa ja sitä ohjaavia tekijöitä kaasu- ja nestesataman jokapäiväisessä toiminnassa. Erytistarkastelun kohteena ovat alusrajapinnassa tapahtuvan toiminnan turvallisuuskohdat ja operatiiviset riskit. Työ keskittyy terminaalin ja kemikaalisäiliöaluksen vuorovaikutusalueella tapahtuvaan toimintaan, mikä kuvataan alusrajapinnan prosessikuvauksessa. Prosessikuvauksen avulla selvitetään satamatoimintojen merkittävät operatiiviset riskit ja riskienhallintaan vaikuttavat tekijät. Työssä pohditaan myös inhimillisten virheiden vaikutusta onnettomuuksiin. Lopuksi esitetään suosituksia jatkotoimenpiteistä yhteisen toimintamallin kehittämiseksi.

## **1.1 Työn tausta**

Tämä työ on osa NELI- (North European Logistics Institute) ohjelman SULOIN- (Sustainable logistics solution through international networking) hanketta.

NELI on Kymenlaakson logistiikankoulutus-, tutkimus- ja kehittämisohjelma vuosille 2007–2013. Ohjelmaa hallinnoi Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu.

SULOIN hanketta koordinoi NELI. Tässä hankkeessa vastataan tarpeeseen kehittää Etelä-Suomen logistiikkaklusterin osaamisrakenteita, kilpailukykyä ja ekologisuutta kansainvälisen verkostoitumisen kautta. Verkostossa kartoitetaan, tutkitaan, haetaan ongelmanratkaisuja ja

vaihdetaan tietoa ja parhaita käytäntöjä klustereiden kehittämisestä erityisesti seuraavien aihealueiden ympärillä: ekologisuus ja kestävä kehitys, turvallisuuskysymykset laiva-satama-rajapinnassa, metsäteollisuuden vientiprosessit sekä elintarviketeollisuuden jakeluverkostot. Hankkeen kesto on 1.1.2011 - 31.12.2013. (NELI, 2011)

Hankkeen keskeiset tekijät jaetaan seuraavasti:

- lainsäädäntö (lait, asetukset, säädökset, standardit, ohjeet ja suositukset)
- toimintakulttuuri (asenteet, arvot ja moraalit, kulttuuri ja koulutus)
- prosessi (palavien nesteiden käsittelytoimenpiteet)

Nämä kolme edellä mainittua vaikuttavat kukin kiinteästi kaikkiin seuraaviin:

- infrastruktuuri (laiturialue, tankkialus ja näiden kiinteät varusteet)
- henkilöstö (terminaalityöntekijät, laivan henkilökunta, tarkastajat ja viranomaiset)
- varusteet (henkilösuojaimet, suojavarusteet ja viestintävälineet).

Tässä työssä myöhemmin mainittavat hankkeet ja projektit ovat viittauksia eri kirjallisuuslähteisiin. Näin ollen niitä ei pidä sekoittaa SULOIN- tai NELI-hankkeisiin.

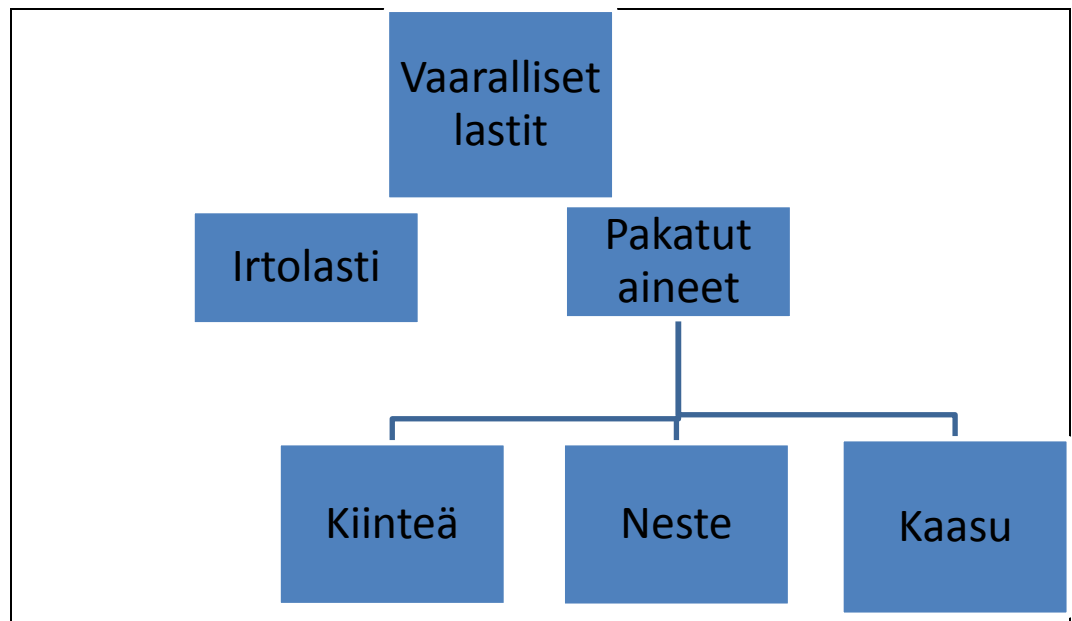
## **1.2 Työn tavoitteet, tutkimuskysymykset ja rajaukset**

Tässä työssä keskeisenä tavoitteena on tarkastella satamatoimijoiden riskienhallintaa kaasu- ja nestesataman jokapäiväisessä toiminnassa. Erityistarkastelun kohteena ovat alusrajapinnassa tapahtuvan toiminnan turvallisuusnäkökohdat. Työ keskittyy terminaalin ja kemikaalisäiliöaluksen vuorovaikutusalueella tapahtuvaan toimintaan, mikä kuvataan alusrajapinnan prosessikuvauksessa. Prosessikuvauksen avulla

selvitetään satamatoimintojen merkittävät operatiiviset riskit. Kuvaus alkaa siitä hetkestä, kun laiva on kiinnitetty köysillä laituriin ja vastaavasti päättyy, kun köydet irrotetaan. Työssä esitellään satamassa toimiville operaattoreille tehty pikakysely heidän käyttämistään riskianalyyseistä. Jatkosuosituksissa annetaan parannustoimenpide-ehdotuksia yhteisten toimintamallien ja käytäntöjen luomiseksi.

Tämän tutkimuksen päätutkimuskysymys on: **Miten satamatoimijat ovat huomioineet riskienhallinnan toiminnoissaan kaasu- ja nestesataman alusrajapinnassa?** Alatutkimuskysymykseksi voidaan nimetä **Mitä toiminnallisia riskejä esiintyy vaarallisten aineiden purkaus- ja lastaustilanteissa?** Tällä kysymyksellä pyritään kartoittamaan vaarat sekä analysoimaan vaarojen suuruuden ja merkityksen arviointia. Toisena alatutkimuskysymyksenä selvennetään sitä **Miten alusrajapinnassa toimivat osapuolet ovat huomioineet riskit omissa toiminnoissaan?** Saadut vastaukset auttavat samalla myös yhteisten säädösten ja toimintamallien valmistelua alusrajapinnassa.

Vaarallisten aineiden aluskuljetuksissa noudatetaan irtolasti- ja kappaletavarakuljetuksista annettuja säädöksiä. Samoin vaarallisten aineiden lastausta ja purkausta satamissa koskevat monet eri säädökset. Tämä tutkimus on rajattu alusrajapinnan lastioperointiin. Lastit ovat irtolasteja eli nestemäisiä ja kaasutuotteita. Kuvassa 1.1 esitetään vaarallisten lastien luokittelu liikennevirasto TraFin mukaan.



Kuva 1.1 Vaarallisten lastien luokittelu (TraFi)

Työ rajataan HaminaKotkan kaasu- ja nestesatamaan ja siinä keskitytään nimenomaan lastauksen ja purkamisen rajapintaan ja mitä toiminnallisia riskejä siihen sisältyy. Työn tulokset voidaan kuitenkin laajentaa koskemaan kaikkia kaasu- ja nestesatamia.

### 1.3 Tutkimusmetodologia

Tämä työ on toteutettu toimintatutkimuksena kvalitatiivista tutkimusmenetelmää hyödyntäen. Tutkimuksen tavoitteena on ollut alusrajapinnan toiminnan merkityksen ja tarkoituksen selvittäminen sekä kokonaisvaltaisen ja syvemmän käsityksen saaminen kyseisessä paikassa tapahtuvista toiminnoista. Käytännössä tämä tarkoittaa perehtymistä tutkittavaan ilmiöön liittyviin ajatuksiin ja vaikuttimiin.

Esimerkkinä kirjallisuuskatsauksen luvussa neljä tutkimusasetelman alkuperäinen lähtökohta oli rajata alue koskemaan alus-satama rajapinnan riskianalyseja. Aineiston keräämisessä kirjallisuuskatsausta varten oleellinen kysymys koskee tutkimuksen käytännön toteuttamista eli mistä

artikkeleita kannattaa lähteä etsimään. Yliopistojen tiedekirjastot tarjoavat laadukkaita tietokantoja, joihin on sisällytetty kokonaisia lehtien vuosikertoja. Kirjastojen palvelut saattavat kuitenkin olla maksullisia eli monet tietokannoista tarjoavat ilmaiseksi ainoastaan viitetiedot ja tiivistelmät. Tähän kirjallisuuskatsaukseen hankittiin kaksi artikkelia maksullisesta Kaukopalvelusta. Tämä katsottiin aiheelliseksi, koska kummassakin maksullisessa artikkelissa käsiteltiin erityisesti kemikaalien tai kemiallisen laitoksen riskianalyseja. Artikkeliaineistona käytettiin eri tietokantoja, joista ELSEVIER-tietokannasta löytyi selkeästi parhaiten alaa ja aihetta koskevat julkaisut.

Esitutkimusvaihe osoitti pian alus-satama rajapinnan rajauksen toimimattomaksi; tämän rajapinnan riskianalyysitutkimuksia ei ole tehty. Tästä syystä tutkimusteemaa jouduttiin laajentamaan koskemaan kemiallisessa prosessiteollisuudessa tehtyihin riskianalyysiin. Käsiteltävä materiaali painottui keskeisiin kemianteollisuuden ja vaarallisia aineita sekä riskianalyysiin käsitteleviin julkaisuihin. Näistä valikoitui selkeästi kaksi julkaisua: *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* ja *Journal of Hazardous Materials*.

Katsauksessa käytiin läpi kaikkiaan reilu 100 artikkelia. Haku tuotti merkityksellisimmät tulokset termeillä "risk analysis" ja "chemicals". Eri vaiheiden jälkeen seulan läpäisi 14 artikkelia. Tämän mahdollisti se, että artikkelimassasta poistettiin ensiksi yleiskatsaukset, joissa ei käsitelty selkeää tutkimusongelmaa. Reilusta sadasta käydystä artikkelista riskianalyseja käsittelevät artikkelit keskittyivät melko selkeästi johonkin tiettyyn maahan, riskianalyysimalliin tai kuljetusmuotoon. Mukaan valikoitui erityisesti eri riskianalyysimalleja käsitteleviä artikkeleita, jotta kemian teollisuudessa käytettävät riskianalyysit tulisivat tutuiksi. Jotta kirjallisuuskatsauksen monipuolisuus säilyisi, valittiin eri maanosiin ja maihin kohdistuvia artikkeleita riskianalyseista.

Vaarallisten aineiden maantiekuljetusten riskianalyyseja löytyi paljon, mutta ne eivät olleet relevantteja tutkimusongelman kannalta. Sama koski myös taloudellisia näkökohtia käsitteleviä riskianalyyseja. Myös puhtaasti käsitteelliset työt, joista oli vaikea löytää selkeitä tutkimustuloksia sekä keskenään selvästi päällekkäiset aiheet karsittiin pois.

Lopullinen katsaukseen valikoitunut aineisto on kuvattu taulukossa 1. Taulukkoon on koottu käytetty tietokanta ja hakusanat, joilla artikkeleita etsittiin sekä kirjallisuuskatsaukseen valittujen artikkeleiden nimet.

Taulukko 1. Kirjallisuuskatsauksessa käytetty aineisto

<b>Tietokanta</b>	<b>Hakusanat</b>	<b>Artikkelin nimi</b>
ELSEVIER	Risk analysis, reliability	Realibility and validity of risk analysis
ELSEVIER (Kaukopalvelu)	Risk analysis, chemicals	A simulation model for risk analysis of toxic chemical storage
ELSEVIER	Risk analysis, chemicals	Integrated risk analysis for acute and chronic exposure to toxic chemicals
ELSEVIER	Risk analysis, chemicals	Techniques and methodologies for risk analysis in chemical process industries

ELSEVIER	Risk analysis, chemicals	Risk analysis of a typical chemical industry using ORA procedure
ELSEVIER	Risk Analysis	Assesment of uncertainties in risk analysis of chemical establishments, The ASSURANCE project, Final summary report
ELSEVIER	Risk analysis	Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: on a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000-2009
SPRINGER	Risk management, dangerous goods	A Risk Management System – A Conceptual Model
ELSEVIER	Risk analysis	Is risk analysis a useful tool for improving process safety?
ELSEVIER	Risk analysis, chemicals	An optimizing hazard/risk analysis review planning (HARP) framework for complex chemical plants

ELSEVIER	Risk, chemical	The application of the term "Risk" from the viewpoint of the German chemical industry
ELSEVIER	Risk analysis	Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants
ELSEVIER	Risk analysis, maritime	A Bayesian Belief Network modeling of organizational factors in risk analysis: A case study in maritime transportation
SPRINGER (Kaukopalvelu)	Risk, safety	Science and precaution in the risk analysis of chemicals

Huomionarvoista riskianalyysien historiassa ja niiden tutkimisessa oli, että kemianteollisuuden ja yleensäkin teollisuuden riskianalyysija on alettu tekemään varsinaisesti vasta 1980-luvulla. Aikaisimmat riskianalyysit löytyivät niinkin myöhään kuin vasta 1970-luvun lopulta.

Riskianalyysien kirjallisuuskatsauksesta voidaan todeta, että aineisto on suhteellisen kattava ja monipuolinen mm. siitä syystä, että käsiteltyjen tutkimusten empiirinen vertailu ulottuu (kuten aiemmin mainittiin) moniin maihin. Katsaus sisältää alan johtavat lehdet. Näin ollen tutkimusaineiston pitäisi olla laadukasta ja luotettavaa.



#### 1.4 Tutkimuksen rakenne

Diplomityö koostuu seitsemästä luvusta. Sen rakenne seuraa perinteistä käsitystä tutkimuksen raportoinnista siten, että työn alkuvaiheessa on esitelty tutkimuksen taustatiedot sekä määritelty työn tutkimusongelma ja tavoitteet. Johdannossa esitellään työn tausta, miksi aihe on tutkimuksen arvoinen. Luvussa kaksi esitellään HaminaKotkan satama ja kohdennetaan esittely Haminan kaasu- ja nestesatamaan ja siellä toimiviin operaattoreihin.

Diplomityön kirjallisuuskatsaus ja teoreettinen osa koostuu luvuista kolme, neljä ja viisi. Tämän teoriaosuuden tarkoituksena on selventää tutkimuksen taustalla olevaa teoriaa ja sen peruskäsitteitä. Lisäksi teoriaosa toimii tutkimuksessa käytettyjen menetelmien ja ongelmanratkaisun lähtökohtana. Teoriaosan alussa luvussa kolme keskitytään organisaation strategiaan ja osaamiseen. Luku neljä perehtyy riskianalyysiin ja riskin määrittelyyn. Tämän jälkeen selvitetään riskianalyysien metodologiaa. Tutkimusmenetelmät jaetaan kvantitatiivisiin, kvalitatiivisiin ja niiden yhdistelmiin. Kaikista kategorioista esitetään käytetyimmät ja yleisimmät riskianalyysityypit.

Luvussa viisi keskitytään nestesataman operatiivisiin toimintoihin. Tässä luvussa esitetään kaavion muodossa alusrajan (kemikaalisäiliöaluksen lastaus ja purkaus) toimintovaiheet ja selvitetään mahdolliset operatiiviset riskit. Luvun lopussa tarkastellaan muutamaa nestesatamassa ja maailmalla tapahtunutta onnettomuutta sekä selvitetään inhimillisten virheiden osuutta satamaan ja merenkulkuun liittyvissä onnettomuuksissa.

Kuudes luku on empirian eli tehtyjen kyselyiden läpikäyntiä verrattuna sekä teoriaan että käytettyihin riskianalyysiin. Tutkimusstrategiana on käytetty kvantitatiivista kyselytutkimusta. Kysely toteutettiin sähköpostitse niin sanotusti pikakyselynä ja siinä kartoitettiin kaasu- ja nestesataman operaattoreiden käyttämiä riskianalyyseja. Työn ohjaaja antoi kuuden

operaattorin yhteystiedot ja näille kuudelle valitulle lähetettiin sähköpostikysely. Tällä kyselyllä pyrittiin selvittämään, käyttävätkö operaattorit samoja riskianalyysimalleja vai poikkeavatko käytännöt toisistaan. Saatujen vastausten perusteella pyrittiin myös analysoimaan operaattoreiden käyttämien riskianalyysien keskinäisiä eroja.

Diplomityön päätteeksi luvussa seitsemän keskitytään johtopäätöksiin ja yhteenvetoon sekä annetaan suosituksia jatkotoimenpiteitä varten.

Tässä diplomityössä käytettyä tutkimuksen rakennetta havainnollistetaan vielä selventävästi taulukossa 2. Taulukon avulla kuvataan, miten työstä muodostuu työn aiheessa määritetty asiakokonaisuus. Siinä esitetään diplomityössä olevat luvut, niiden kuvaukset ja jokaisen luvun päätulos. Tutkimuksen rakenteen kuvauksen perusteella lukijalle hahmottuu työ selkeämmin ja siitä löytyy diplomityön niin sanottu punainen lanka.

Taulukko 2. Diplomityön rakenne

Luku	Kuvaus	Tulos
1. Johdanto	Tausta, motiivi, tutkimusongelmat.	Syyt tämän tutkimustyön tekoon.
2. HaminaKotka satama	Yleiskuvaus, vaaralliset aineet.	Ymmärtää vilkas ja vaarallinen toimintaympäristö.
3. Organisaation strategia ja osaaminen	Teoriaosio, teoreettinen tausta organisaation valitsemalle toiminnalle.	Ymmärtää organisaation toimintaa ja valittuja toimintamalleja.
4. Riskianalyysi	Teoriaosio, teoreettinen tausta	Ymmärtää riskianalyysien

	riskiin, riskianalyysiin ja niiden luotettavuuteen.	moninaisuus.
5. Kaasu- ja nestesataman turvallisuus ja toimintaohjeet	Teoriaosio, keskittyy toimintaohjeiden ja määräysten sekä alusrajan kuvaukseen ja operatiivisiin riskeihin.	Ymmärtää tiukoista säännöistä huolimatta inhimillisen virheen merkitys toiminnassa.
6. HaminaKotka sataman operaattoreiden käyttämiä riskianalyysseja	Empiriaosio, kvantitatiivinen kyselytutkimus.	Selvittää käytettyjä riskianalyysimalleja.
7. Yhteenveto ja johtopäätökset	Selvittää tutkimuksen tuloksia ja suosittaa jatkotoimenpiteitä.	Tehdä yhteenveto tutkimuksesta huomioiden aiemmat luvut sisältöineen.

## 2 HAMINAKOTKA SATAMA

Haminan ja Kotkan satamien yhdistyessä 1.5.2011 HaminaKotka Satama Oy:ksi syntyi Suomen selkeästi suurin yleis-, kontti-, vienti- ja transitosatama.

HaminaKotka Satama Oy on satamatoimintoja Kotkan ja Haminan kaupungeissa hallinnoiva osakeyhtiö. Sen kaikki osakkeet ovat Kotkan ja Haminan kaupunkien omistuksessa. HaminaKotka Satama Oy puolestaan omistaa sataprosenttisesti Kotkan Satamatalot Oy:n, joka vuokraa varasto-, toimisto- ja kenttätiloja sataman alueella.

Täyden palvelun yleissatamana HaminaKotka palvelee kaikkia lastityyppejä: kontti, roro, nestebulk, kuivabulk, lolo, projektilastit ja matkustajaliikenne. HaminaKotkan satama koostuu eri osista joista kolme tärkeintä terminaalia ovat Hamina, Hietanen ja Mussalo. Näistä Hamina ja Mussalo ovat nestebulksatamia. (HaminaKotka Satama Oy, 2011)

Haminan satama on Suomen itäisin merisatama ja se on erikoistunut metsäteollisuustuotteiden, nestebulk-liikenteen ja konttien käsittelyyn. Haminan Sataman satama-alue sijaitsee Haminan keskustan lounaispuolella Haminanlahden ja Hillonlahden välisellä alueella. Sataman keskeiset osat ovat Hillo, Lakulahti, Hiirenkari, konttiterminaali, Palokangas sekä neste- ja kaasusatama. Satamaan on rautatieyhteys.

Haminan satamassa on laitureita yhteensä 3,2 km ja laituripaikkoja 27. Laitureista kolme on nestelaitureita ja yksi kaasulaituri. Kuvassa 2.1 näkyy HaminaKotkan Haminan satamaosa. Kaasu- ja nestesataman kaasulaituri sijaitsee kuvassa alhaalla vasemmalla ja kolme nestelaituria näkyvät sen vieressä seuraavina oikealla. Satamanosaan johtava meriväylä ja satamallas on syvennetty 12 m kulkusyvyYTEEN. Väylän riittävä syvyys on

tärkeää erityisesti nestesataman toiminnalle. Väyläsyvennyksen myötä asiakkaat voivat käyttää kuljetuksissaan suurempia aluksia.



Kuva 2.1 HaminaKotkan Haminan satamaosa

Kuljetusmääriltään Haminan satama on Suomen suurin kemikaalien vienti- ja tuontisatama. Loistavan sijaintinsa ansiosta se on myös merkittävä Venäjän suuntaan kulkevan transitoliikenteen satamana. Öljytuotteiden kuljetuksessa Hamina on Suomen kolmen merkittävimmän sataman joukossa. (HaminaKotka Satama Oy, 2011)

## 2.1 Haminan kaasu- ja nestesatama

Haminan kaasu- ja nestesataman alueen yhteenlaskettu varastointitilavuus on maksimissaan 1 100 000 m<sup>3</sup>, josta 1.5.2011 oli käytössä noin 830 000 m<sup>3</sup>. Säiliöitä alueella on 136 kpl. Varastointimäärät ja -aineet vaihtuvat kausiluontoisesti maailmantaloudellisen tilanteen mukaan. Toiminnanharjoittajilla on velvollisuus ilmoittaa varastoissaan olevat aineet ja niiden määrät satamanpitäjälle neljännesvuosittain.

Suurin osa operaattoreista toimii ainoastaan Haminan kaasu- ja nestesatamassa mutta esim. Vopak operoi kummassakin HaminaKotkan nestesatamassa. Haminan ja Mussalon kaasu- ja nestesatamien suurimmat toiminnanharjoittajat ovat:

*Oiltanking Sonmarin Oy* – Toimii nestemäisten kemikaalien ja polttoaineiden transitoliikenteessä (Venäjä) ja sillä on 35 säiliötä Mussalossa.

*NEOT* – Yhtiön oman öljyvarastoinnin lisäksi se on erikoistunut nestemäisiin kemikaaleihin (päätuote metanoli) sekä tarjoaa varastointi-, ja kauttakulkupalveluja. NEOT:in käytössä on Haminassa 27 säiliötä.

*Vopak Chemicals Logistics Finland Oy* – Yhtiö on erikoistunut kemikaalien ja öljytuotteiden käsittelyyn ja varastointiin. Sillä on käytössään 7 säiliötä Haminassa ja 34 säiliötä Mussalossa..

*Baltic Tank Oy* - Käytössä 20 säiliötä Haminassa. Käsittelee raaka-aineita ja tuotteita, jotka on suunnattu polttoaineiden ja bitumin valmistukseen.

*ST1 Biofuels Oy* - Tuottaa jätteistä valmistettua bioetanolipolttoainetta.

*L&T Recoil* – Kierrättää ja valmistaa jäteöljystä korkealaatuista öljyä.

*Neste Oil* – Käsittelee Venäjältä tuotua raskasta öljyä ennen kuin se siirretään Porvoon jalostamoon. Käytössä 11 säiliötä Haminassa.

*Haanpää Group* – Logistiikkayhtiö, jolla käytössä 21 säiliötä Haminassa nestemäisten kemikaalien ja voiteluaineiden varastointiin.

*FGG Finngas GmbH* – ainoa tämänkaltainen kaasulaituri Suomessa, käytössä 14 säiliötä.

Näiden lisäksi Haminan nestesataman alueella toimivat *Teboil*, *Styron Suomi Oy* (valmistaa lateksia korkealaatuisiin paperipinnoitteisiin), *Dynea Chemicals Oy* (johtava liimahartsien valmistaja) ja *BASF-group* (paperinpäällystedispersiotehdas). (Port of HaminaKotka, handbook, 2011)

## **2.2. Haminan kaasu- ja nestesatamassa käsitellyt kemikaalit ja öljytuotteet**

Kemikaali on joko aine tai aineiden seos eli valmiste. Valmisteella tarkoitetaan kahdesta tai useammasta aineesta muodostuvaa seosta. Aine puolestaan on kemiallinen alkuaine tai niiden yhdiste. Kemikaali vaikuttaa haitallisesti vain, jos sen kanssa joutuu kosketuksiin. Terveydelle vaarallinen aine voi vaikuttaa välittömästi kosketuskohdassa iholla tai limakalvolla tai välillisesti jouduttuaan elimistöön, esimerkiksi keuhkoihin, luustoon, munuaisiin tai hermostoon. Vaikutukset voivat olla akuutteja tai ilmetä vasta vuosien kuluttua. Pääosin kemikaaleille altistutaan hengityselinten ja ihon kautta. (Työturva, 2011)

Kemikaali on ympäristölle vaarallinen, jos se ympäristöön jouduttuaan voi aiheuttaa välitöntä tai viivästynyttä vaaraa ympäristölle tai sen osalle. Kemikaali luokitellaan ympäristölle vaaralliseksi sen vesiympäristölle vaarallisten välittömien tai pitkäaikaisten haittavaikutusten takia ja otsonikerrokselle vaarallisten haittavaikutusten vuoksi. Lisäksi kemikaali voidaan luokitella vaaralliseksi muulle ympäristölle myrkyllisyytensä, pysyvyytensä, kertymistaipumuksensa ja arvioidun tai todetun

kulkeutumisensa ja muiden ominaisuuksiensa perusteella. (Työturva, 2011)

Asetuksessa 244/82 määritellään kemikaalisäiliöaluksissa kuljetettava vaarallinen kemikaali nesteeksi, joka räjähdys-, tai palovaarallisuutensa, myrkyllisyytensä, ärsyttävyytensä, reaktiokykynsä tai fysikaalisten ominaisuuksien perusteella saattaa aiheuttaa vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. Tämä asetus ei kuitenkaan koske raakaöljyä ja siitä jalostettuja öljytuotteita. (Alava, 2012)

Liikennevirasto TraFi valvoo vaarallisten aineiden ilmoitusvelvollisuutta. Suomesta lähtevien ja EU:n ulkopuolelta Suomeen saapuvien, öljyä, kemikaaleja tai kaasua irtolastina tai vaarallisia pakattuja aineita kuljettavien alusten tulee tehdä ilmoitus lastistaan viranomaisille. Ilmoitus aluskäynnistä ja aluksen vaarallisesta lastista annetaan 24 tuntia ennen aluksen saapumista suomalaiseen satamaan. Lasti-ilmoitus tulee antaa viimeistään tunnin kuluessa aluksen kiinnittymisestä laituriin. (TraFi, 2012)

HaminaKotka Sataman 2011 liikennetilastojen mukaan nestebulkin vienti oli 2,25 miljoonaa tonnia ja tuonti 0,7 miljoonaa tonnia. Ennen satamien yhdistymistä Haminan vastaavat luvut vuonna 2010 olivat 2,25 miljoonaa tonnia (vientä) ja tuonti 0,26 miljoonaa tonnia. Kuten aiemmin mainittiin, Haminan kaasu- ja nestesatama on Suomen suurin kemikaalien vienti- ja tuontisatama. Eri toiminnanharjoittajien kemikaalitoimitusmäärät ovat liikesalaisuuksia mutta yleisellä tasolla tiedetään, mitä kemikaaleja nestesatamassa käsitellään. Haminan kaasu- ja nestesatamassa eniten käsitellyt kemikaalit ovat metanoli ja rikkihappo. Myös natriumhydroksidiliuosta (eli lipeää) ja ksyleeniä käsitellään, mutta niiden toimitusmäärät ovat melko vähäisiä. Metanolin ja rikkihapon lisäksi liikennepolttoaineista käsitellään eniten bensiiniä ja dieseliä. Seuraavassa esitellään Haminan kaasu- ja nestesatamassa eniten käsitellyt aineet, niiden ominaisuudet ja vaikutukset ihmiselle sekä ympäristöön.



### 2.2.1 Metanoli

Metanoli on väritön, kirkas neste, jolla on miedohko alkoholin haju. Sen leimahduspiste on 11 °C ja itsesyttymislämpötila 385 °C. Metanoli on helposti syttyvä, palava neste. Aine syttyy herkästi lämmön, kipinöiden, staattisen sähkön ja liekkien vaikutuksesta. Myös reaktio voimakkaiden hapettimien kanssa aiheuttaa palo- ja räjähdysvaaran. Metanolia käytetään liuottimena sekä erilaisten kemikaalien, kuten formaldehydin, natriumboorihybridin, metyyliertiäributyylieetterin (MTBE), muurahaishapon ja happojen metyyliesterien valmistuksessa, polttoaineena sekä jäätymisenestoaineena. Metanoliliuoksia käytetään lasinpesunesteenä. Nykyään metanoli valmistetaan maaöljystä tai maaöljyperäisistä tuotteista ja se on yksi eniten valmistetuista kemian teollisuuden tuotteista.

Metanolia kuljetetaan Suomessa kauttakulkukemikaalina. Metanolia kuljetettaessa on huomioitava, että aluksen lastitankkien on oltava ehdottomasti puhtaat. Vieraat aineet saastuttavat ja pilaavat lastin jo pieninä pitoisuuksina.

Metanolin aiheuttamat välittömät vaikutukset ihmiselle: HTP-arvo kertoo työpaikan ilman haitalliseksi tunnetusta pitoisuudesta. Tämän arvon selvästi ylittävät metanolihöyrypitoisuudet aiheuttavat päänsärkyä, väsymystä, pahoinvointia ja limakalvojen ärsytystä. Altistuminen suurille pitoisuuksille (tuhansia ppm:nä) aiheuttaa huumausta, keskushermosto-oireita ja ohimeneviä tai pysyviä näköhäiriöitä, kuten näkökentän supistumista, kahtena näkemistä ja jopa sokeutta. Altistuminen 50 000 ppm:n (66 000 mg/m<sup>3</sup>:n) pitoisuudelle aiheuttaa kuoleman muutamassa tunnissa. Metanolin roiskeet ja höyry ärsyttävät silmiä ja ihoa. Metanoli imeytyy ihon kautta ja suuri altistuminen voi aiheuttaa myrkytysoireita.

Metanolin vaikutukset ympäristöön: metanoli on hyvin vesiliukoista. Se kuitenkin haihtuu nopeasti pintavedestä. Metanoli on vedessä biologisesti hajoavaa aerobisissa olosuhteissa ja se on vain hyvin lievästi myrkyllistä vesieläöille. Metanolin ei ole todettu kertyvän ravintoverkkoon. Voimassa olevien kriteerien perusteella metanolia ei luokitella ympäristölle vaaralliseksi. (OVA, 2012)

### **2.2.2 Rikkihappo**

Rikkihappo on yksi valmistetuimmista ja käytetyimmistä kemikaaleista maailmassa. Rikkihappo on väritön tai ruskehtava, hajuton tai lievästi pistävän hajuinen öljymäinen neste. Väkevä rikkihappo tuottaa lämpöä liuetessaan veteen ja reagoi kiivaasti muun muassa useiden metallien kanssa. Rikkihappo on palamaton yhdiste mutta se reagoi useimpien metallien kanssa kehittäen vetyä, joka muodostaa ilman kanssa räjähtävän seoksen. Aine absorboi ilmasta vettä.

Rikkihappoa käytetään Suomessa lannoiteteollisuudessa, titaanidioksidin ja alumiinisulfaatin valmistuksessa, selluloosa- ja metalliteollisuudessa, viskoosin valmistuksessa, lyijyakkujen elektrolyytinä sekä laboratoriokemikaalina.

Rikkihapon aiheuttamat terveysvaarat: Väkevän rikkihapon roiskuminen silmään aiheuttaa vakavia silmävaurioita. Näön menetys on mahdollinen. Laimeat rikkihappoliuokset aiheuttavat lievempiä vammoja. Väkevä rikkihappoliuos syövyttää voimakkaasti ihoa ja aiheuttaa syviä ja tuskallisia haavoja. Ihovammat paranevat hitaasti ja aiheuttavat usein arpia. Kansainvälinen syöväntutkimuslaitos (IARC) on luokitellut väkevät rikkihappoa sisältävät epäorgaaniset happosumut ihmisessä syöpää aiheuttaviksi.

Rikkihapon vaikutukset ympäristöön: Rikkihappo sekoittuu hyvin veteen.

Rikkihapon haitallisuus vesieliöille perustuu sen voimakkaaseen happamuuteen. Kaloille haitallinen veden pH on alle 5 ja muille vesieliöille alle 5,5. Rikkihapon on todettu olevan haitallista vesieliöille mutta sen ei ole todettu kertyvän ravintoverkkoon. Voimassa olevien kriteerien perusteella rikkihappoa ei luokitella ympäristölle vaaralliseksi. (OVA, 2012)

### **2.2.3 Moottoribensiini**

Moottoribensiini on kellertävä neste, jolla on tyypillinen aromaattinen ja eetterimäinen haju. Se on erittäin helposti syttyvää; leimahduspiste on -46 °C ja itsesyttymislämpötila yli 340 °C. Moottoribensiini syttyy herkästi staattisen sähkön, lämmön, kipinöiden ja liekkien vaikutuksesta. Höyryt voivat kulkeutua maata pitkin ja syttyminen on mahdollista pitkähkön matkan päässä päästökohdasta.

Moottoribensiiniä käytetään moottoripolttoaineena. Bensiinilaadusta riippuen käytetään myös lisäaineita, kuten hapettumisenestoaineita, metalleja inaktivoivia aineita, ruosteenestoaineita ja jäätymisenestoaineita sekä moottoreita puhtaana pitäviä lisäaineita.

Moottoribensiinin aiheuttama terveysvaara: altistuminen moottoribensiinistä haihtuville hiilivetyhöyryille vaikuttaa keskushermostoon, minkä seurauksena voi ilmetä päänsärkyä, huonovointisuutta, huumaantumista ja muita hermostollisia oireita. Altistuminen hyvin suurille pitoisuuksille esimerkiksi tuulettamattomia säiliöitä puhdistettaessa voi lyhyessäkin ajassa aiheuttaa tajunnanmenetyksen ja kuoleman.

Moottoribensiini on helposti haihtuvaa, joten ympäristöön joutuessaan se päätyy pääasiassa ilmaan. Moottoribensiini haihtuu helposti maan pinnasta ja pintavedestä. Kylmissä oloissa haihtuminen kuitenkin hidastuu suuresti. Haihtuvat hiilivedyt voivat kuitenkin reagoida muiden ilman

epäpuhtauksien kanssa, jolloin voi syntyä olosuhteista riippuen muun muassa valokemiallisia hapettimia, kuten otsonia. Nämä reaktiotuotteet voivat aiheuttaa vaurioita kasveille ja eläimistöille.

CONCAWE:n (The Oil Companies' European Organization for Environment, Health and Safety) luokitusehdotuksessa moottoribensiini on luokiteltu ympäristölle vaaralliseksi vesieliömyrkyllisyyden ja huonon hajavuuden perusteella. (OVA, 2012)

#### **2.2.4 Dieselöljy**

Dieselöljy on maaöljytuotteiden ja lisäaineiden seos, joka koostuu pääasiassa C9-C25 hiilivedyistä. Nykyisin dieselöljy voi sisältää myös biopohjaisia komponentteja. Dieselöljy on kirkasta tai kellertävää nestettä, jolla on mieto hiilivetyjen haju. Sen leimahduspiste on tyypillisesti 62-65 °C ja itsesyttymislämpötila noin 220 °C.

Dieselöljyä käytetään polttoaineena dieselmootoreissa. Dieselöljyä on markkinoilla sekä kesä- että talvilaatusina. Eri olosuhteisiin sopivia dieselöljyjä saadaan aikaan tuotantoprosessien säädöillä ja käyttämällä eri maaöljytuotteita sopivissa suhteissa. Dieselöljy ei ole reaktiivista.

Dieselöljy on palava neste. Aine syttyy lämmön, kipinöiden ja liekkien vaikutuksesta. Lämpimästä dieselöljystä haihtuva höyry voi muodostaa syttyvän seoksen ilman kanssa. Dieselöljysäiliö voi repeytyä tulipalon kuumentamana.

Dieselhöyryjen aiheuttamat välittömät vaikutukset: hengittäminen voi aiheuttaa väsymystä, pahoinvointia ja päänsärkyä. Dieselsumu saattaa ärsyttää silmiä ja hengitysteitä. Dieselöljyn roiskeet silmään voivat aiheuttaa ärsytysoireita, kuten kipua ja punoitusta. Nieltynä dieselöljy saattaa aiheuttaa pahoinvointia, oksentelua, vatsakipua, ripulia,

pyörrytystä ja väsymystä. Myös keskushermostoa lamaavat vaikutukset voivat olla mahdollisia.

Dieselöljyn vaikutukset ympäristöön: dieselöljy liukenee jonkin verran veteen (< 50 mg/l). Osa sen yhdisteistä voi haihtua pintavedestä ilmaan. Dieselöljy hajoaa vedessä aerobisissa olosuhteissa, mutta se ei kuitenkaan ole nopeasti biologisesti hajoavaa. Lisäksi sen komponenttien sitoutuminen veden orgaaniseen ainekseen ja sedimenttiin hidastaa hajoamista. Osa yhdisteistä on myrkyllisiä tai haitallisia vesieläimille.

CONCAWE:n luokitusehdotuksessa dieselöljy on luokiteltu ympäristölle vaaralliseksi vesieläinmyrkyllisyyden ja huonon hajoavuuden perusteella. (OVA, 2012)

### 3 ORGANISAATION STRATEGIA JA OSAAMINEN

Tässä luvussa tarkastellaan organisaatioita ohjaavaa toimintaa kuten strategista perustaa, kilpailua, osaamista, ydinosaamista, johtamista ja tiimien sekä yksilöiden työskentelyä. Näillä pyritään selventämään, mikä ohjaa kaasu- ja nestesataman toimijoita valituissa toimintatavoissa.

Kaasu- ja nestesatama on yhteistoiminta-alueita. Rajatulla ja suljetulla alueella operoi monta eri toimijaa. Jokainen yritys on itsenäinen yksikkönsä, jolla on oma toimintakulttuurinsa ja toimintatapansa. Ne toimivat vuokra-alueella, mutta kukin niistä on muodostanut omat infrastruktuurijärjestelmänsä ja määritellyt tarkasti oman toiminta-alueensa. Jokainen yritys on laatinut oman strategiansa, johon yrityksen toiminta ja osaaminen perustuu. Näistä on muovautunut strategisesti merkittävin osaaminen eli ydinosaaminen. Ydinosaamisen avulla yritys pyrkii tuottamaan asiakkailleen kilpailijoitaan parempia arvoja, toisin sanoen yritys pyrkii palvelemaan asiakkaitaan ja muita sidosryhmiä muita paremmin. Kaasu- ja nestesatamassa toimivien yritysten ydinosaamista on turvalliset prosessit. Kaikissa niiden toiminnoissa korostuu turvallisuuden priorisointi. Korkea turvallisuuskulttuurin taso näkyy selkeästi eri toimijoiden toimintatavoissa.

Tuomi ja Sumkin (2010, 50) määrittelevät strategian seuraavasti: strategia on elävä, dynaaminen, kokonaisvaltainen ja kehittyvä toimintamalli, tulevaisuuden tekemisen työväline. Strategiaprosessin tuloksena organisaatioon ovat syntyneet yhteiset strategiakäsitteet ja työvälineet. Strategian tekeminen on oppimisprosessi, joka edellyttää harjoittelua ja ohjausta. Oppimisen tuloksena strategian toteuttaminen ja sen uudistaminen muuttuvat organisaation osaamiseksi.

Mintzbergin (2005, 26–28) mukaan strategia voidaan määrittää viidellä sanalla, jotka alkavat p-kirjaimella. Strategia on suunnitelma (plan), tietoisesti harkittu sarja toimenpiteitä ja ohjenuora, miten käsitellä eri

tilanteita. Strategia on myös juoni (ploy), jonka tarkoituksena on harkitusti taktikoida kilpailijoita vastaan. Se on malli, toistuva kuvio (pattern) eli strategia on johdonmukaista toimintaa. Strategia voidaan nähdä myös organisaation sijaintina (position) ja sijoittumisena kilpailijoihin nähden. Se etsii paikkaansa ulkoisessa toimintaympäristössä, kun taas näkökulma (perspective) vaikuttaa organisaation sisällä, sananmukaisesti sen strategistien päässä ja ajatuksissa.

Augier ja Teece (2007, 176) määrittelevät Edith Penrosen vuonna 1959 julkaiseman teoksen "Theory of the Growth of the Firm" yhdeksi organisaatioiden strategiaan ja kyvykkyyksiin perustuvan teorian kulmakiveksi. Heidän mukaansa Penrosen ei ollut aikomus kirjoittaa teosta strategiasta, vaan hänen päämääränään oli lisätä organisaatioiden luonteeseen ja kasvumahdollisuuksiin liittyvää ymmärtämystä. Siitä huolimatta Penrosen teoksessa on tärkeitä oivalluksia kansainväliseen kaupankäyntiin ja strategiaan liittyen. Teoksen paras perintö nykypolvelle on Penrosen käsitys siitä, että toimiva organisaatio on nippu voimavaroja. Nykyaikaisen strategisen johtamisen näkökulmasta Penrosen teoksen suurin puute oli kilpailuedun tunnistamatta jättäminen. Penrose omaksuu kyllä yrityksen voittohakuisen toiminnan, mutta jättää huomioimatta kysymyksen siitä, kuinka yritykset kehittävät kilpailukykyään. (Augier ja Teece, 2007, 178)

Hamelin (2007, 63) mukaan kokemus on osoittanut, että kolme erityisen uhkaavaa tekijää on hidastanut yritysten liikkeitä silloin, kun strategioita pitäisi tai olisi pitänyt uudistaa. Ensimmäinen tekijä on johtoryhmien taipumus psykologisesti kieltää tai jättää huomioimatta ne strategiset varoitusvalot, jotka ovat alkaneet vilkkua yhtiön ohjauspaneelissa. Strategia uudistus täytyy tehdä, mutta sitä ei myönnetä. Toinen hidastin on vaihtoehtojen puute. Näköpiirissä ei ole houkuttelevia vaihtoehtoisia strategioita, joten tyydytään nykytilaan. Kolmas hidastava tekijä on sekä laskennallisesti että henkisesti jäykkä budjetointi. Lahjakuus- ja

pääomareservejä ei voida suunnata oikeisiin paikkoihin eikä uusia aloitteita tueta rahallisesti silloinkaan, kun se olisi hyödyllistä ja välttämätöntä. Jokainen näistä kolmesta syystä on valtava este yrityksen mukautumiskyvyn ja muutosvalmiuden kehittymiselle.

Käsite *siniset meret* on 2000-luvun strategisen ajattelun uusi suuntaus. Strategisessa ajattelussa oli ennen tätä keskitytty pääasiassa punaisen meren strategioihin. Punaisiin meriin keskittyminen tarkoittaa, että hyväksytään sodankäynnin peruskuvio – rajallinen alue ja vihollisten kiusaaminen – ja kiistetään liikemaailman erikoisvahvuus: kyky luoda aivan uutta markkinatilaa, jossa ei ole kilpailua. Liiketoiminnallinen ympäristö, jossa 1900-luvun strategia- ja johtamisopit kehittyivät, alkaa kaikesta päätellen hävitä. Verinen kilpailu värjää punaiset meret yhä punaisemmiksi – yritysjohtajien on suunnattava katseensa kohti sinistä merta (Kim & Mauborgne, 2007, 26-29). Taulukko 3 havainnollistaa punaisen ja sinisen meren strategioiden pääpiirteitä ja kuinka ne eroavat toisistaan.

Taulukko 1. Punaisen ja sinisen meren strategiat

(Kim & Mauborgne, 2005,39)

Punaisen meren strategia	Sinisen meren strategia
Kilpaillaan olemassaolevasta markkinatilassa	Luodaan aivan uusi markkinatila, jossa ei ole kilpailua
Peitotaan kilpailijat	Tehdään kilpailusta merkityksetöntä
Hyödynnetään olemassaolevaa kysyntää	Luodaan uutta kysyntää ja vallataan se itselle



Tehdään valinta arvon ja kustannusten välillä	Vapaudutaan arvon ja kustannusten välisestä valintapakosta
Koordinoidaan koko toimintojärjestelmä varmistamaan vallitun strategian vaihtoehdon eli differoinnin <i><b>tai</b></i> pienten kustannusten saavuttaminen	Koordinoidaan koko toimintojärjestelmä varmistamaan differointi <b>ja</b> pienet kustannukset

Ratkaisevin ero sinisten meren luomisessa onnistuneiden ja siinä epäonnistuneiden organisaatioiden välillä oli suhtautumisessa strategiaan. Punaiseen mereen jääneet pyrkivät peittoamaan kilpailijat rakentamalla puolustettavissa olevan aseman olemassa olevaan toimialarakenteeseen, Uusia sinisiä meriä valloittavat yritykset noudattivat logiikkaa, jota kutsutaan arvoinnovaatioksi. Se on sinisen meren strategian kulmakivi, ja nimi johtuu siitä, että tarkoituksena ei ole nujertaa kilpailijoita vaan tehdä kilpailusta merkityksetöntä. Arvoinnovaatio on strategia, joka kattaa kaikki yrityksen toiminnot. Se vaatii yrityksiä virittämään koko järjestelmän sellaiseksi, että sekä asiakkaiden että yrityksen saama arvo kasvaa tuntuvasti. (Kim & Mauborgne, 2007, 38-39)

Sinisen meren luomisessa tärkeä työkalu on nelikentäksi kutsuttu käsite. Siinä esitetään neljä kysymystä helpottamaan uuden arvokäyrän laatimista ja asiakkaan saaman arvon koostumuksen muokkaamista. Differoinnin ja kustannusten välisestä valintapakosta on helpompaa irtautua, kun toimialan strategisen logiikan ja liiketoimintamallin kyseenalaistaa näillä neljällä kysymyksellä:

1. Mitkä toimialalla selviöinä pidettävät tekijät tulisi ***poistaa***?

2. Mitä tekijöitä tulisi **supistaa** selvästi alan normia vähäisemmiksi?
3. Mitä tekijöitä tulisi **korostaa** selvästi enemmän kuin alalla on totuttu?
4. Mitä sellaisia tekijöitä tulisi **luoda**, joita alalla ei ole koskaan tarjottu?

(Kim & Mauborgne, 2007, 51-52)

### 3.1 Strategiset perustat

Strateginen perusta ja johtoasema muodostuvat neljästä seuraavasta peruselementistä: (1) *Ympäristön tarkkailu* on tiedon keräämistä sisäisistä ja ulkoisista lähteistä konsernin avainhenkilöille. Sen tarkoituksena on tunnistaa ne strategiset tekijät (sisäiset ja ulkoiset elementit), jotka määrittelevät organisaation tulevaisuuden. (2) *Strategian laatiminen* käsittää organisaation tehtävän määrittämisen, mahdollisten tavoitteiden erittelyn, strategioiden kehittämisen ja toimintaperiaatteiden suuntaviivojen asettamisen. (3) *Strategian käyttöönotto* on prosessi, jossa strategiat ja toimintaperiaatteet laitetaan käytännössä toimintaan ohjelmien kehittämisen, budjetoinnin ja toimenpiteiden kautta. (4) *Arvioinnin ja kontrolloinnin* prosessissa organisaation suorituksia ja tuloksia seurataan, jotta nykyisiä tuloksia voidaan verrata haluttuihin tuloksiin ja asetettuihin tavoitteisiin. (Wheelen ja Hunger, 2008, 10-17)

Tuomen ja Sumkinin (2010, 50) mukaan organisaation strateginen perusta on tietoisesti tehty organisaation johtamisen ja toiminnan runko tai sitten tiedostamatta syntynyt, yksittäisten henkilöiden tapa toimia arjessa. Strateginen perusta rakentuu kolmesta peruspilarista: *visiosta, arvoista ja toiminta-ajatuksista*. *Arvot* kertovat mitkä ovat toimintaa ohjaavat periaatteet eli ne ohjaavat ihmisten ja organisaatioiden tapaa toimia. Arvot ovat aina olemassa näkyvinä tai näkymättöminä. Ne ovat sisäisiä toimintaa ohjaavia periaatteita, joilla on merkitystä juuri yksilölle tai organisaatiolle. Arvojen tulisi ohjata käytännön työssä tehtäviä ratkaisuja

ja päätöksiä. Arvojen luominen ja pohdinta ovat kiinteitä osia strategiaprosessissa.

*Toiminta-ajatuksella* on vahva toimintaa ohjaava tehtävä, se vastaa kysymykseen ”Miksi olemme olemassa?” Toiminta-ajatuksen kautta esimies saa virikkeitä toiminnan suuntaamiseen, resurssien varmistamiseen ja organisaation rakenteen virittämiseen toteuttamaan strategiaa. Toiminta-ajatus kuvataan lyhyesti ja selkeästi osana koko strategian uudistamista. Toiminta-ajatukseseen on hyvä luoda joustavuutta. Sen liiallinen kytkeminen tämän päivän tuotteisiin tai palveluihin voi olla riski. Organisaatio voi jäädä paikalleen, jos toiminta-ajatus on sidottu tämän päivän toimintaan. Strategian laadinnan yhteydessä on olennaista pohtia, millaisella osaamisella *visio* saadaan toteutettua. Strategisen perustan kolmas osa-alue on ydinosaamisen – organisaation strategisen osaamisen – määrittely. Ydinosaamisen määrittelyn avulla esimies voi kehittää henkilöstöstään strategisia osaajia – avainhenkilöitä. Samalla on mahdollisuus tarkastella organisaation rakenteen toimivuutta. (Tuomi & Sumkin, 2010, 50-53)

Bernard Lievegoedin teos organisaatioiden kehitysvaiheista ilmestyi Hollannissa 1969. Hän oli monessa suhteessa aikaansa edellä. Muun muassa organisaatioiden toiminnan tarkastelu vaakasuuntaisena, horisontaalisena toimintojen ketjuna kuuluu hänen todella aikaisiin löytöihinsä. Hänen kuvauksensa edustaa eurooppalaista koulukuntaa. (Lievegoed (Suomalaisen laitoksen esipuhe), 2008, 7)

Lievegoed havaitsi 1960-luvun lopussa strategisten mallien muodostavan jatkumon, jossa jokainen sosiaalinen tilanne asettuu yhteistyön ja riidan väliselle akselille. Tätä jatkumoa esitellään kuvassa 3.1. Johtajia koulutetaan strategisten johtajapelien avulla, joissa useat joukkueet pelaavat samoilla markkinoilla ja voittajat valtaavat niistä suurimman osuuden. On kuitenkin olemassa myös yhteistyön strategia. Vuosia samoilla markkinoilla toisiaan vastaan taistelleet yritykset viisastuvat ja

sulautuvat yhteen. Yhdessä ne ovat vahvoja kamppailussa suuremmista markkinoista.

<b>yhdessä ajattelu</b>	<b>neuvottelu</b>	<b>konflikti</b>
<b>yhteistyö</b>	<b>yhteisen ratkaisun löytyminen</b>	<b>riita</b>

Kuva 3.1 Strategisten mallien jatkumo (Lievegoed, 2008, 38)

Yhdistymisen jälkeen riidan strategiaan tottuneiden ihmisten on harjoitettava yhteistoimintaa. Yhteistoiminnan ja riidan ääripäiden välissä ovat neuvottelut, joilla haetaan sovitteluratkaisuja. Strategisessa tilanteessa, jossa tehdään tulevaisuuteen suunnattuja ratkaisuja, on aina pyrkimystä sekä yhteistyöhön että kilpailuun, jossa joko voitetaan tai hävitään. (Lievegoed, 2008, 38-39)

Kuvassa 3.2 esitetään inhimillisten menestystekijöiden vaikutuksia ja sen ilmentymiä organisaation toiminnassa. Organisaation inhimillisiin menestystekijöihin kuuluvat esimiestoiminta, sitoutuminen, osaaminen ja sisäinen viestintä. Ne vaikuttavat organisaation tuottavuuteen ja tavoitteiden saavuttamiseen. Kun yritykselle merkityksellinen menestystekijä on tunnistettu, sen kehittämiseen voidaan tietoisesti panostaa. Näin inhimillisestä menestystekijästä tulee osa organisaation kyvykkyyttä eli kompetenssia. Organisaation osaaminen on tunnettu inhimillinen menestystekijä, jolla tiedetään olevan merkitystä tuottavuuteen ja tavoitteiden saavuttamiseen. Kullakin inhimillisellä menestystekijällä on merkityksensä organisaatiossa. (Kesti, 2005, 12-14)

<b>Inhimillinen menestystekijä</b>	<b>Keskeinen vaikutus</b>
Arvot ja niiden toteuttaminen	→ helpottaa johtamista
Esimiestoiminta	→ parantaa työsuoritusta
Toimintakulttuuri	→ mahdollistaa vastuun jakamisen työntekijöille
Sitoutuminen tavoitteisiin	→ parantaa motivaatiota
Sisäinen viestintä	→ vähentää harhaluuloja
Osaaminen	→ parantaa työmenetelmiä ja tuotteita
Työturvallisuus	→ vähentää sairauspoissaoloja
Prosessit	→ parantavat kaaoksen hallintaa
Asiakastyytyväisyys	→ luo asiakassuuntautuneen toiminnan

Kuva 3.2 Inhimillisten menestystekijöiden vaikutuksia ja ilmentymiä organisaatiossa (Kesti 2005, 14)

Inhimillisten voimavarojen hallinta koostuu toiminnoista, jotka liittyvät henkilökunnan palkkaamiseen, hankintaan, kouluttamiseen, kehittämiseen ja korvaamiseen. Inhimillisten voimavarojen hallinta tukee sekä yksittäisiä perus- ja tukitoimintoja (kuten insinöörien palkkaaminen) että koko arvoketjua (kuten neuvottelut työntekijöiden kanssa). Inhimillisten voimavarojen hallinta vaikuttaa jokaisen yrityksen kilpailuetuun siten, että se vaikuttaa työntekijöiden taitoihin ja motivaatioon sekä työhönoton ja koulutuksen kustannuksiin. (Porter, 1988, 61)

Inhimillisen pääoman lisäksi sosiaalinen pääoma vaikuttaa yrityksen toimintaan. Sosiaalinen pääoma koostuu organisaatiossa vallitsevista henkilösuhteista, vuorovaikutuksesta ja luottamuksesta. Runsas sosiaalinen pääoma lisää kanssakäymistä, ja vastaavasti kanssakäyminen lisää sosiaalista pääomaa. Vahva sosiaalinen pääoma johtaa

tehokkaaseen toimintaan ja ihmisten voimakkaaseen sitoutumiseen. (Hannus, 2004, 269)

### **3.2 Kilpailustrategia**

Kilpailustrategian määrittelyn olennaisin periaate on se, että yritys suhteutetaan ympäristöönsä. Perusnäkökohtana on se ala tai alat, jolla kyseinen yritys kilpailee. Alan rakenteella on suuri vaikutus päätettäessä kilpailun pelisäännöistä samoin kuin niillä strategioilla, jotka yrityksen on mahdollista toteuttaa. (Porter, 1980, 3)

Kilpailuetu on vapailla markkinoilla toimivan yrityksen menestyksen ydin. Kilpailuetua yritys voi löytää, jos se ymmärtää oman arvoketjunsä ja osaa sovittaa ne arvojen järjestelmään. Yrityksen kilpailuetu pohjautuu asiakkaille tuotettavaan arvoon, joka on suurempi kuin sen aikaansaamiseen tarvittavat kustannukset. Arvo on se määrä, jonka ostajat ovat halukkaita maksamaan. Ylivertainen arvo perustuu siihen, että tarjottavat edut ovat samat kuin kilpailijoilla mutta hinta alhaisempi, tai siihen, että tarjotaan ainutlaatuisia etuja, jotka korvaavat reilusti hinnan korkeuden. (Porter, 1988, 15)

Porterin (1988, 16-17) mukaan viisi kilpailutekijää määräävät alan kannattavuuden, koska ne vaikuttavat toimialan yritysten hintoihin, kustannuksiin ja investointeihin, jotka puolestaan vaikuttavat pääoman tuottoon. Nämä viisi kilpailutekijää ovat uusien kilpailijoiden alalle tulo, korvaavien tuotteiden tai palvelujen uhka, asiakkaiden neuvotteluvoima, hankkijoiden neuvotteluvoima ja nykyisten toimialalla olevien kilpailijoiden keskinäinen kilpailu. Nämä kilpailun säännöt sisältyvät jokaiseen toimialaan; olipa kyseessä kansallinen tai kansainvälinen, tuotteita tai palveluja myyvä yritys. Viiden kilpailutekijän kokonaisvahvuus määrää, millaisen pääoman nettotuoton kullakin toimialalla oleva yritys voi keskimäärin saavuttaa. Toimialan kannattavuus ei riipu siitä, miltä tuote tai

palvelu näyttää tai tarvitaanko sen valmistamiseen huipputekniikkaa vai ei, vaan siitä, millainen on toimialan rakenne. Kunkin viiden kilpailutekijän paino riippuu siis toimialan rakenteesta eli sen pohjimmaisista taloudellisista ja teknisistä ominaisuuksista.

Yrityksen toiminnan on oltava onnistunutta viiden edellä mainitun kilpailuun vaikuttavan voiman suhteen. Näiden kanssa toimittaessa on käytettävissä kolme menestyksellistä strategiaa, joiden avulla muut yritykset ovat kilpailtavissa pois kyseessä olevalta alalta: (1) *Kustannusjohtajuus*, jossa kaikessa toiminnassa pyritään kaikin tavoin saavuttamaan kustannusjohtajuus soveltamalla entistä kokemusta, seuraamalla tiukasti kustannusten kehitystä ja minimoimalla kustannuksia. (2) *Tuotteiden differointi*, jossa luodaan jotain, joka koko toimiala käsittäen on ainutlaatuista. Differointistrategian vuoksi yrityksen ei kuitenkaan pidä jättää ottamatta huomioon kustannuksia, vaikka kustannukset eivät olekaan ensisijainen strateginen tavoite. (3) *Keskittyminen* on toimenpiteiden kohdistamista tiettyyn asiakasryhmään, tuotelinjan segmenttiin tai jollekin maantieteelliselle alueelle. Keskittymisstrategia rakentuu siihen, että tiettyä kohdetta palvellaan erityisen hyvin. Strategia perustuu olettamukselle, että yritys pystyy täten palvelemaan kapea-alaista strategista kohdetta tehokkaammin kuin kilpailijat, jotka kilpailevat laajemmalla alueella. (Porter, 1980, 35-39)

Tulevaisuuden kilpailuetu saavutetaan Hamelin ja Prahaladin (1994, 50–52) mukaan kolmella tasolla: henkisen johtajuuden kehittämisellä, perinteisen markkinaosuuden tarkastelulla ja asemasta markkinoilla sekä ymmärtämällä mahdollisuusosuuden (opportunity share) innovoiva lisäarvo. Näkemys toimialojen luonteen muuttumisesta on olennaista mahdollisuusosuuden kasvattamisessa. Kysymys on siitä, kenen näkökyky on paras ja kuka uskaltaa ja osaa – intuitioonkin luottaen – tehdä strategiasiirtoja uudenlaisen tulevaisuuden luomiseksi.

Käytetäänpä sitten termiä ”osaaminen” tai ”kyvykkyys” niin lähtökohtana voidaan pitää, että yritysten välinen kilpailu on yhtä paljon kilpailua osaamisen ylivertaisuudesta kuin myös markkina-asemasta. (Hamel ja Prahalad 1994, 224)

### **3.3 Arvoketju**

Ennen kuin edellä mainittua kilpailuetua voi systemaattisesti analysoida saati käyttää, tulee ymmärtää sen kytkentä arvojen järjestelmään ja arvoketjuihin. Jokainen yritys koostuu joukosta toimintoja, joita tehdään tuotteen suunnittelemiseksi, valmistamiseksi, markkinoimiseksi, toimittamiseksi ja tukemiseksi. Kaikki nämä toiminnot kuuluvat yrityksen arvoketjuun. Yrityksen arvoketjut liittyvät mm. hankkijoiden, jakeluteiden ja asiakkaiden arvoketjuihin. Yrityksen arvoketju ja tapa, jolla se suorittaa yksittäisiä toimintoja, kertovat sen historiasta, strategiasta, tavasta toteuttaa strategiaa ja itse toimintojen taloudellisista lainalaisuuksista. Kilpailumielessä arvo on se summa, jonka asiakkaat ovat halukkaita maksamaan siitä, mitä yritys niille tarjoaa. Arvon mittana ovat kokonaistulot, joihin sisältyy sekä yrityksen asettama hinta että sen myymien yksikköjen määrä. (Porter, 1988, 54-56)

Wheelenin ja Hungerin (2008, 111) mukaan arvoketju on linkitetty ketju arvoa tuottavia toimintoja. Se alkaa tavarantoimittajan hankkimilla raaka-aineilla, jatkuu arvoa tuottavilla toimintoketjuilla tuotteen tai palvelun valmistuksessa ja markkinoinnissa ja päättyy jakelijan toimittaessa valmiit tuotteet tai palvelut lopullisten asiakkaiden käyttöön. Arvoketjuanalyysin painopiste on tutkia konsernin yleisesti arvoa tuottavien toimintojen viitekehystä ja jossa yksittäinen yritys saattaa olla vain pieni osa koko ketjua.

Arvoketju kuvaa siis kokonaisarvoa, ja se koostuu arvotoiminnoista ja katteesta. Arvotoiminnot ovat niitä fyysisesti ja teknisesti erillisiä toimintoja,



joita yritys suorittaa. Ne ovat rakennusaineita, joiden avulla yritys luo tuotteen, joka on ostajilleen arvokas. Kate on kokonaisarvon ja arvoa kartuttavien toimintojen välinen erotus. (Porter, 1988, 54-56)

Jokaisessa arvotoiminnossa käytetään hyväksi ostettuja tuotantopanoksia, inhimillisiä voimavaroja (suorittavaa työtä ja johtamista) ja jonkinlaista tekniikkaa. Jokaisessa arvotoiminnassa käytetään ja luodaan myös tietoa, kuten asiakastietoja (saapuneet tilaukset), menestyksen parametreja (testaukset) ja viallisten tuotteiden tilastoja. Arvotoiminnot voidaan jakaa kahteen laajaan luokkaan: perustoimintoihin ja tukitoimintoihin. Perustoiminnot ovat toimintoja, jotka liittyvät tuotteen fyysiseen aikaansaamiseen ja sen myyntiin ja siirtämiseen asiakkaalle sekä huoltoon. Tukitoiminnot tukevat perustoimintoja ja toisiaan luovuttamalla ostettuja tuotantopanoksia, inhimillisiä voimavaroja ja monia koko yrityksen kattavia palveluja. (Porter, 1988, 56)

Kilpailun tulevaisuus terävöityy muutoksiin, jotka ilmenevät arvoketjuissa kuluttajien ja yritysten roolien muuttumisena ja niiden keskinäisenä vuorovaikutuksena. Nämä ovat muutoksia, jotka syvällisesti tulevat muuttamaan arvoa tuottavaa prosessia. (Pralad ja Ramaswamy 2004, 137)

### **3.4 Organisaation osaaminen**

Tuomi ja Sumkin (2010, 54) määrittelevät osaamisen tai kompetenssin kokemuksen, tiedon ja taitojen yhdistelmäksi. Kestin (2005, 149) mukaan organisaation osaaminen on tullut entistä vaikeammaksi, sillä uuden osaamisen hyödyntäminen dynaamisessa organisaatorakenteessa on vaikeampaa. Perinteiset oppimismenetelmät (mestari-kisälli, opettaja-oppilas) eivät enää sellaisenaan toimi. Osaamisen kehittäminen ei ole enää yksilösuoritus vaan vaatii keskustelua ja suunnittelua useiden henkilöiden kanssa. Muuttunut toimintatapa vaatii osaamisen siirtämisen

lisäksi jatkuvaa uusien toimintatapojen kehittämistä. Siksi organisaation osaamisen kehittäminen vaatii nykyorganisaatiossa myös toimintakulttuurin jatkuvaa kehittämistä. Tiedonkulun on oltava avointa ja oppimisen mahdollistavan turvallisuuden tunteen on tultava työyhteisön rakentavasta vuorovaikutuksesta.

Kuva 3.3 esittää yksinkertaistetusti osaamisen määritelmän Karlöf et al. (2004, 177) mukaan. He esittävät yksilön osaamisen muodostuvan tietämyksestä (koulutus, omaehtoinen opiskelu), kokemuksesta (karttuu ajan myötä työtä tekemällä) ja kyvykkyydestä (kykyä hyödyntää tietämystä ja kokemusta todellisten ongelmien ratkaisemisessa). Joskus osaamisen määritelmässä korostetaan myös tahdon merkitystä.

**OSAAMINEN =**

**tietämys + kokemus + kyvykkyys**

Kuva 3.3 Osaamisen määritelmä (Karlöf at al, 2004, 177)

Prahaladin ja Ramaswamyn (2004, 141-142) ajatusten mukaan yhä useammat ja useammat yritykset ovat oivaltaneet kuluttajien voimakkaan vaikutuksen uusien osaamisten luomiseen. Nykyisen osaamisen painopiste käsittää koko verkoston aina toimittajista loppukäyttäjiin asti. Tämä siirtymävaihe havainnollistetaan kuvassa 3.4. Monet yritykset ovat siirtymässä vaiheista 1 ja 2 vaiheeseen 3, mutta siirtymävaiheista puhuminen on aina helpompaa kuin konkreettisesti toteuttaa se. Uusi filosofiamalli täytyy täten olla ”vähennä investointeja, lisää vaikutusta.” Tämä ajatusmalli kasvattaa yrityksen perusvoimavaroja toimittajilta, kauppakumppaneilta ja kuluttajilta saatujen mahdollisuuksien moninkertaistajana.

**Vaihe 1: - 1990 Liiketoimintayksikkö tietämyksen pohjana**

**Vaihe 2: 1990 - Yritys osaamisen portfoliona**

**Vaihe 3: 1995 - Toimittajapohjainen ja kumpanit osaamisen pohjana**

**Vaihe 4: 2000 - Kuluttajat ja yhteisöt osaamisen pohjana**

Kuva 3.4 Osaamisen pohja (Prahalad ja Ramaswamy 2004, 141)

Kyvykkyyksien kopiointi käsittää osaamisen (järjestelmän tai teknologisen) siirtämisen tai käyttöön ottamisen yhdestä konkreettisesta liiketaloudellisesta tapahtumapaikasta toiseen. Koska tuotannollinen kokemus on tavallisesti työntekijän kokemusta, ei työtaidon ja kyvyn siirtoa voi toteuttaa vain tiedon siirtämisellä. Lyhyesti, osaaminen ja kyvykkyys ovat usein vaikeasti jäljiteltävissä. Vaikka ymmärtäisikin kaikkien oleellisten järjestelmien toiminnan, niin erityistä osaamista ei pysty kopioimaan. Itse asiassa osa kilpailuedusta on niin monimutkaista, ettei edes organisaatio itse ja vielä vähemmän kilpailijat pysty ymmärtämään sitä. (Augier ja Teece, 2007, 186)

J.B. Barney'n kehittämän VRIO-analyysin avulla voidaan neljällä kysymyksellä arvioida yrityksen osaamista. Nämä neljä kysymystä ovat:

1. Arvo (Value): Tarjoaako ominaisuus asiakasarvoa ja kilpailuetua?
2. Harvinaisuus (Rareness): Onko kyseinen ominaisuus harvinaisuus ja vain muutamien harvojen kontrollissa?
3. Jäljiteltävyys (Imitability): Onko ominaisuutta vaikea jäljitellä ja tuleeko sen jäljiteltävyys maksamaan kilpailijoille paljon?
4. Organisaatio (Organization): Pystyykö yritys hyödyntämään tätä ominaisuutta?

Jos vastaus jokaiseen neljään edellä asetettuun kysymykseen on "kyllä", voidaan yritystä pitää vahvana ja sillä olevan muista erottuvaa osaamista. (Wheelen ja Hunger, 2008, 106)

### 3.4.1 Johtaminen

2000-luvun yritysten kolme merkittävintä johtamishaastetta ovat: (1) Sekä suurten että pienten organisaatioiden strategisen uudistumisen merkittävä kiihdyttäminen on välttämätöntä; (2) innovaatioiden on oltava osa kaikkien työntekijöiden päivittäistä toimenkuvaa ja (3) työilmapiirejä on uudistettava sellaisiksi, että työntekijät voivat antaa parastaan. (Hamel, 2007, 59)

Strategian käytäntöön vientiä pyritään edistämään monilla erilaisilla johtamisen menetelmillä nykypäivän organisaatioissa. Suurin ongelma liittyy ehkä siihen, että johtajat johtavat strategiatyötä edelleen siten, että strategiaa pyritään siirtämään yksisuuntaisesti johdolta muulle organisaatiolle. Johdon ja organisaation välinen vuorovaikutus jää kevyelle tasolle tai jopa olemattomiin. Henkilöstön osallistumisesta ja sitoutumisesta puhutaan paljon, mutta käytännössä näiden asioiden todellista merkitystä ei ymmärretä tai osata hyödyntää. Strategia voi merkitä muutoksia tehtäviin tai asemaan organisaatiossa. Strategian toteutuminen tarkoittaa ehkä uudenlaista tapaa toimia, joka puolestaan edellyttää uutta osaamista. Omaan osaamiseen, kokemukseen ja asemaan tai tehtäviin perustuva arvontunne on muutostilanteessa uhattuna. Kyse voi olla myös jaksamisesta. Ennakoiva ja empaattinen johtaminen on vaikeaa ja vaatii paljon esimieheltä ja johtajalta. Vaativaksi johtamisen tekee se, että jokainen henkilö suhtautuu muutokseen yksilöllisesti. (Kehusmaa, 2010, 152-153)

Hamelin (2007, 35) mukaan mikään muu yksittäinen tekijä ei liene ollut yhtä keskeinen kilpailuetujen luoja ja varmistaja kuin johtamisen innovaatio. Se muuttaa johtajien ja päälliköiden työtapoja ja sen mukanaan tuomat muutokset parantavat organisaation suorituskykyä ja tuloksia. Johtamisen innovaatio tarkoittaa mitä tahansa johtamistyön menetelmiä olennaisesti muuttavaa tai tavanomaisia organisaatiomuotoja olennaisesti muuttavaa asiaa – joka kyseisen muutoksen kautta edistää organisaatioiden tavoitteiden saavuttamista.

Kokemus osoittaa, että johtamisen innovaatiot ja uudistukset tuovat mukanaan kilpailuetuja silloin, kun vähintään yksi seuraavista kolmesta ehdosta täyttyy: (1) Innovaatio perustuu uudelle johtamisen periaatteelle, joka on enemmän tai vähemmän jyrkässä ristiriidassa pitkäaikaisten siihen saakka voimassa olleiden johtamisperiaatteiden kanssa; (2) innovaatio on yleisluonteinen sikäli, että se koskee useita prosesseja ja työmenetelmiä ja (3) innovaatio on osa jatkuvaa, nopeatahtista keksimis- ja uudistustoimintaa, joka antaa käyttövoiman koko organisaation edistykselle. (Hamel, 2007, 43-44)

Viime kädessä organisaation menestyksen luovat sen yksilöt. Innostava ja tehokas henkilöstöjohtaminen on yksi tämän päivän tärkeimmistä kilpailukeinoista. Henkilöstön huolellinen valinta, panostaminen osaamisen kehittämiseen sekä kannustaminen ovat henkilöstöjohtamisen kulmakiviä. Hyvä henkilöstöjohtaminen on perustehtävien tehokkaan hoitamisen ohella huolenpitoa organisaation ihmisistä; yksilöiden osaamisesta, sitoutumisesta ja jaksamisesta. Osaavan, innostuneen ja sitoutuneen henkilöstön merkitys organisaatioiden kilpailu- ja menestystekijänä tiedostetaan yhä selkeämmin. Henkilöstöjohtaminen on keskeinen osa sisäistä strategiaa; se liittyy johtamistaitoon, osaamisen kehittämiseen ja hallintaan, henkilöstön resursointiin, palkitsemiseen sekä työhyvinvointiin. (Hannus, 2004, 250)

### **3.4.2 Ydinosaaminen**

Ydinosaamisella (core competence) on monta määritelmää. Käsitteen loivat G. Hamel ja C.K. Prahalad, ja he esittivät sen ensi kerran kirjassaan ”Competing for the future” (1994). Heidän mukaansa ydinosaamisella kuvataan kykyjä, jotka ovat johtoaseman perustana tuotteiden tai palveluiden alalla. Ne ovat siis kaikkein arvokkainta osaamista, mikä edustaa pääsyä laajan potentiaalisen tuotemarkkinoille. Ydinosaaminen on

nippu taitoja ja teknologiaa, joka takaa yhtiön tarjoavan erityistä etua asiakkaille. Osaamisen kilpailua ei ole tuote vastaan tuote tai liiketoiminta vastaan liiketoiminta, vaan yritys vastaan yritys. (Hamel ja Prahalad, 1994, 217)

Monille yrityksille on epäselvää, mikä on ydinosaamista ja mikä ei. Ydinosaamisen määrittelyyn vaaditaan Hamelin ja Prahaladin (1994, 224-227) mukaan kolmea erityistä taitoa. Ensiksi ydinosaaminen on taitoa, joka takaa yrityksen tuottavan asiakkaalle huomattavaa etua. Ydinosaamisen täytyy tuottaa merkittävää hyötyä asiakkaalle ja sen täytyy olla selkeästi näkyvissä tai helposti ymmärrettävissä. Juuri asiakkaalle näkyvä hyöty on ydinosaamista, ei tekniset nyanssit. Toiseksi, ydinosaaminen täytyy olla kyvykkyys, joka on kilpailullisesti ainutlaatuista. Yritykset määrittelevät usein tietyn taidon omaksi ydinosaamiseksi, vaikka yrityksen osaamistaso saattaa olla merkittävästi alle muiden toimialalla toimivien parhaiden tasosta. Kolmanneksi erityisosaaminen saattaa olla vain yhtiön yksittäisen liiketoiminnan ydintoimintaa ja silloin se ei ole koko yhtiön käsittävää ydinosaamista. Käytännössä tämä tarkoittaa, että johtajien täytyy tehdä johtopäätös sen tuotteen tai palvelun karsimisesta, johon osaaminen on tällä hetkellä keskittynyt ja miettiä, kuinka osaamista voidaan soveltaa uusissa tuotteissa tai palveluissa.

Ydinosaamiseksi kutsutaan yrityksen tai yhteisön strategisesti merkittävintä osaamista. Ydinosaamisen tunnistamiseksi on vastattava seuraavaan kysymykseen: Mitä sellaista osaamme, joka a) on ainutlaatuista b) on asiakkaillemme lisäarvoa tuottavaa c) luo uusia mahdollisuuksia tulevaisuudessa. Ydinosaamisen tunnistaminen on osoittautunut yhdeksi haastavimmista tehtävistä strategioita uudistettaessa. Yllättävää on, kuinka harva organisaatio on aiemmissa strategioissaan pysähtynyt pohtimaan, millaisella ydinosaamisella tulevaisuus tehdään. (Tuomi & Sumkin, 2010, 54-55)

Ydinosaaminen on osaamista, jonka varaan kilpailuedut ja koko strategia rakennetaan. Se on vaikeasti kopioitavissa. Ydinosaaminen on organisaation osaamista, joten ydinosaamisessa ei voi olla vain kyse vain yhden tai muutaman ihmisen tiedoista, taidoista tai kyvykkyydestä. Ydinosaaminen voi liittyä yrityksen toimintamalleihin, prosesseihin, tuotteisiin, palveluihin tai asiakassuhteen hoitamiseen. Yrityksen strategian toteutumisen kannalta on siis erittäin tärkeää, että yritys tunnistaa ydinosaamisensa ja vahvistaa jatkuvasti näitä tunnistettuja osa-alueita. Mitä vahvemmaksi ydinosaaminen kehittyy, sitä suurempi on yrityksen kilpailukyky ja etumatka suhteessa muihin toimijoihin. (Kehusmaa, 2010, 83-84)

Yhtä tärkeää kuin tunnistaa ydinosaaminen on myös tietää, mitä se ei ole. Ydinosaaminen ei ole hyödyke tai tuotto tilinpäätöksessä. Sen merkitystä ei nähdä kirjanpidon tase-sivulla. Tehdas, jakelukanava tai patentti eivät voi olla ydinosaamista, ne ovat pikemminkin asioita kuin taitoa. Kuitenkin taito johtaa tehdasta (kuten Toyotan kilpailukykyinen valmistuttaminen) voidaan ajatella ydinosaamiseksi. Siinä missä kaikki ydinosaaminen on kilpailuetua, ei kaikki kilpailuetu voi olla ydinosaamista. Jokainen ydinosaaminen on kriittinen menestymiseen vaikuttava tekijä, mutta kaikki kriittiset menestystekijät eivät ole ydinosaamista. Ydinosaamisen konseptiin ei myöskään välttämättä kuulu, että yritys valmistaa itse sen kaiken, mitä se myy (vrt. Nike). (Hamel ja Prahalad, 1994, 228-231)

Satamatoimintojen ydinosaamista ovat turvalliset prosessit. Kaikessa toiminnossa korostuu turvallisuuden tärkeys. Sen vaikutus näkyy selkeästi eri toimijoiden toimintatavoissa ja laajan koulutuksen muodossa.

### 3.4.3 Tiimit ja yksilöt

Tiimeihin organisoituneet ihmiset käyttävät osaamistaan tehokkaasti. Tiimien avulla saadaan ihmisten aikaisemmin käyttämättä jääneet voimavarat vapautettua tuottavaksi toiminnaksi. Tiimi määritellään ryhmäksi, joka täyttää seuraavat ominaisuudet: tiimillä on selkeä yhteinen tavoite ja tehtävä. Tiimin jäsenet ovat yksilöinä sitoutuneet yhteiseen tavoitteeseen ja tehtävään sekä tiimille on annettu pitkälle menevät valtuudet tehtävänsä toteuttamiseen ja toimintansa kehittämiseen. Tiimien ryhmittelyyn on kolme tapaa: tarkoitus (kehittävä, suorittava tai ohjaava tiimi), aika (aikaan sidottu tai pysyvä tiimi) ja laajuus (funktionaalinen, poikkifunktionaalinen tai poikkiorganisatorinen tiimi). (Hannus, 2004, 259)

Yritys ei ole vain ylin johto eikä keskijohto. Yritykseen kuuluvat kaikki ylimmästä johdosta organisaation alimmille tasoille asti. Yritys erottuu pyrkimystensä johdonmukaisena toteuttajana vasta sitten, kun kaikki organisaation jäsenet nuodattavat ja kannattavat strategiaa olosuhteista riippumatta. Mitä etäämpänä huipulta ihmiset ovat ja mitä vähemmän he ovat olleet mukana strategian laatimisessa, sitä enemmän heitä pelottaa. Rivityöntekijät, joiden nimenomaan on määrä toteuttaa strategiaa päivästä toiseen, voivat narkästyä siitä, että strategia esitetään heille valmiina kiinnittämättä huomiota siihen, mitä he itse ajattelevat. (Kim & Mauborgne, 2007, 201)

Edith Penrose kirjoitti jo vuonna 1959 teoksessaan "Theory of the Growth of the Firm" organisaatiossa työskentelevien yksilöiden olevan avainasemassa yrityksen kasvussa ja kuuluvan sen erityisiin voimavaroihin. Yrityksen laajentuminen vaatii nimenomaan lisähenkilöstön palkkausta ja kyvykkään työvoiman edelleen kouluttamista. Penrosen sanoin "Organisaation ihanteellinen kasvu vaatii olemassa olevan työvoiman voimavarojen hyödyntämistä ja uusien kehittämisen välistä tasapainoa. (Augier ja Teece, 2007, 180)



Yksilön tyytyväisyyteen ja työpanokseen vaikuttaa paljon hänen kokemansa itsearvostus. Itsearvostuksessa on kuusi osatekijää: fyysinen ja emotionaalinen turvallisuus, identiteetti, yhteenkuuluvuus, kompetenssi ja päämäärä. Fyysinen turvallisuus tarkoittaa, että työtä ei koeta vaaralliseksi ja terveyttä uhkaavaksi. Emotionaalisesti turvallisessa työpaikassa työntekijä ei koe pelkoja tai uhkia esimiesten tai työkavereiden taholta. Identiteetillä tarkoitetaan, että työntekijä tietää oman roolinsa tärkeyden ryhmässä ja kokonaisuudessa. Yhteenkuuluvuuden tunne työpaikalla tyydyttää työntekijän sosiaalisia tarpeita kuulua johonkin ryhmään. Kompetenssilla tarkoitetaan, että työntekijä kokee osaamisen tärkeäksi ja pystyy tyydyttämään haluaan kehittyä ihmisenä. Kuudentena tekijänä itsearvostuksessa on päämäärä, jonka saavuttaminen tuo onnistumisen elämyksiä ja vastaa tarpeeseen saavuttaa jotain elämässä. (Kesti, 2005, 23)

Yksilöt kaipaavat tunnetasolla, että heitä pidetään arvokkaina, heitä kohdellaan kunnioittavasti ja heidän työpanostaan arvostetaan hierarkiastasosta riippumatta. Oikeudenmukaisen prosessin käyttö strategian laadinnassa kytkeytyy vahvasti sekä älyn että tunteiden tunnustamiseen. Kun yksilöt kokevat, että heitä arvostetaan ajattelevina ihmisinä, he haluavat tehdä vaikutuksen ja vahvistaa inhimilliseen arvoonsa kohdistuvat odotuksetesittämällä aktiivisesti ideoita ja jakamalla tietojaan. Motivoituneet ihmiset ovat valmiita tekemään enemmän kuin heiltä vaaditaan ja tekevät vapaaehtoisesti yhteistyötä parantaakseen organisaation mahdollisuuksia menestyä strategian luomisessa. (Kim & Mauborgne, 2007, 213)

#### 4 RISKIANALYYSI

Riskianalyysit ovat tärkeä osa yrityksen perusstrategiaa, se on tärkeä johdon ja koko organisaation aktiivisesti hyödyntämä menetelmä elävässä strategiatyössä. Riskianalyysi auttaa ennakoimaan ja varautumaan mahdollisiin riskeihin. Sen aktiivinen käyttö edistää hiljaisten signaalien huomioon ottamista. Se kannustaa organisaatioita kuulostelemaan jatkuvasti sisäistä ja ulkoista toimintaympäristöä ja huomaamaan myös sellaisia riskejä, joita ei ole aiemmin tunnistettu. Jokainen strategia ja tehty strateginen valinta sisältää myös riskejä, sillä kaikessa organisaation toiminnassa piilee riskejä. Strategiatyö on siis riskinottoa, mutta sen pitää olla hallittua ja tietoista riskinottoa. Riskianalyysissa on tärkeää ottaa huomioon erikseen strategiaan liittyvät riskit sekä muut mahdolliset riskit, jotka voivat aiheutua esimerkiksi yllättävistä muutoksista tai tapahtumista organisaation toimintaympäristössä. Riskien tärkeysjärjestys muuttuu tilanteesta riippuen. Riskejä voi poistua kokonaan ja tilalle tulla uusia riskejä. (Kehusmaa, 2010, 113-115)

Riskit käsitetään eri tavoin eri maissa, eri yrityksissä ja eri sektoreilla. Termit, määritelmät ja tulkinnat ovat yhtä moninaiset kuin niitä laativat lähteetkin (ACS 1998; DNV 1996; EC 1997, OECD 2001). Riskianalyysille, riskien arvioinneille ja riskien hallintaan ei ole olemassa hyväksytyjä ja yhdenmukaisia määritelmiä.

Tällä saralla esiintyy usein väärinkäsityksiä. Huolimatta niiden tarkoituksesta erilaiset termit kuten riskianalyysi ja riskien arviointi sekoitetaan usein keskenään. Yksittäistä termiä voidaan käyttää eri tavoin tai soveltaa eri tavalla useissa eri yhteyksissä. Vaikka ”analyysi” terminä käsitetään suppeammin kuin ”hallinta”, on Riskianalyysijärjestö SRA (the Society for Risk Analysis) laajasti määritellyt termin ”riskianalyysi” prosessina, joka käsittää riskin arvioinnin, riskin karakterisoinnin,

riskikommunikoinnin, riskien hallinnan ja toimintaperiaatteiden/menettelytavan rakentamisen. Variaatiot riskeihin liittyvässä terminologiassa, määritelmässä, käsitteissä, metodologioissa ja käytännössä katsotaan monen tekijän summaksi käsittäen erilaiset ymmärtämykset, asenteet ja arvot liittyen riskien erilaisiin sosioekonomisiin viitekehyksiin, eri teollisuussektoreiden erilaiset tarpeet sekä riskin määrittelyyn eri maissa ja alueilla. Jokaisella maalla on omat prioriteetit, paikallisten yhteisöjen ja keskeisten viranomaisten omat intressit sekä erilainen lainsäädäntö. Näiden variaatioiden lisäksi täytyy vielä huomioida kielten vaihtelevuus ja erilaisuus, tulkinnat sekä kansalliset sosiokulttuuriset kontekstit. (Mullai, 2009, 85)

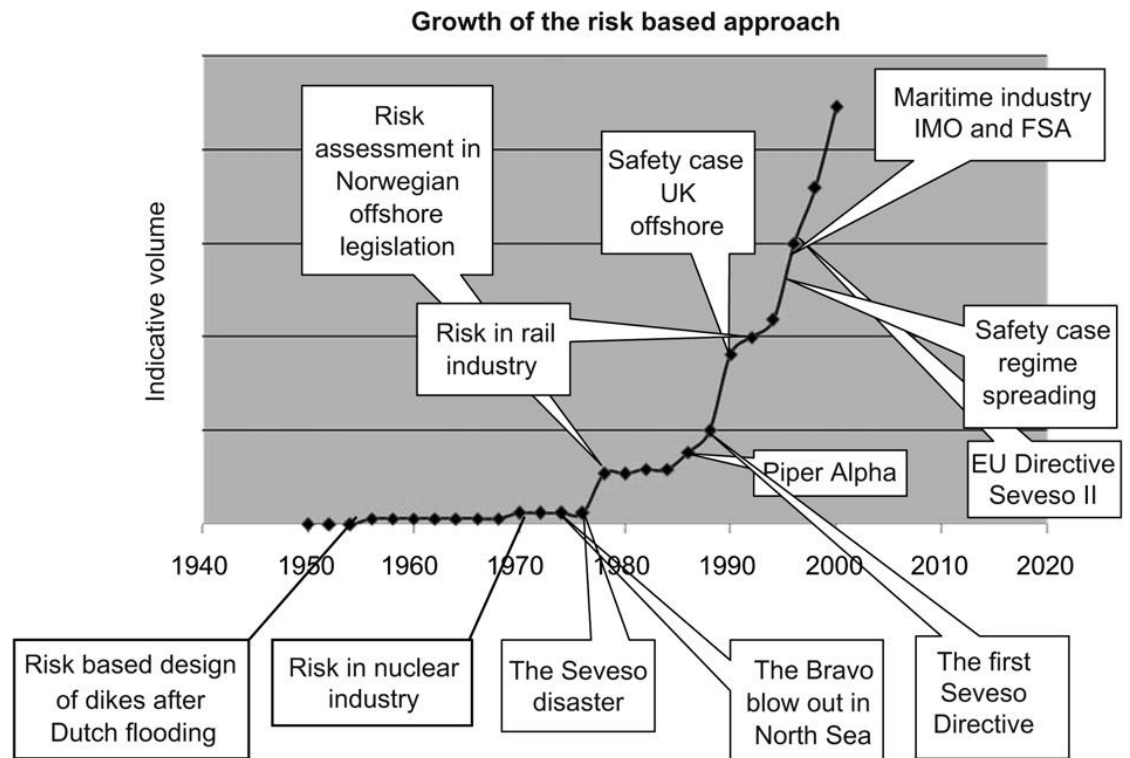
Toimivan turvallisuuden arviointiin on olemassa suuri määrä erilaisia metodologeja ja työkaluja. Tämä itsessään jo kertoo tehtävän vaikeudesta toteuttaa monimutkaisen prosessilaitoksen turvallisuusarviointi aloittaen ongelman eri näkökohdista. Päämäärät ja niiden laajuus vaihtelevat huomattavasti eri metodien kesken ja keskinäinen vertailu ei aina ole mahdollista. Parhaiten tunnettuja metodeja ovat riskianalyysit, onnettomuuden analysointikeinot, turvallisuus- ja tilannekatsaukset, valvontatarkastukset (sisäiset/ulkoiset), turvallisuuskulttuurilliset toimenpiteet, tutkimukset ja itsearviointit. Kvantitatiivista riskianalyysia voidaan pitää kaikkein systemaattisimpana metodologiana; ne ovat metodeja, jotka sallivat uusien tekijöiden vaikutuksen arvioinnin turvallisuuteen. Ne myös tarjoavat keinot ongelmien tärkeysjärjestyksen luomiseen ja suosivat jatkuvaa turvallisuuden parantamista. Yleisesti riskianalyysien heikkoutena on, että niiden soveltaminen ja käyttöönotto kuluttaa tärkeitä voimavaroja ja niitä voidaan käyttää vain rajatuissa tai erikoisvaarallisissa prosessiyksiköissä, missä laki määrää tämänkaltaisen analyysin. (Maronó et al, 2006, 350-351)

1970-luvun alussa riskianalyysi otettiin käyttöön teollisuuden aktiviteetteja ja niihin sisältyviä riskejä esittelevänä työkaluna. Alun perin riskianalyysia

käytettiin ydinaseteollisuudessa ja se tarjosi hyvän viitekehyksen riskien tunnistamiseen ja niiden potentiaalisten seuraamusten määrittelyyn. (Pasman et al, 2009, 769)

Abbasin ja Khanin (1998, 268) mukaan kvantitatiivinen riskianalyysi otettiin käyttöön ensin ydinaseteollisuudessa ja sieltä se siirrettiin suoraan sellaisenaan prosessiteollisuuteen. Kyseisen riskianalyysin soveltaminen suoraan kemialliseen prosessiteollisuuteen oli kuitenkin vaikeaa johtuen muun muassa prosessien vaihtelevuudesta, vaarallisista materiaaleista ja erilaisesta koneistosta kuin mitä ydinaseteollisuudessa käytetään. Myös Boykin & Reuven (1989, 559) totesivat jo vuosikymmentä aiemmin, että ydinaseteollisuuden riskianalyysien metodologian soveltamisessa suoraan kemian teollisuuteen oli vakavia puutteita.

Kuvassa 4.2 esitetään riskimenetelmien historiaa. Vuonna 1976 Sevesossa, Italiassa tapahtunut kemiallisen laitoksen tuhoisa dioksiinimyrkkyyonnettomuus toimi pohjana EU:n asettamalle Seveso-direktiiville. Kyseisen direktiivin mukaan laitoksissa, joissa käsiteltävien vaarallisten aineiden määrä ylittää direktiivissä annetun kynnyksarvon, on velvollinen tarkastamaan riskianalyysin/turvallisuus selvityksen vähintään viiden vuoden välein (Reniers, 2009, 134). Kuvassa näkyy myös Kansainvälisen Merenkulkujärjestön IMO:n melko myöhään (v. 1997) laatima rationaalinen ja systemaattinen turvallisuusanalyysi FSA. Tätä turvallisuusanalyysia käsitellään tarkemmin kohdassa 4.2.2.



Kuva 4.1 Riskimenetelmien historiallinen kehittyminen (Pasman et al, 2009, 770)

#### 4.1 Riskin määrittely

Riskin määritelmässä termejä "hazard" (vaara, uhka) ja "risk" (riski) käytetään sekaisin prosessiteollisuuden henkilöstön keskuudessa. Riski voidaan määritellä vaaran ja sen todennäköisen tapahtuman yhdistelmänä, jossa vaara voidaan määritellä vahingonaiheuttajana ihmisille, omaisuudelle, yhteisölle tai ympäristölle. (Khan & Abbasi, 1998, 262)

Boykin ja Reuven (1989, 559) määrittävät riskin tapahtuman todennäköisyytenä kertaa tapahtuman seuraukset. Seurauksina käsitetään taloudelliset tappiot, terveydelliset vaikutukset (kuolemat ja loukkaantumiset) tai ympäristölliset vaikutukset kuten ympäristön tai eläimistön vahingoittuminen tai tuhoutuminen. Uhka määritellään vaaran

lähteenä, missä riski nähdään vahingon todennäköisyytenä ja tasona. Marhaviilas et al. (2011, 477) mieltävät riskin suureena; se voidaan mitata ja ilmaista matemaattisen yhtälön kautta hyödyntäen todenmukaisia onnettomuustilastoja.

Turvallisuuden parantamiseksi täytyy tietää mitä riskejä on olemassa. Riskien määrittelemiseksi vaarat täytyy tunnistaa ja määrittää edustava tapaturmaskenaario. Riskin määrittäminen satunnaisena, epämieluisana tapahtumana vaatii niiden vakavuuden ja todennäköisyyden arviointia. (Pasman et al, 2009, 769)

Inhimillisistä virheistä puhuttaessa erotetaan yleensä toisistaan objektiivinen ja subjektiivinen riski. Objektiivinen riski määritellään tilastollisesti onnettomuusvaaran perusteella. Objektiivisellä riskillä tarkoitetaan useimmiten kuolemantapausten lukumäärää suhteessa vaaralle alttiiseen väestöön. Subjektiivinen riski tarkoittaa ihmisten omaa käsitystä riskeistä. Riskeissä voidaan erottaa koettu ja havaittu riski. Koettu riski viittaa riskin tunneperäiseen kokemiseen eli pelottavuuteen. Havaittu riski puolestaan kuvaa sitä, miten havaitsemme ja jäsenämme riskit. (Salminen)

#### **4.2 Riskianalyysien menetelmät ja metodityypit**

Riskianalyysimenetelmien moninaisuus on nykyään niin suuri, että erilaisiin olosuhteisiin löytyy monta sopivaa menetelmää ja oikean menetelmän valitseminen on enemmänkin makuasia. (Marhaviilas et al, 2011, 478). Reilu kolmekymmentä vuotta on kulunut ensimmäisten riskianalyysien käyttöönotosta ja voidaan kysyä ovatko ne täyttäneet tarpeet tyydyttävästi. Vastaus ei ole täysin ”kyllä” eikä ”ei” (Pasman et al, 2009, 770 )Tixier et al. (2002, 291-292) tutkivat 62 eri riskianalyysimetodologiaa, jotka sisältävät kolme päävaihetta:

- 1) tunnistusvaihe, joka pohjautuu sijainnin kuvaamiseen (vaaralliset toiminnot, tuotteet ja välineet).
- 2) arviointivaihe riskin määrittämisen kannalta. Tähän päästään vahingon seuraamuksella ja/tai todennäköisyyspohjaisella menetelmällä.
- 3) hierarkiavaiheessa tavoitteena on vertailla tuloksia, jotka on saavutettu tunnistus- ja arviointivaiheen kautta. Tuloksista huomioidaan merkityksellisimmät riskit.

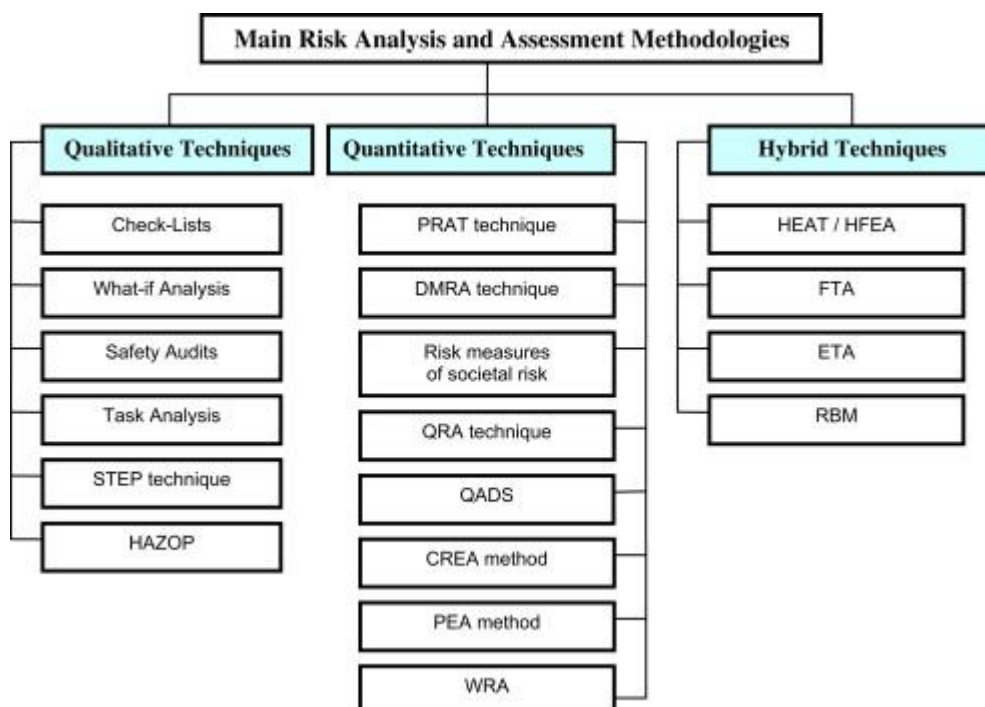
Boykin & Reuven (1989, 560) korostavat riskien tunnistamisvaiheen oleellisuutta, koska se luo pohjan riskianalyysille. Riskin arviointi voidaan suorittaa joko vahingon seuraamuksena (deterministinen menetelmä) tai onnettomuuden todennäköisyytenä (probabilistinen menetelmä). Hierarkiavaiheessa toteutetaan kaikkein vakavimpien riskien määrittäminen tai parannustoimenpiteet. Riskianalyysimetodologia ei välttämättä sisällä aina näitä kolmea em. vaihetta. Mitä tahansa metodologiaa riskianalyysin toteuttamiseen käytetään, tarvitaan aina seuraavat kolme osa-alueita: otaksuttu/oletettu lähtötieto (käyttäjät asettavat tavoitteet), saatavilla/käytettävissä oleva tieto (käyttäjät keräävät tietoa systeemistä) ja valittu metodi (valitaan sopiva metodi kahdesta edellä mainitusta osa-alueesta).

Kemiallisten laitosten riskianalyysitutkimuksissa yleinen huoli on yleensä fyysisissä uhkissa. Näitä ovat myrkylliset kaasupäästöt, tulipalot ja räjähdykset. Esiin nousee kysymys ”Kuinka usein näin voi tapahtua ja miten käy, jos näin tapahtuu?” Tapahtuman esiintymisen todennäköisyyden arvioinnissa on käytössä lukuisia menetelmiä. Ensimmäinen askel analyysissa on ottaa selville, kuinka tämä voi tapahtua. Riskin määrittämistä voidaan lähestyä monesta suunnasta. Historiallisten tietolähteiden valossa on helppoa tarkastella ja arvioida menneiden tapahtumien sopivuutta nykyiseen. Tämä on kaikkein

yksinkertaisin menetelmä mutta tällaista tietoa ei yleensä ole saatavilla. (Boykin & Reuven, 1989, 560)

Kuvassa 4.3 esitellään Marhaviuksen jaottelu pääriskianalyyseista. Sen mukaan riskianalyysit ja riskiarvioinnit jaetaan kolmeen pääkategoriaan: tiedolliseen (kvalitatiivinen), määrälliseen (kvantitatiivinen) sekä edellisten yhdistelmään (hybriditekniikka). Tiedolliset tekniikat perustuvat sekä analyyttisiin arviointiprosesseihin että päteviin turvallisuus- ja järjestelmähallinnoiteihin. Määrällisen tekniikan mukaan riski mielletään suurena, mikä voidaan mitata ja ilmaista matemaattisen suhteen kautta hyödyntäen todenmukaisia työpaikan onnettomuustilastoja. Yhdistelmätekniikat ovat melko monimutkaisia ja hankalia johtuen niiden erikoisluonteesta (estävät laajan hajonnan). Tilastolliset analyysit osoittavat kvantitatiivisten metodien olevan eniten käytettyjä (66 %) kun taas kvalitatiivisten osuus käytetyistä tekniikoista on 28 %. Näin ollen yhdistelmätekniikkaa ei juurikaan käytetä. Syynä tähän nähdään niiden monimutkaisuus ja erityispiirteet, jotka estävät laajemman käytön toistaiseksi. (Marhavius et al. 2011, 478)





Kuva 4.2 Pääriskianalyysien ja -arviointien metodologioiden luokittelu (Marhaviilas et al, 2011, 478)

Tixier et al. (2002, 292) jakavat myös käytetyt riskianalyysien menetelmät joko tiedollisiin tai määrällisiin. Kumpikin pääryhmä voidaan jakaa vielä kolmeen kategoriaan: vahingon seuraamus (deterministinen), todennäköisyyspohjainen (probabilistinen) ja kahden edellisen yhdistelmä. Deterministinen metodi huomioi tuotteet, tarvikkeet ja seurausten määrittämisen esimerkiksi ihmisille ja ympäristölle. Todennäköisyyspohjainen metodi perustuu vaarallisen tilanteen todennäköisyydelle tai potentiaalisen onnettomuuden esiintymiselle. Todennäköisyyspohjainen metodi keskittyy pääasiassa vain vian todennäköisyyteen laitteistossa ja sen komponenteissa. Suurin osa käytetyistä metodeista on determinisiä. Ruppert (2002, 133) esittää, että määrälliset eli kvantitatiiviset menetelmät ovat tarjonneet lähinnä hätäratkaisuja tai niitä ei ole vahvistettu teollisuuden keskuudessa. Yksittäisissä tapauksissa ne voivat olla hyödyllisiä auttamalla kahden

vaihtoehtoisen prosessin valitsemisessa, missä epäonnistumisen asteet tiedetään tai niiden voidaan olettaa olevan samoja. Yleisesti ottaen tilastollisesti tärkeää tietoa ei ole saatavilla, koska kaikilla eri kemian laitoksilla valmistettujen aineiden valmistustapa on ainutlaatuinen. Turvallisuusteknologian korkean asteen ja teknisen ohjeellisen viitekehysten seurauksena laitosten toimintavarmuus on hyvin korkealla tasolla ja aiheuttaa sen, ettei sellaista riittävän aikavälin havainnointia, johon rekisteröidään prosessien tai laitoksissa tapahtuvat muutokset ole saatavilla.

#### **4.2.1 Kvalitatiiviset riskianalyysimenetelmät**

Kvalitatiivinen uhkan arviointi on osa kemiallisten prosessiteollisuuksien riskianalyysia ja *HAZOP* (Hazard and Operability Study) on paras menetelmä sen toteuttamiseen. Se kehitettiin alun perin Imperial Chemical Industries:in (ICI) tarpeisiin 1974 ja sitä on muokattu tarpeen mukaan. (Khan & Abbasi, 1998, 262). *HAZOP*:in perusajatuksena on, että laitoksissa tapahtuvat vaaratilanteet johtuvat normaalin toiminnan poikkeamista. Se on systemaattinen tutkimus, jota johtaa eri alan asiantuntijoista koottu ryhmä. *HAZOP* vaatii siis laajaa osaamiskaalaa ja huomattavaa ajallista sitoutumista. *HAZOP*:in eri vaiheet vaativat pitkällä aikavälillä jatkuvaa korkea-asteista tehokkuutta ja valppautta. Näiden vaiheiden itseään toistava luonne saattaa aiheuttaa työryhmässä henkistä väsymystä ja uupumista. Tämä rajoittaa *HAZOP*:in tehokkuutta ja sitä voidaan tulkita näin ollen puutteellisesti ja virheellisesti. (Khan & Abbasi, 2001, 44-45). Vaarojen luokitteluanalyysi perustuu vaarallisten aineiden käytön arvioon esimerkiksi reaktiomatriisin avulla. *HAZOP*:ista on tullut useimmin kemian teollisuudessa käytetty metodi näitä systemaattisia tarkastuksia esiteltäessä. Tämän kvalitatiivisen analyysin ytimenä on kyselylomake, joka käyttää sekä johdattelevia että päätteleviä kysymyksiä asettamalla valmiita avainsanoja. Näin saadaan selville prosessiparametrien poikkeamat tai tilan muuttajat. (Ruppert, 2002, 132)

*Tarkastuslista-analyysi* on systemaattinen arviointi ennalta osoitetusta arviointiperusteista, jossa yhdessä tai useammassa tarkastuslistassa on kysymyksiä organisaatioista, toiminnoista, ylläpidosta ja muista turvallisuuteen liittyvistä asennuksista. Se on yksinkertaisin vaaran tunnistamismenetelmä ja se tarjoaa merkittävää arvoa vähäisillä investoinnilla. Vaikka tarkastuslista on erittäin tehokas systeemi erilaisten vaarojen tunnistamisessa on siinä kaksi rajoittavaa tekijää; jos tarkastuslista ei keskity avainasioihin, analyysi todennäköisesti jättää huomioimatta potentiaalisesti olennaisimmat heikkoudet. Useimmat tarkastuslistan sisältämät tilannekatsaukset myös luovat vain tiedollisia tuloksia jättäen huomioimatta riskiin liittyvät määrälliset ominaispiirteet. (Marhaviilas et al, 2011, 478)

*Entä-jos-analyysi* (What-If) on menetelmä, joka kyseenalaistaa laajasti potentiaaliset onnettomuuksista aiheutuneet vaivat. Se myös määrittelee mitkä asiat voivat mennä väärin ja arvioi kyseisistä tilanteista aiheutuneet seuraukset. Sitä voidaan käyttää korkeatasoisena ja yksityiskohtaisena riskien arviointi tekniikkana. Arvioinnin laatu on tosin suuresti riippuvainen dokumentoinnin laadukkuudesta, tarkastusryhmän johtajan koulutuksesta ja muiden tiimin jäsenten kokemuksista. Silloin tällöin entä-jos-analyysia käytetään yksinään mutta useimmiten se täydentää enemmän rakenteellisia tekniikoita, varsinkin tarkastuslista-analyysia. (Marhaviilas et al, 2011, 479)

#### **4.2.2 Kvantitatiiviset riskianalyysimenetelmät**

Khan ja Abbasi (1998, 268) määrittelevät kvantitatiivisen riskianalyysin (Quantitative Risk Analysis, QRA) neljä vaihetta seuraavasti: vaarojen tunnistaminen, taajuuden arvioiminen, vaikutusanalyysi ja riskin mittaaminen. Heidän mukaansa QRA on yksi suositeltavimpia kemian teollisuudessa käytettävistä riskianalyyseista.

Marhaviolas et al, (2011, 482) määrittelevät kvantitatiivisen riskien arvioinnin seuraavasti: QRA on kehitetty teollisen laitoksen räjähdysvaaran ja siitä aiheutuvan laskeuman aiheuttamiin riskeihin huomioiden lähiympäristön turvallisuus. Se tarjoaa johdonmukaisen lähtökohdan yksilöllisten ja yhteiskunnallisten riskien arviointiin. Yksilöllinen riski määritellään suojaamattoman ihmisen kuoleman todennäköisyytenä vaarallisen sijainnin läheisyydessä. Yhteiskunnallinen riski huomioi aktuellin ympäristön. QRA tarjoaa työkalut neljän eri todennäköisyyden määrittämiseen; suojaamattomat ihmiset, autot, kotitaloudet ja toimistorakennukset. Näistä jokaisesta huomioidaan niiden oma suojausaste mahdollisten räjähdysten seuraamuksia vastaan. Saadut tulokset syötetään laskelmiin ja ennustetaan ihmisille niistä aiheutuvat seuraukset. Nämä seuraukset ja tapahtuman todennäköisyys yhdistetään yksilölliseen ja yhteiskunnalliseen riskiin ja tuloksia voidaan verrata relevantteihin säädöksiin.

#### **4.2.3 Yhdistelmämenetelmät**

*Vika- ja vaikutusanalyysi* (FMEA) on johtava hybridi eli yhdistelmämenetelmä. Sitä on helppo soveltaa käytännössä. Se tutkii yksittäisiä komponentteja kuten pumppuja, säiliöitä ja venttiileitä tunnistaa todennäköiset viat, joilla voi olla epäsuotuisia vaikutuksia systeemin toimintoihin. Vika- ja vaikutusanalyysillä tutkitaan kuitenkin lähinnä yksittäisiä vikatiloja tuotteesta, prosessista tai organisaatiosta. Se ei siis varsinaisesti ole ongelmien ratkaisija vaan esille nostaja. Se soveltuu parhaiten aloille, joilla vian esiintymisen mahdollisuus on olennainen. FMEA:n haittapuolena on sen työläys (tarvitsee aikaa vievää ja ammattitaitoista tutkimusta) ja rajoittuneisuus komponenttitasolle kun taas todellinen uhka voi ilmentyä jo alatasolla (esim. vika voimansiirtolinjassa tai anturissa). (Khan & Abbasi, 1998, 264-265)

*Tapahtumapuuanalyysissa* (Event Tree Analysis, ETA) yksittäisen onnettomuuden tai vaaratilanteen selvittämiseksi rakennetaan kaavio, jolla selvitetään poikkeamasta alkanut tapahtumaketju. Alkutapahtumasta (kuten systeemin tai prosessin toimintahäiriö) haarautuvat kaikki mahdolliset toisistaan riippumattomat tapahtumat eli ne vaihtoehdot, joiden todennäköisyys alkutapahtuman jälkeen saa lukuarvon yksi. Viimeisten tapahtumien lopuksi todennäköisyydet kerrotaan keskenään. Näin lopputapahtuman taajuudeksi saadaan alkutapahtuman taajuus kerrottuna lopputapahtuman todennäköisyydellä. Tapahtumapuuanalyysissa kaikki systeemin tapahtumat kuvataan havainnollisesti. Näin ollen se on hyvin tehokas tapa kuvailla tapahtumien järjestystä noudattaen aikajanaa, koska tapahtumasarjat liittyvät toisiinsa. Tämä analyysi ei ole käyttökelpoinen ainoastaan suunnittelu- ja toiminta-asteella, vaan myös operaation vaihdoksissa ja onnettomuuden syiden analysoinnissa. (Marhaviilas et al, 2011, 486-487)

Propabilistinen eli todennäköisyyspohjainen uhkan arviointi toteutuu *vikapuuanalyysilla* (FTA). Tämä analyysi kehitettiin alun perin 1960-luvulla Bellin laboratorioissa ohjusprojektiin, josta se laajentui ydinase- ja kemianteollisuuteen. (Khan & Abbasi, 1998, 264) Metodologia on kehitetty propabilistiseen vikapuuanalyysi-menettelyyn kemiallisen prosessiteollisuuden riskien arviointivaiheessa. Se pitää sisällään vaarojen syiden tunnistamisen ja onnettomuuden esiintymislaajuuden. Vikapuumallissa tehdään kaavio, jolla selvitetään yksittäisien tapahtumien suhdetta onnettomuutta tai vaaraa aiheuttamaan lopputapahtumaan. Onnettomuutta tarkastellaan lopputapahtumasta käsin ja selvitetään alitapahtumat, jotka ovat johtaneet onnettomuuteen. Vikapuuanalyysi on hyödyllinen mutta rajoitettu metodologia; se tarvitsee suuret määrät täsmällistä tietoa ja paljon asiantuntijoita. Systeemin hyötyjä on mm. joustavuus olennaisen perustiedon puuttuessa, arviointikapasiteetin nopea

prosessointi (tarvittavien ohjelmistojen kehittyneisyys), käytön helppous ja heti hyödynnettävät tulokset. (Khan & Abbasi, 2001, 47)

Reniers (2009) ehdottaa monimutkaisen kemianteollisuuden riskianalyysin optimoimiseksi kehittämänsä *HARP* (Hazard/Risk Analysis Review Planning)-metodia. Siinä pyritään välttämään epämieluisia, suoraan tai välillisesti puutteellisesta riskianalyysistä johtuvia tilanteita. Olennainen tekijä tässä metodissa on muodostaa yleiskuva kaikista yrityksen uhkatekijöistä ja aiemmin käytetyistä riskianalyyseista.

Khan ja Abbasi (2001, 44) esittävät kehittämänsä *ORA* (Optimal Risk Analysis)-metodologian etuina sen toteuttamisen nopeutta ja edullisuutta. Se katsotaan myös tarkemmaksi ja totuudenmukaisemmaksi kuin jo olemassaolevat metodologiat. *ORA*:n tavoitteena on vaarojen tunnistaminen ja arviointi sekä kemiallisen prosessiteollisuuden vahingoista ja onnettomuuksista aiheutuvien riskitekijöiden arviointi. *ORA*-viitekehys mahdollistaa kemikaalien ja prosessoinnin todennäköisten onnettomuuksien erityispiirteiden mallinnuksen, näiden onnettomuuksien esittämisen laskennallisesti, yksityiskohtaisen seuraamusten arvioinnin ja lopuksi riskitekijöiden ennusteen.

Perinteinen tapa eri riskien määrittämisessä ja keskinäisessä arvioinnissa toisistaan antaa yleensä virheellisiä tuloksia. Teollisuusonnettomuuksien aiheuttamien akuuttien riskien lisäksi myös kroonisten riskien (huono terveys, tuottavuuden heikentyminen ja ennenaikaiset kuolemat) takia on tarpeellista arvioida yhteiskunnalle koituvat kustannukset. Tätä kuvaavaa yhdistettyä riskianalyysiä *IRA* (Integrated Risk Analysis) on jo vuosikymmenten ajan käytetty Kaliforniassa ja nyt siitä on tullut kasvavissa määrin maailmanlaajuinen menetelmä. Toisin kuin yksittäinen riski yhdistettynä yksittäiseen kemikaaliin yksittäisessä ympäristössä, integroitu riskianalyysi on toteutettu yhdistämällä myrkyllisistä kemikaaleista aiheutuvat akuuttiset ja krooniset riskit. Yhdistetty riskianalyysi on kuitenkin melko monimutkainen. Todellisessa tilanteessa *IRA* vaatii

arviointia kaikkien kemikaalien eri altistumlähteiden yhteyksistä. (Gurjar & Mohan , 2003, 25,38)

#### **4.2.4 Kemiallisessa prosessiteollisuudessa käytetyt riskianalyysit ja metodologiat**

Eräät maailman parhaista ja toimivimmista riskien arviointiin ja riskinhallintamenetelmiin liittyvistä tekniikoista löytyvät nimenomaan kemianteollisuuden ja siihen liittyvien organisaatioiden käytöstä. Näitä menetelmiä on sovellettu ja otettu käyttöön muiden teollisuuden alojen ja sektoreiden keskuudessa ympäri maailmaa. (Mullai, 2009, 84)

Riskianalyysin menetelmät voidaan jakaa vaarojen tunnistamismenetelmiin, onnettomuuksien mallintamismenetelmiin sekä seurausanalyysiin. Vaarojen tunnistamismenetelmät soveltuvat rajattujen kohteiden yksityiskohtaiseen tutkimiseen. Vaarojen tunnistamismenetelmiä on useita, mm. poikkeamatarkastelu (HAZOP), potentiaalisten ongelmien analyysi (POA), työn turvallisuusanalyysi (TTA) ja toimintovirheanalyysi (TVA). Ne soveltuvat rajattujen kohteiden yksityiskohtaiseen tutkimiseen. Mainittakoon tässä tarkemmin potentiaalisten ongelmien analyysi (POA), jonka avulla voidaan nopeasti tutkia järjestelmään liittyviä onnettomuusvaaroja. Tarkastelussa ei etukäteen rajata mitään ongelmatyyppiä analyysin ulkopuolelle. Tämän vuoksi menetelmällä on mahdollista tunnistaa erityyppisiä ja tasoisia ongelmia. Menetelmä ei kuitenkaan kata ongelma-alueita järjestelmällisesti, joten se soveltuu parhaiten järjestelmään liittyvien vaarojen kartoitukseen. (VTT)

Ennalta ehkäisevien perusteiden käyttöönotto on osa riskianalyysia ja se vaatii olemassa olevan tiedon tieteellistä arvioimista. Ennaltaehkäiseviin sovelluksiin turvautuminen saattaa riippua sellaisten olemassa olevien

elementtien puutteesta, jotka ovat välttämättömiä täydellisen riskien arvioinnin toteuttamisessa. Riskien arviointi käsittää neljä askelta:

1. vaaran tunnistaminen (negatiivisten vaikutusten tunnistaminen ja potentiaaliset vahingot ihmisille, kuluttajille, ympäristölle ja ekosysteemille)
2. vaaran kuvaaminen (negatiivisten vaikutusten määrittäminen ihmisille ja ympäristölle)
3. altistumisen arviointi (ennustettavan altistumisen kvantitatiivinen arviointi)
4. riskin kuvaaminen (todennäköisyyden arviointi ja negatiivisen vaikutuksen laajuus ihmisille ja ympäristölle. (Zaghi et al, 2005, 273-276)

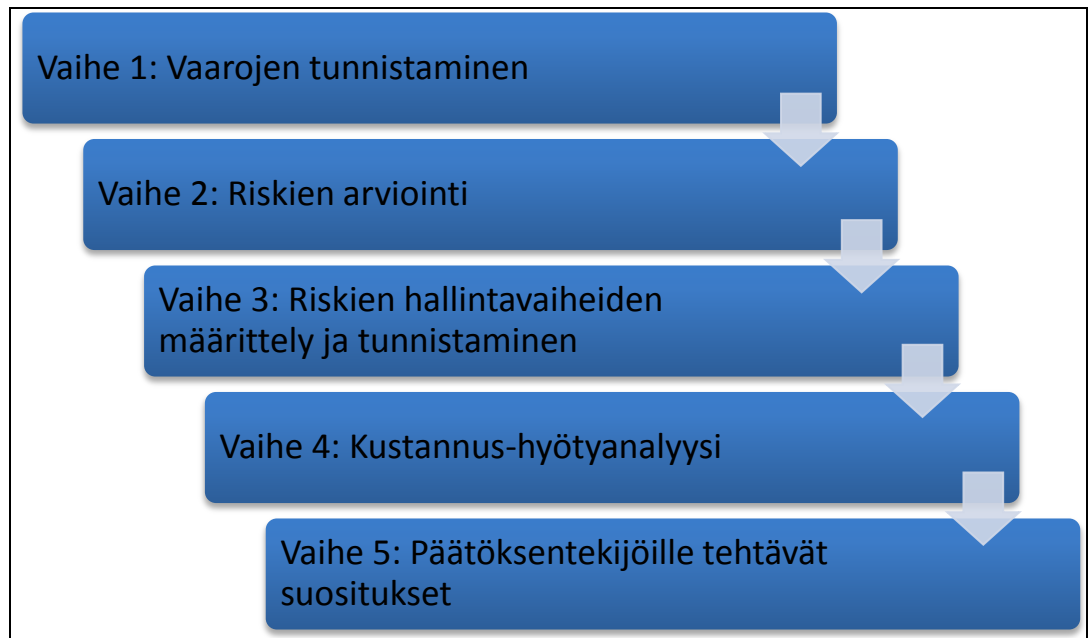
Kemiallisessa prosessiteollisuudessa käytettyjä riskianalyysimenetelmiä ovat mm. kvalitatiivisista eli tiedollisista tekniikoista poikkeamatarkastelu eli HAZOP (Hazard and Operability study), tarkastuslista (Check-Lists) ja What If-analyysi. Yhdistelmätekniikoiksi luetaan vika- ja vaikutusanalyysi eli FMEA (Failure Mode Effect Analysis), vikapuuanalyysi eli FTA (Fault Tree Analysis) ja tapahtumapuuanalyysi eli ETA (Event Tree Analysis) (Khan & Abbasi, 2001, 44). VTT:n mukaan näistä tapahtumapuu-, ja vikapuuanalyysi ovat onnettomuuksien mallintamismenetelmiä. Ne kuvaavat yksityiskohtaisesti tapahtumien kulkua ja antavat pohjan onnettomuuksien todennäköisyyden arvioinnille. Puhtaasti kvantitatiivisista eli määrällisistä tekniikoista kemian teollisuudessa käytetään paljon QRA (Quantative Risk-Assessment)-menetelmää.

#### **4.2.5 Merenkulun riskianalyysit**

Järjestelmällinen turvallisuusanalyysi Formal Safety Assessment (FSA) on merenkulussa käytetty riskianalyysityyppi. Se on strukturoitu ja systemaattinen metodologia, jonka tavoitteena on merenkulun



turvallisuuden kohottaminen riskianalyysin menetelmiä ja kustannus-hyötyanalyysiä käyttäen [IMO, 1997], [IMO, 2002]. Tämä menetelmämalli poikkeaa perinteisestä riskianalyysistä, koska se ottaa huomioon taloudelliset vaikutukset. Turvallisuusanalyysin järjestelmällisyys edellyttää turvallisuuden arviointiprosessin etenemistä tietyn systemaattisen menettelytavan mukaisesti (Kontovas & Psaraftis, 2009). Kuvassa 4.3 esitellään FSA:n vaiheet. Turvallisuusanalyysi FSA koostuu pääosin viidestä toisiaan seuraavasta vaiheesta:



Kuva 4.3 FSA-analyysin vaiheet

Vaarojen tunnistamisessa pyritään selvittämään mitkä asiat voisivat mennä vikaan. Tämä on eräs turvallisuusanalyysin tärkeimpiä vaiheita. Siinä syntyvät puutteet säilyvät turvallisuusanalyysin kaikissa myöhemmissäkin vaiheissa. Olennaista menettelyssä on, että kaikki merkittävät vaarat kyetään tunnistamaan etukäteen tehtyjen ja dokumentoitujen rajausten puitteissa. Vaarat voivat kohdistua ihmisiin, ympäristöön tai omaisuuteen.

Riskin arvioinnin tarkoituksena on tunnistaa ja arvioida riskin suuruus ja merkitys. Se edellyttää vaarojen tunnistamisvaiheessa muodostettujen onnettomuusskenaarioiden taajuuden ja seurausvaikutusten analyysiä. Riskin arviointi voidaan toteuttaa tiedollisesti tai määrällisesti.

Riskin hallintakeinojen määrittely tapahtuu usein asiantuntijoiden ryhmätyönä. Sen tulisi kohdistua tärkeiksi arvioitujen riskien alueelle. Menettelyssä tunnistetaan ja ryhmitellään käyttökelpoiset turvallisuustoimenpiteet ottaen huomioon riskitaso (todennäköisyys ja seurausvaikutukset) sekä arvioihin liittyvä epävarmuus. Riskin hallintakeinojen määrittelyssä voidaan käyttää apuna erilaisia ideanhakutekniikoita. Keinojen tunnistamista helpottavat myös erilaiset listat ja jäsentelytavat, esimerkiksi ennaltaehkäisevät toimenpiteet ja seurausvaikutusten laajuutta rajoittavat toimenpiteet.

Kustannus-hyötyanalyysissä tunnistetaan kuhunkin edellisessä vaiheessa määriteltyyn riskinhallintakeinoon liittyvät kustannukset ja hyödyt. Tarkoituksena on luoda helposti ymmärrettävä esitys kunkin riskinhallintakeinon käyttöönottoon liittyvistä taloudellisista vaikutuksista.. Kustannus-hyötyanalyysin lopuksi tarkasteluun otetut riskinhallintakeinot asetetaan järjestykseen kustannustehokkuuden, kustannusten ja saavutettavien hyötyjen näkökulmasta. (Kontovas et al, 2009)

FSA:ssa sovellettavan kustannus-hyötyanalyysin menetelmiä ei yleensä tarkemmin eritellä. Olennaista lienee kuitenkin keskittyminen merkittävimpiin kustannuseriin sekä tarkastelukohteen koko elinkaaren huomioiminen.

FSA:n viimeisessä vaiheessa muodostetaan koko edeltävän prosessin tuloksena suositukset päätöksentekijöille (IMO:ssa) siitä, miten tunnistettujen riskien suhteen tulisi menetellä. Tällöin on tärkeää antaa monipuolinen ja selkeä kuvaus itse ongelmasta, esittää sen mahdolliset ratkaisut ja kuhunkin ratkaisutapaan liittyvät kustannukset ja hyödyt.

FSA:n viimeisen vaiheen tavoitteena on luoda lisää ymmärtämystä ja esittää perusteet rationaaliselle päätöksenteolle merenkulun riskien hallinnassa. (Kontovas & Psaraftis, 2009)

Eräs alue missä FSA:a jo sovelletaan ja sen käyttö on voimassa, on juuri bulkkitarvikkeiden kuljetuksen turvallisuus. Joulukuussa 1998 IMO:n alainen Merenkulun Turvallisuuskomitea otti tavoitteekseen projektin puolueettomuuden ja vaatimukset opastaa tulevia päätöksentekijöitä bulkkitarvikkeiden kuljetuksen turvallisuuden edistämiseksi sekä taata kansainvälinen yhteistyö että yhteisymmärrys FSA:n suhteen. (IMO, 2011)

Trucco et al. (2008) esittävät innovatiivisen menetelmän yhdistäessään inhimilliset ja organisatoriset tekijät riskianalyysiin. Menetelmää tutkittiin merenkulkuteollisuudessa, jossa Bayesin menetelmä (Bayesian Belief Network, BBN) kehitettiin mallintamaan merenkulun kuljetussysteemiä. Sitä on käytetty myös yhdistämään inhimilliset- ja laitteistovirheet sekä heijastamaan vaikutusalueen hierarkinen luonne.

Tietokirjallisuus on osoittanut BBN:n viimeaikaisen käytön leviämisen riskianalyseissa. BBN nähdään analysoijien työkaluna; se käyttää hyväkseen todellisesta elämästä saatua tietoa olosuhteissa, joissa on laaja määrä eri muuttujia monimutkaisissa suhteissa. BBN tarjoaa apua kvalitatiivisen analyysin päätöksenteon tueksi numeerisissa menetelmissä ja löytämään sopiva viitekehys muuttuviin systeemeihin. BBN:a käytetään usein ilmiön syyperäiseen esitykseen komplekseissa systeemeissä tai prosesseissa, missä informaatio perustuu asiantuntijälähteisiin. (Trucco et al, 2008, 823-826)

Mm. Japanin merenkulun turvallisuuskomitea suosittelee IMO:lle BBN:n käyttöä järjestelmällisen turvallisuusanalyysin (FSA) mallintamisessa. Dokumentin (2006) johtopäätöksissä ehdotetaan BBN:n käyttöä riskianalyysin työkaluna, koska systeemin monimutkaisuutta ei voi muodostaa oikein pelkästään tapahtumapuuanalyysia käyttämällä. BBN:n

käyttö on johdonmukaista inhimillisen virheen analyysin tekniikoissa, missä asiantuntijoiden käyttö on äärimmäisen tärkeää esitettäessä kvantitatiivisia analyyseja tietojen ja tilastojen puuttuessa. (Trucco et al. 2008, 831)

### **4.3 Riskianalyysin luotettavuus ja oikeellisuus**

Jo monen vuoden ajan on ollut vilkasta keskustelua tilastollisten analyysien tieteellisistä lähtökohdista. Tämä ei kuitenkaan koske riskianalyysia, jonka tieteellisiä perusteita ei juuri ole vahvistettu. Saadaksemme tarkemman käsityksen asiasta on tarpeellista muodostaa riskianalyysin todennäköisyyspohjainen alusta ja määrittää suhteellinen esiintymispohjainen menetelmä (relative frequency-based approach) tai Bayesin mallinnusmenetelmä.

Aven & Heide (2009, 1862) käsittelevät suhteellisen esiintymispohjaisen menetelmän todennäköisyyttä. Heidän mukaansa sitä ei tiedetä, vaan se arvioidaan riskianalyysissa. Nämä arviot ovat epävarmoja, koska arviointien ja oikean todennäköisyyden välillä on suuria eroja.

Bayesin menetelmässä todennäköisyyttä käytetään tulevien tapahtumien epävarmuuksien mittarina ja se muodostuu kokemuksen ja tiedon pohjalta. Tapahtumista voidaan rakentaa logiikkaverkkoja, joilla voidaan laskea mahdollisuudet monimutkaisten syy-seuraus-tapahtumaketjujen esittämiseksi. Todennäköisyys on epävarmuuden subjektiivinen mitta.

Uutta käsitystä riskianalyysiin saadaan tutkimalla sen luotettavuutta ja oikeellisuutta. Luotettavuus käsitetään johdonmukaisena mittausmenetelmänä (analyysit, metodit, toimenpiteet) ja oikeellisuus onnistuneena mittaustuloksena. Riskianalyysi täyttää joitain tieteellisiä vaatimuksia mutta pääedellytyksissä kuten validiteetissa ja luotettavuudessa on puutteita. Avenin analyysin mukaan Bayesin

menetelmä ennustaa paremmin riskien havaittavuutta mutta oikeaa totuutta tässä asiassa ei ole olemassa. (Aven & Heide, 2009, 1867- 1868)

Vuonna 2002 julkaistiin EU:n rahoittama ASSURANCE-projekti. Tässä projektissa kokeiltiin riskianalyysien monimutkaisuutta ja oikeellisuutta. Seitsemän erittäin kokeneista ja asiantuntijoista muodostunutta joukkuetta suorittivat kukin täydellisen riskianalyysin huomioiden kaikki muuttuvat tekijät. Riskianalyysi käsitti Tanskassa sijaitsevan ammoniakkia valmistavan kemiallisen laitoksen suunnittelun kaikki vaiheet aina terminaalissa tapahtuviin lastaus/purkausoperaatioihin asti. Projektin tulos osoitti potentiaaliset uhat riskianalyyseissa ja korosti näiden epävarmuuksien suurta määrää. Vaaran tunnistamisvaiheessa ryhmät käyttivät joko determinististä tai propabilistista menetelmää ja siitä johtuen päätyivät täysin erilaisiin lopputuloksiin. Huolimatta laajasta hajonnasta saman vaaraskenaarion esiintymisessä oli kuitenkin todennäköisyyspohjaisen menetelmän valinneissa laaja yksimielisyys. (Lauridsen et al., 2002)

#### **4.4 Riskienhallinnan kehittämistarpeita**

Nykyaikainen riskienhallinta on hyvin kokonaisvaltainen prosessi. Kirjallisuus kuitenkin osoittaa, että tällä saralla esiintyy vielä väärinkäsityksiä ja epäselvyyksiä. Kansalaisten keskuudessa on kasvava huoli turvallisuuden puutteesta varsinkin vaarallisten aineiden kuljetuksissa. 11.9.2001 USA:ssa tapahtuneiden terroristi-iskujen jälkeen kemiallisten aineiden turvallisesta kuljetuksesta on tullut polttava puheenaihe organisaatioissa, teollisuudessa, viranomaisten ja kansalaisten keskuudessa. Tämä huoli johtuu pääasiassa vaarallisten aineiden korkeasta ja yhä kasvavista kuljetusmääristä ja niihin liittyvistä riskeistä ja vakavista seurauksista mahdollisen onnettomuuden tapahtuessa. (Mullai, 2009, 83-84)

Riskikommunikointi on vuorovaikutteinen tapahtumaketju käsittäen informaation ja mielipiteiden vaihdon päätöksentekijöiden, asiantuntijoiden ja muiden osapuolten (yksilöt, instituutiot ja eri sidosryhmät) kesken. Eri osapuolten keskinäinen vuorovaikutus on kriittinen tekijä, jotta riskinhallinta tukee kaikilla asteilla tapahtuvaa päätöksentekoa. Keskustelut käsittävät riskin luonteen ja vakavuuden asteen, riskien hallinnan, strategiat ja toimenpiteet. Näissä keskusteluissa eri osapuolet ilmaisevat mielipiteitään, reaktioitaan ja huoliaan riskienhallinnasta vastaaville tahoille. (Mullai, 2009, 97)

Vuonna 2006 (Gilbert et al.) julkaistiin ”Kemikaalionnettomuusriskien hallinta toimijaverkostossa Kymenlaaksossa”. Tässä hankkeessa käytiin läpi Kymenlaakson vaarallisten aineiden käsittelyn ja kuljetusten riskienhallintaa toimijoiden verkostossa. Hankkeessa suoritettiin riskianalyysi vaarallisten aineiden kuljetus- ja käsittelyketjuille sekä maantie- että rautatiekuljetusten ja satamatoimintojen osalta. Seuraavassa esitellään tässä hankkeessa esille tulleita riskienhallinnan kehittämistarpeita

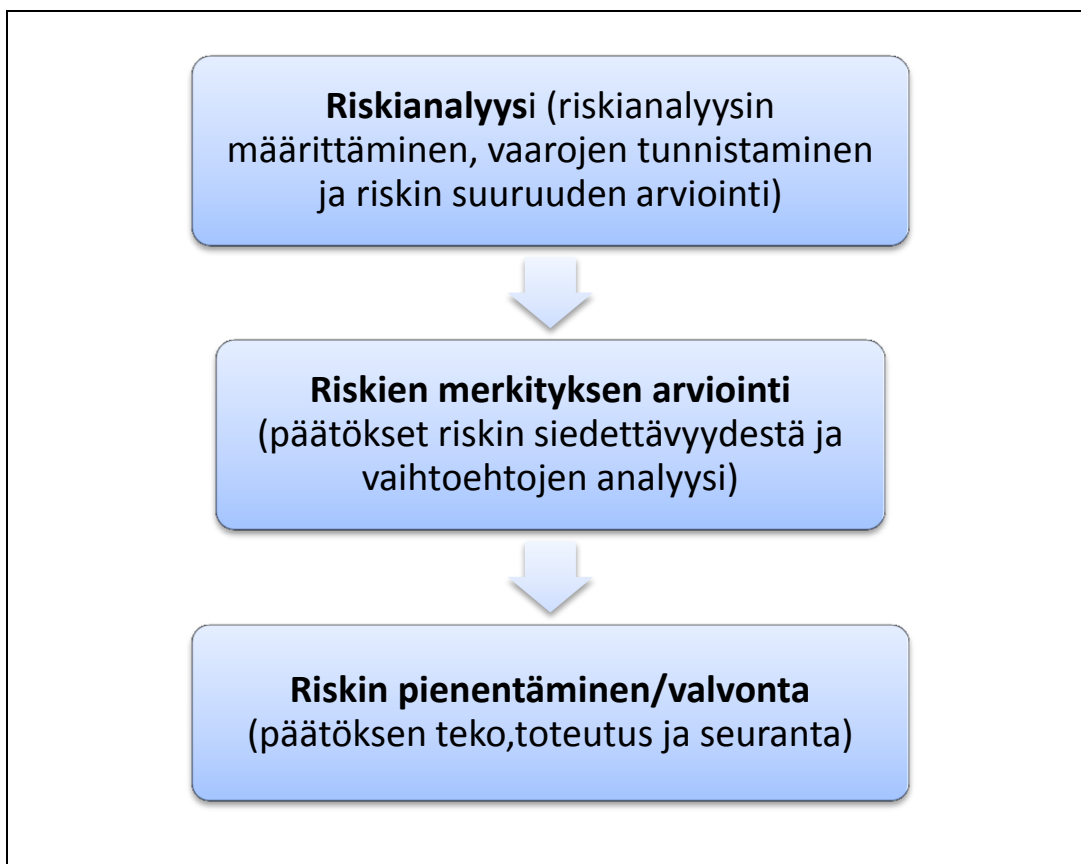
Satamatoimintojen riskitarkastelussa edellä mainittuun hankkeeseen osallistuneiden operatiivisten toimijoiden hyvä turvallisuuskulttuuri nousi selkeästi esille. Riskit ovat teknisesti hyvin hallinnassa ja toiminnan tehokkaaseen ja sujuvaan koordinointiin panostetaan. Tämä näkyi valmiutena tunnistaa mahdollisia virheitä, avoimesti ideoida mahdollisia häiriöitä ja vilpittömänä haluna käyttää riskitarkastelua hyväksi tulevan toiminnan parantamisessa. Koska turvallisuuskulttuurin merkitys on erityisen suuri tällaisessa suuronnettomuusvaarallisessa toimintaympäristössä, hankkeen tuloksia ei voida yleistää muihin toimijoihin. (Gilbert et al, 2006, 47)

Keskeisenä lastaamisen ja purkamisen riskinä on väärän aineen joutuminen väärään säiliöön tilaajalla eli ainetta lastataan väärään tankkiin, osa lastista jää lastaamatta, liian suuri purkausnopeus aiheuttaa

kipinän (ja siten mahdollisesti tulipalon laivassa) tai epäselvä pysäytysvastuu johtaa ylitäyttöön. Esille nostettiin muun muassa seuraava mahdollinen riskienhallintatoimi: lastaussuunnitelmassa ja toimintaohjeissa tulisi selkeästi nostaa esille kommunikointi- ja koordinoitintarpeet. Mikäli samaa ainetta lastataan kahteen erikokoiseen tankkiin, tämän voisi esittää erillisenä kohtana operaattoreiden ennen lastausta tapahtuvassa suunnittelutapaamisessa. Samalla määriteltäisiin ainekohtaiset ominaisuudet huomioon ottaen sovitettuna lastausnopeudet. (Gilbert et al, 2006, 49)

Vahingon jo tapahduttua sekä aluksen miehistön että terminaalioperaattoreiden henkilökunnan tulisi olla selvillä vastuistaan. Kemikaalisäiliöaluksessa on monen maan kansalaisia ja alus lastaa ja purkaa monessa satamassa, missä mahdollisesti ovat hieman erilaiset toimintatavat. Tämän vuoksi aiheen esille nostaminen erityisesti ennen lastausta tapahtuvassa suunnittelutapaamisessa nähtiin tärkeänä riskienhallinnan kehittämistoimena. (Gilbert et al, 2006, 49)

Suurin osa mahdollisista kaasu- ja nestesatamassa tapahtuvista häiriöistä ei ole vaikutuksiltaan suuria ja huomattavasti todennäköisemmin sattuu vaikutuksiltaan suhteellisen pieniä häiriöitä tai läheltä piti -tilanteita. Tärkeää on kuitenkin muistaa, että suuronnettomuudetkin on usein jäljitettävissä pieniin häiriöihin, joissa sattumien summa aiheuttaa suuria vaikutuksia. Kuvassa 4.4 esitetään riskianalyysin ja muiden riskin hallintatoimintojen yksinkertaistettu riippuvuus. Riskianalyysi ja riskin merkityksen arviointi ymmärretään riskin arviointina. Kun tähän lisätään riskin pienentäminen ja valvonta, voidaan puhua riskienhallinnasta.



Kuva 4.4 Riskianalyysin ja muiden riskin hallintatoimintojen yksinkertaistettu riippuvuus (SFS – IEC 60300-3-9).

Riskienhallinnan kehittämisen kannalta mahdollisten onnettomuuksien pohjasyiden tunnistaminen on erityisen tärkeää. On varsin todennäköistä, että onnettomuuteen lopulta johtaneen tapahtumaketjun tapaisia ”läheltä piti”-tilanteita on sattunut useasti ennenkin. Vaarallisten aineiden kuljetuksissa ja varastoinnissa on paradoksaalista, että onnettomuudet sattuvat harvemmin kaikkein vaarallisimpien aineiden kanssa. Hankkeen aikana tämä nousi toistuvasti esille keskusteluissa. Voidaankin olettaa, että yksilön oma turvallisuusasenne paranee hänen käsitellessään erityisen vaarallista ainetta. Tässä yhteydessä tehdyn riskianalyysin tulokset eivät siis ole suoraan siirrettävissä toiselle aineelle. Kaikille aineille on kuitenkin yhteistä, että ketjun kriittiset osat ovat samat. (Gilbert et al, 2006, 54 )



Satamapuolella monen toimijan eri vastuiden koordinointi vaikeutuu, mitä enemmän on toimijoita, sillä sitä enemmän virheitä toiminnassa voi tapahtua. Nykypäivänä kiire leimaa lähes poikkeuksetta kaikkia työelämän aloja. Toiminta nestesatamassa ei ole tässä suhteessa poikkeus; toimitsijat tunnistavat kiireen ja siitä aiheutuvat suorituspaineeet keskeisenä ongelmana. Toisaalta kiireen keskelläkin vaarallisten aineiden käsittelyyn muodostuu rutini, koska se kuuluu jokapäiväiseen työtoimenkuvaan. (Gilbert et al, 2006, 46)

Eri toiminnanharjoittajien yhteiset onnettomuustilanteiden harjoitukset ovat hyvä keino parantaa koordinoitua ja samalla täsmällisemmin havaita ne kohdat, missä kommunikointi voi aiheuttaa ongelmia. Riskienhallinnassa keskeisenä tekijänä voidaan siis nähdä häiriöiden ja onnettomuuksien ennaltaehkäisyyn panostava yhteistyö eri toimijoiden kesken. (Gilbert et al, 2006, 49) Inhimillisten virheiden minimoimiseen on panostettu mutta täyttää nollatoleranssia tässä ei voida koskaan saavuttaa. Kuten aiemmin todettua, erehtyminen on inhimillistä.

## **5 KAASU- JA NESTESATAMAN TURVALLISUUS JA TOIMINTAOHJEET**

HaminaKotkan kaasu- ja nestesataman toimintaohjeen perusteena ovat määräykset vaarallisista aineista irtotavarana. Vaarallisilla aineilla ymmärretään tässä irtolastina kuljetettavia kemikaaleja, kaasuja ja öljytuotteita. Kuten aiemmin todettiin, tämä työ rajataan koskemaan vain kemikaaleja ja öljytuotteita.

Kemikaalialuskoodi eli IBC-koodi (International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk) ja vanhoille aluksille BCH-koodi (Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk) käsittävät vaarallisia kemikaaleja irtolastina kuljettavien alusten rakentamista ja varustamista koskevaa Kansainvälisen merenkulkujärjestö IMO:n (International Maritime Organization) kansainvälistä säännöstöä. Koodissa annetaan kemikaalisäiliöaluksille niiden rakennetta ja varustelua koskevat erityismääräykset ja kemikaalikohtaiset kuljetusehdot sekä erinäisiä toiminnallisia määräyksiä. Näiden lisäksi tulee soveltuvin osin noudattaa kulloinkin voimassa olevaa International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT)-ohjeistusta. Tämä 450-sivuinen ohjeistus sisältää raakaöljyn ja öljytuotteiden turvallisen kuljetuksen ja käsittelyn säiliöaluksilla ja terminaaleissa. Opas tarjoaa tiettyjä näkökohtia säiliöaluksen ja terminaalin väliseen toimintaan mutta se ei ole pakollinen. Yleinen suositus kuitenkin on, että ISGOTT löytyy jokaisesta öljytankkerista ja kaikista terminaaleista. Näin johdonmukainen menettely ja vastuun jakaminen aluksen ja terminaalin välillä on kaikille mahdollisimman selvää. (Haminan öljysataman toimintaohjeet, 2010)

IMO on laatinut tärkeitä säännöksiä liittyen merenkulun turvallisuuteen. Näistä SOLAS (International Convention for the Safety of Life at Sea) ja MARPOL (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) ovat merkittävimmät liittyen satamatoimintoihin ja turvallisuuteen.

SOLAS (International Convention for the Safety of Life at Sea) on nimitys kansainvälistä meriliikennettä koskeville säännöille ja säädöksille. Se on kansainvälinen sopimus, jossa määritetään laivanrakennusta, laitteistoa ja alusten toimintaa koskevat vähimmäisvaatimukset. SOLAS-sopimuksen VII luku sisältää vaarallisten aineiden aluskuljetusmääräykset.

Marpol 73/78 (The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) on kansainvälinen säännös jonka tarkoitus on estää tai rajoittaa alusten aiheuttamaa meren ja muun ympäristön pilaantumista. Sopimuksen liite II sisältää säännöt irtolastina kuljetettavien meriympäristölle vaarallisten nestemäisten aineiden aiheuttaman meren pilaantumisen ehkäisemisestä. (IMO, 2011)

Näiden lisäksi laitureilla ja terminaalialueella sekä niihin välittömästi liittyvillä tuoteputkistoalueilla saa käyttää ainoastaan virheettömiä ja asianmukaisessa järjestyksessä hyväksytyjä ATEX-sähkölaitteita (esim. kännykät eivät saa olla akkukäyttöisiä). Työvaatetuksen tulee olla CE-hyväksytyjä antistaattisesta materiaalista valmistettuja. Edellä mainittujen lisäksi myös Haminan kaupungin satamajärjestystä on noudatettava. (Haminan öljysataman toimintaohjeet, 2010)

Laivan miehistöä koskevat yhtenäiset standardoidut säännöt jonka mukaan heidän on toimittava. Laivaväeltä, joka on vastuussa säiliöaluksen lastin käsittelystä, vaaditaan pätevyyskirjan lisäksi säiliöaluksen toimintoihin perehdyttävän koulutuksen suorittaminen tai hyväksyty kolmen kuukauden harjoittelujakso säiliöaluksella. Öljysäiliöaluksen, kemikaalisäiliöaluksen ja nestemäistä kaasua kuljettavan säiliöaluksen päälliköltä, yliperämieheltä, konepäälliköltä, I konemestarilta ja muulta henkilöltä, joka on välittömässä vastuussa lastin käsittelystä, vaaditaan pätevyyskirjan lisäksi kullekin mainitulle säiliöalustyypille erikseen järjestettävän erikoiskoulutuksen suorittaminen vähintään kuusi kuukautta tehtävien edellyttämää meripalvelua tyypiltään samanlaisessa aluksessa. (TraFi, 2012)

Kaasu- ja nestesataman turvallisuutta määritetään monissa laissa, asetuksissa ja määräyksissä. Keskeisimmät lait koskettavat työturvallisuutta, palo- ja pelastustoimia, vaarallisia aineita, ympäristöasioita, alusturvallisuutta, liikenneturvallisuutta sekä rikostorjuntaa.

Kemikaaleja käsittelevät ja varastoivat yritykset tekevät toimintaansa liittyen erilaisia ja erilaajuisia arviointeja sellaisista tekijöistä tai olosuhteista, joista voi aiheutua ei-toivottu tapahtuma, onnettomuus tai muuta haittaa ympäristölle tai työntekijän terveydelle tai turvallisuudelle. Näissä vaarojen arvioinneissa kartoitetaan vaihtelevalla tarkkuudella ja laajuudella tapahtumien syitä ja seurauksia sekä niihin varautumista.

Teollisuuskemikaaliasetus eli asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista (59/1999) on keskeinen kattolainsäädäntö vaarallisten kemikaalien teollisessa käsittelyssä ja varastoinnissa. Kaikki Turvatekniikan keskuksen (TUKESin) valvonnassa olevat laajamittaista teollista käsittelyä ja varastointia harjoittavat laitokset joutuvat lupahakemuksessa (asetus 59/1999, liite II, kohta 8) esittämään toiminnanharjoittajan arvion kemikaalien käsittelyyn ja varastointiin liittyvistä vaaralähteistä, olosuhteista ja tilanteista, joissa onnettomuus on mahdollinen, sekä kuvauksen tyypillisistä ja suurimmista mahdollisista vaaratilanteista, niiden seurauksista laitoksen sisällä ja vaikutuksista laitoksen ulkopuolelle. (FINLEX, 2012)

Laajamittaista vaarallisten kemikaalien käsittelyä ja varastointia harjoittavista tuotantolaitoksista on velvollisia tekemään turvallisuusselvityksen (asetus 59/1999, 15 §, 22 §, liite IV). Toiminnanharjoittajan tulee turvallisuusselvityksessä osoittaa, että tuotantolaitoksessa on tunnistettu suuronnettomuuden vaarat sekä ryhdytty tarpeellisiin toimiin niiden ehkäisemiseksi ja tällaisten onnettomuuksien ihmisille, ympäristölle ja omaisuudelle aiheuttamien seurauksien rajoittamiseksi. Turvallisuusselvityksessä tulee tunnistaa ja

analysoida onnettomuusriskit sekä niiden ehkäisemiskeinot. Turvallisuusselvityksen tulee sisältää yksityiskohtainen kuvaus mahdollisten suuronnettomuuksien kulusta sekä siitä, millä todennäköisyydellä tai minkälaisissa olosuhteissa onnettomuuksia esiintyy. Lisäksi siinä tulee olla arvio kuvattujen suuronnettomuuksien seurausten laajuudesta ja vakavuudesta sekä kuvaus laitosten turvallisuuden takaamiseksi käytettävistä teknisistä tekijöistä ja laitteista. Tuotantolaitoksen turvallisuusjohtamisjärjestelmän tulee kattaa menettelyt suuronnettomuusvaarojen kuvaamiseksi ja arvioimiseksi normaalissa ja normaalista poikkeavissa tilanteissa. Myös turvallisuusjohtamisjärjestelmä kuvataan turvallisuusselvityksessä. (Kemikaaleja käsitteleviltä ja varastoivilta toiminnanharjoittajilta edellytettäviä vaarojen arviointeja, 2001)

Yritys luo ja ylläpitää turvallisuutta osana normaalia toimintaansa, jos se toimii hyvin. Tällöin turvallisuuden ymmärtämisessä korostuvat organisaation toiminnan normaalit ilmiöt ja prosessit. VTT:n tutkijoiden uuden määritelmän mukaan turvallisuus on organisaation rakenteiden ja prosessien vuorovaikutuksesta syntyvä kyky ja tahto ohjata vaarojen tunnistamista ja niihin varautumista. Turvallisuuden kehittämiseksi on ymmärrettävä paremmin organisaatioiden toimintaa, niiden ilmiöitä ja lainalaisuuksia. (Tilastokeskus, 2011)

## **5.1 Satama-alueen toimijat riskienhallinnassa**

Toiminnanharjoittajat omistavat säiliöt, putkistot ja letkut. Yhtiön henkilökunta vastaa aineen purkamisesta, valvonnasta, varastoinnista ja lastaamisesta alukseen. Yhtiö vastaa myös varusteista, työohjeista, maadoituksista, teknisistä turvatoimista ja henkilökunnan koulutuksesta sekä ajankohtaisista riskiarvioinneista.

Tarkastusyritys: Näytteenottaja.

Alus: Lastaa laivan, omistaa laivanpuolisen putkiston ja liittimet. Aluksen henkilökunta vastaa lastattavien tankkien kunnosta ja puhtaudesta, laivan lastaussuunnitelmasta ja aineen varastoinnista aluksessa.

Satama: Vastaa satama-alueen turvallisuudesta, kulkuluvista ja laiturialueen kunnosta.

Logistiikkayhtiö: koordinoi ja kommunikoi varustamon, asiakkaan ja terminaalin välillä, dokumentoi sekä ohjeistaa rahtaaja – varustamo – näytteenottaja – terminaali-ketjua.

Aineen omistajana on ulkomainen asiakas, joka ei varsinaisesti osallistu riskienhallintatoimiin. Aineen omistaja kuitenkin määrittelee näytteenotto-, ja analyysitarpeet. Vaikka näytteenotto varsinaisesti tähtää aineen laadun varmistamiseen (taloudellinen riskinhallinta), näytteenotto ja analyysi myös varmistavat, että kyseessä on oikea aine. Näin voidaan välttää esimerkiksi virheellisesti merkityn aineen purkaminen väärään säiliöön ja välttää mahdollisia kemiallisia reaktioita ja niistä aiheutuvia vaaroja. Riskianalyyseissa ja riskinhallintatoimien arvioinnissa tämä vaihe tunnustetaan kriittiseksi riskienhallintatoimeksi. Viranomaisvaatimusta aineen analyysistä ei ole. Periaatteessa sekä varastointiyritys että varustamo voivat sopimuksessa vaatia aineen analyysiä. Kovan kilpailutilanteen takia tämä ei kuitenkaan aina onnistu. (Gilbert et al, 2006, 47)

## **5.2 Toimintaohjeet tankkialuksen lastauksessa ja purkauksessa**

Välittömästi ennen lastauksen aloittamista on aluksen päälliköllä oltava käytettävissä seuraavat asiakirjat tai tiedot:

- asiakirja, jossa on aineen tekninen nimi, seoksista teknisten nimien määräosuudet ja YK-numero

- tiedot lastin fysikaalisista ja kemiallisista ominaisuuksista, jotka vaikuttavat kuljetuksen turvallisuuteen (reaktiivisuus, syttymispiste, leimahdus-, ja kiehahtuspiste)
- ohjeet vuotojen käsittelystä, toimenpiteet lastin päästyä kosketuksiin ihmisen ihoon, silmään tai limakalvoon, sopivat sammutusmenetelmät, toiminta lastattaessa, siirrettäessä ja purettaessa, säiliöiden puhdistus sekä painolastin käsittely.

Jos yllämainittuja tietoja ei ole käytettävissä, niin lastausta ei saa aloittaa. (Alava, 2012)

Tankkialuksen lastauksen ja purkauksen tulee tapahtua terminaalipäällikön ja aluksen päällikön yhteistyönä. Aluksen turvallisuudesta ja henkilökunnasta aluksella vastaa aluksen kapteeni. Laitteista ja henkilökunnasta maissa vastaa terminaalipäällikkö. Ennen lastausta ja purkausta on aina käytävä läpi 61-kohtainen turvallisuustarkastuslista alus/laituri (the Ship/Shore Safety Check-List), jonka kumpikin osapuoli allekirjoittaa. Turvallisuustarkastuslista koostuu neljästä osasta, joista osat A ja B käsittelevät palavien nesteiden kuljettamista. Osa A sisältää kohdat, jotka tarkistetaan fyysisesti ja osa B ne kohdat, jotka todennetaan suullisesti. Osa C käsittää nestemäisten kemikaalien kuljetuksen ja osa D sisältää vastaavasti kohdat nesteytetyille palaville kaasuille. Kohdat C ja D ovat suullisesti tehtäviä tarkastuksia. (Haminan öljysataman toimintaohjeet, 2010)

Turvallinen toiminta edellyttää, että kaikki merkitykselliset kohdat huomioidaan ja kohdasta vastuussa olevasta tai vastuussa olevista osapuolista sovitaan. Kohtiin, joissa kumpikaan osapuoli ei ole valmis ottamaan ilmoitettua vastuuta, täytyy kohtaan ”Huomautukset” merkitä huomautus ja harkinnasta johtuen tulisi arvioida, voidaanko toimenpidettä jatkaa.

Lastauksesta ja purkauksesta sekä näiden valmisteluista aluksen päällikön ja terminaalipäällikön valvonnassa huolehtii aluksella yliperämies ja maissa turvallisuus-, ja putkistovahti. (Haminan öljysataman toimintaohjeet, 2010)

### **5.2.1 Määräykset ja ohjeet turvallisuus- ja putkistovahdille**

Turvallisuusvahdin tulee ennen pumppauksen alkua ottaa yhteys aluksen päällystöön, aluksen vahtiin ja pumppumieheen. Hänen tulee ottaa selville pumpattavan aineen laatu. Ennen pumppauksen aloittamista hänen tulee tarkastaa, että puhelimet ja yhteyskanavat ovat kunnossa ja että palosuojelu- ja muut turvallisuusvarusteet ovat määrätyillä paikoilla. Turvallisuusvahdin tulee oleskella aluksen ja sataman putkilaitteiden yhdistämiskohdan välittömässä läheisyydessä niiden kiinnityksestä alkaen aina siihen asti, kunnes irrottaminen tapahtuu lopetetun lastauksen/purkauksen jälkeen.

Pumppauksen aikana turvallisuusvahti ylläpitää yhteyttä työnjohtoon maissa ja vastuulliseen henkilöstöön aluksella siten, että pumppaus mahdollisen vaaran uhatessa voidaan nopeasti pysäyttää. Hänen velvollisuutenaan pumppauksen aikana on mm. huolehtia, että lastaus-/purkauspaikka on suljettu eikä asiaankuulumattomia henkilöitä oleskele sillä alueella. Turvallisuusvahdin tulee myös huolehtia, etteivät letkut riipu siten, että ne voivat vahingoittua omasta tai aluksen liikkeestä. Hänen tulee tarkistaa säännöllisin väliajoin, että pumppaus tapahtuu säädetyllä paineella ja ettei öljyä ole veden pinnalla aluksen ja laiturin välissä. (Haminan öljysataman toimintaohjeet, 2010)

Putkistovahdin tulee ennen pumppausta ottaa yhteys varastoon ja turvallisuusvahtiin saadakseen tietää minkälaista tuotetta pumpataan ja mihin putkeen pumppaus tapahtuu. Putkistovahdin tulee tarkastaa kyseinen putki alkaen purkavasta aluksesta tai toimittavasta varastosta ja



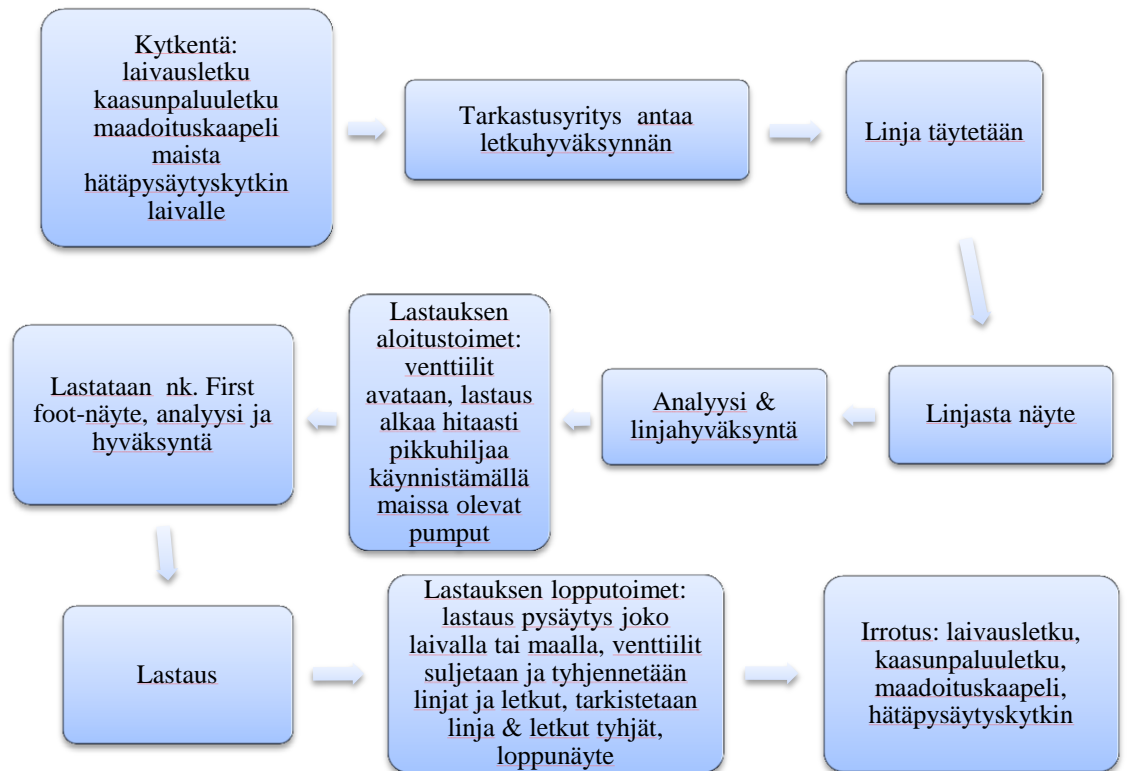
tällöin avata ne venttiilit, jotka pumpattava tuote ohittaa (läpäisee, joiden kautta kulkee), tarkastaa, että muut kyseiseen putkeen liittyvät haaraventtiilit ja tyhjennykset ovat kiinni sekä ilmoittaa varastolle, että putki on valmis pumppaukseen.

Pumppauksen aikana putkistovahdin tulee seurata putkea ja kontrolloida, että kaikki kyseiset venttiilit ja laipat ovat tiiviit. Hänen tulee seurata putkea tarpeen mukaan, kuitenkin vähintään kerran tunnissa. Pumppauksen jälkeen putkistovahdin on otettava yhteys varastolle, joka antaa määräyksen putken tyhjennyksestä. Varaston ilmoitettua putken tyhjäksi putkivahti pysäyttää paineilman, pysäyttää pumpun tai sulkee pysäytysventtiilit sekä tarkastaa, ettei vuotoa esiinny eikä ole esiintynyt.

Sekä turvallisuus-, että putkistovahdin tulee olla varustettu suojauspuvulla, tarkoituksenmukaisilla jalkineilla sekä puhelimella. Kaikki työkalut ja laitteet tulee olla EX-merkinnällä varustettua mallia. Työvaatetus tulee olla CE-hyväksytyjä antistaattisesta materiaalista valmistettuja. (Haminan öljysataman toimintaohjeet, 2010)

### **5.3 Satama- ja alusrajapinnan toiminnallisten riskien arviointi**

Satamatoimintojen kemikaalien käsittelyketjun riskiarvioinnista voidaan tunnistaa neljä erilaista riskikokonaisuutta, joihin suurin osa merkittävimmistä riskeistä liittyy. Nämä ovat purkaustoimet, varastointi säiliössä, lastaus ja näytteenotto sekä tarkastus. (Gilbert et al, 2006, 44) Edellä mainitut merkittävimmät riskikokonaisuudet liittyvät selkeästi operatiiviseen toimintaan alusrajapinnassa.



Kuva 5.1 Alusrajapinnan toimintovaiheet

Kuvassa 5.1 esitetään alusrajapinnan toimintovaiheet. Toiminta alkaa siitä hetkestä, kun alus saapuu kaasu- ja nestesatamaan, kiinnitetään köysillä laituriin ja aloitetaan kytKentäväaihe. Kuva 5.3 on tehty riskikaavion muotoon löysästi toimintovirheanalyysia hyväksikäyttäen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) määrittelee kyseisen analyysin seuraavasti: Toimintovirheanalyysi aloitetaan jakamalla tarkasteltava työtehtävä työosiin eli työvaiheisiin. Tällöin selvitetään, mitä erillisiä toimintoja tehtävän suorittaminen eri tilanteissa sisältää ja mitä laitteita kunkin työvaiheen yhteydessä käytetään. Jokainen työvaihe analysoidaan ja arvioidaan siihen mahdollisesti liittyviä toimintovirheitä. Tunnistetuille vaaratilanteille arvioidaan riski. Kun vaaran syyt on tunnistettu ja seuraukset arvioitu, voidaan kyseisen riskin suuruus määrittellä. Riskin suuruuteen vaikuttavat tapahtuman todennäköisyys ja seurausten vakavuus.

Toimintovirheanalyysi on tunnistamismenetelmä ja sen tavoitteena on löytää ihmisen toimintovirheistä aiheutuvat vaarat. Sen periaatteena on, että jakamalla rajattu työtehtävä toimintoihin tunnistetaan kuhunkin toimintoon liittyviä merkittävimpiä virhemahdollisuuksia ja niistä aiheutuvia vaaroja. Toimintovirheanalyysin tavoitteena ei ole virheen tekijän tai syyllisen etsiminen, vaan ihmiselle luonteenomaisten virhesuoritusmahdollisuuksien ja niiden vaikutusten tunnistaminen. Toimintovirheanalyysi soveltuu parhaiten sellaisten työtehtävien tarkasteluun, jotka voidaan määritellä selvinä toimintosarjoina ja jotka toistuvasti tehdään tietyssä paikassa tai tietyllä rajatulla alueella. Se ei sovellu muuttuvaan työympäristöön ja jäsentymättömiin työtehtäviin. Toimintovirheanalyysin puutteita ovat, ettei se tunnista työtehtäviin liittyviä välittömiä tapahtumavaaroja eikä anna yksityiskohtaista tietoa prosessin aiheuttamista vaaroista. (VTT)

Alusrajapinnassa tapahtuva operatiivinen toiminta alkaa siitä hetkestä, kun alus saapuu kaasu- ja nestesatamaan ja köydet kiinnitetään. Köysien kiinnitys on satamanpitäjän vastuulla. Tämän jälkeen operatiivinen vastuu siirtyy jokaiselle kyseisessä lastauksessa ja/tai purkauksessa toimivalle operaattorille. Kemikaalisäiliöaluksen lastimäärät käsittävät paljon eri aineita, yleensä pieniä eriä pienissä säiliöissä ja myös putkistot ovat pienet. Tällöin lastaus ja purkaus voi tapahtua samaan aikaan ja se tapahtuu melko nopeasti (4-5 tuntia).

*Kytkevävaiheeseen* kuuluvat laivausletkun, kaasunpaluuletkun ja mahdollisen maadoituskaapelin kytkeminen. Myös hätäpysäytyskytkimet asennetaan ja sijoitetaan tässä vaiheessa. Seuraavassa selvitetään edellä mainittujen letkujen ja muiden laitteiden tarkoitus.

Laivausletku: laivausletkua pitkin pumpataan kemikaaleja alukseen tai sieltä pois.

Kaasunpaluuletku: paineventtiilien kautta vapautuvia kaasuja (= hönkäkaasuja) ei pääse ympäristöön vaan ne kierrätetään kaasuletkujen kautta joko maasäiliöön tai aluksella lastisäiliöön.

Maadoituskaapeli: säiliöalus on heti kiinnityksen jälkeen maadoitettava maadoituskaapelin avulla. Alus maadoitetaan, jotta siihen ei tule vaarallista sähkövarausta. Maadoitus saadaan irrottaa vasta aluksen lähtiessä satamasta. Palavien nesteiden ja kaasujen siirtoon saa käyttää vain maadoitettua tyhjennys- ja täyttöletkua. Siirtoon ei saa käyttää paineilmaa.

Toinen koulukunta on maadoituskaapelin puolesta ja toinen vastaan. Haminan kaasu- ja satamassa ollaan maadoitusta vastaan, koska maadoituskaapelin käyttöön sisältyy staattisen sähkön riski. Kemikaaleja syötetään suurella nopeudella, jolloin staattisen sähkön riski nousee (nk. hönkäkaasuja nousee). Aluksen ympärillä on 20 m:n ATEX turva-alue joka suuntaan. Tämä alue on räjähdysvaarallinen jossa käytettäviä laitteita koskevat erikoismääräykset. ATEX-luokiteltuja tuotteita on pakko käyttää, koska tällä alueella pienikin kipinä saattaisi aiheuttaa palo- tai räjähdysvaaran.

Hätäpysäytyskytkin: putkistoon asennetaan kauko-ohjattava hätäpysäytys venttiililaiturin välittömään läheisyyteen. Hätäpysäytyspainikkeita sijoitetaan laiturille lastausvarsien ja letkujen välittömään läheisyyteen sekä siirrettävä hätäpysäytyspainike myös laivan kannelle.

Hätäpysäytyksen on estettävä putkistossa olevan kemikaalin valuminen mereen esim. letkurikon tapahtuessa. Hätäpysäytyksen tapahtuessa (sataman tai toiminnanharjoittajan) pumppujen tulee pysähtyä, säiliön rintaventtiilin ja laiturilla olevan venttiilin sulkeutua automaattisesti. Hätäpysäytys ei saa aiheuttaa vaarallista paineiskua putkistoon.

*Näytteenotto*-vaiheessa maasäiliöstä otetaan näyte ennen lastausta. Lastin laatutodistus tulee sen mukaan. Laivan säiliöstä otetaan näyte

ennen purkausta. Usein purkausta ei aloiteta ennen analyysin valmistumista ja hyväksymistä, vaikka analyysin valmistuminen saattaa kestää parikin tuntia. Linjanäyte otetaan, ettei linjasta ole päässyt sekoittumaan aikaisemman lastin jäämiä. Alkunäyte eli "first foot" otetaan lastauksen alkuvaiheessa, usein lastausta jatketaan vasta analyysin jälkeen (esimerkkinä metanoli: jos näyte ei mene läpi, huuhdellaan tankki jalan näytteen lastilla). Lastauksen loputtua otetaan näytteet, joista jää pullo(t) myös laivalle.

Bennettin (2010) mukaan näytteenotto on tärkeää, koska sillä taataan ostetun tuotteen oikea laatu ja että se on soveltuva tarkoitettuun käyttökohteeseen. Saastunut aine tulee huomattavasti kalliimmaksi kuin näytteenotossa syntyvä aineen vajaus ja mahdollinen saastuneisuus voidaan määritellä ainoastaan kunnollisella näytteenotolla. Kunnollinen näytteenotto vaatii tekijältään tuotetuntemusta, ammattitaitoa, huolellisuutta ja oikeaa laitteistoa. Työnä se on likaista ja turhauttavaa mutta se on ehkä kaikkein tärkein aspekti lastin siirrossa varastoon/säiliöön. Haittapuolena on, että näytteenotto on aikaa vievää ja aika on arvokasta.

Näytteenoton ja tarkastustoiminnot suorittaa erillinen tarkastusyriitys. Vuonna 2006 julkaistussa "Kemikaalionnettomuusriskien hallinta toimijaverkostossa Kymenlaaksossa" tämä kyseinen toiminto tunnistettiin sekä kriittisenä riskienhallintatoimena että mahdollisena häiriön aiheuttajana. Esimerkiksi ainoa häiriö, jonka tyyppisenä seurauksena voi olla jopa kuolema, koski tarkastustoimintaa.

*Lastausvaiheessa* joissakin satamissa linjat paineistetaan eli putkisto täytetään lastattavalla aineella. Avataan halutut venttiilit ja lastataan alkunäyte sopimuksen mukaan. Lastauksen aloitus tehdään hiljaa, jotta saadaan selville mahdolliset vuodot putkistossa ja että kemikaali menee oikeaan säiliöön. Lastauksen lopetus tehdään hiljaa tankkiin, jossa on tilaa. Lopuksi lasti mitataan ja lasketaan.

Laivan lastauksessa on mukana erityisen monta toimijaa (alus, varustamo, huolitsija, tarkastusyriitys, varastointiyriitys ja tietyssä määrin satama), mikä riskianalyyseissa nousi esiin keskeisenä riskitekijänä. Tehokas kommunikointi eri toimijoiden välillä on erityisen tärkeää seuraavissa:

- lastaussuunnitelma (aineet, järjestys, tankit, määrät)
- pysäytysvastuun määrittely
- turvajärjestelmien ja – menetelmien vastuuttaminen (kuka seuraa lastattua määrää, mitä turvajärjestelmiä käytetään sekä kenen vastuulla minkin menetelmän valvonta ja suorittaminen on).

Yleisesti ottaen voidaan todeta, että aluksen lastaustoimintaan osallistuvat operatiiviset toimijat ovat kiitettävästi panostaneet rajapintojen selkeyttämiseen ja kommunikointimenettelyjen kehittämiseen. Esimerkiksi kommunikointikieleksi on määritelty englanti ja kommunikointikanavana ovat eri operaattoreiden radiopuhelimet, jotka on säädetty sovitulle taajuudelle. Tästä huolimatta kommunikaatio ja koordinointi tunnistettiin hankkeessa keskeisenä riskitekijänä. (Gilbert et al, 2006, 48)

*Purkausvaiheessa* sovitaan purkausjärjestys ja nopeudet. Otetaan näytteet tai puretaan alkunäyte sovitusta tankista maihin analyysiä varten. Tarkastetaan linjat vuodon varalta. Purkauksen aloitus hiljaa, kun lupa on saatu. Nostetaan paine hitaasti maksimiin.

Kemikaalivuotoja voi tapahtua periaatteessa kaikissa edellä kuvatuissa vaiheissa. Vuodot ovat mahdollisia aina siellä, missä ainetta käsitellään.

Nestesatamassa käsiteltävien eri aineiden käsittelytavoissa ei ole eroja. Toisin sanoen; aineen ominaisuuksilla ei ole merkitystä sillä toimintamalli on aina sama. Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO on laatinut vain yleisohjeet toiminnoista satamissa. Ne ovat siis enemmänkin suosituksia, eivät lakeja. Tämä aiheuttaa sen, että jokaisella satamalla on omat sääntönsä toimia. Jokaisella satamassa toimivalla yrityksellä on oma, valitun strategian mukainen toimintamalli.

Satamatoimintojen tekniset turvatoimet ovat mittavia. Niitä hallitaan eri lakien ja viranomaisten taholta. Käytössä on erilaisia mittareita, automaattisia seurantalaitteita ja hälyttimiä. Sekä tekniset turvatoimet että mahdollisen onnettomuuden vaikutusten rajoittamiseen tähtäävät laitteistot ja rakenteelliset ratkaisut ovat hyvässä kunnossa. (Gilbert et al, 2006, 46) Lisäksi mahdollisten onnettomuuksien vaikutusten minimoimista infrastruktuurisilla ratkaisuilla on huomioitu allastuksilla ja suljetuilla viemäreillä. Voidaan siis sanoa sataman olevan varsin turvallinen paikka. Alueella toimijoilla on korkea turvallisuuskulttuuri ja turvallisuustaso. Omien sanojen mukaan ”kun porukkaa on töissä enemmän niin riskit vähenevät. Työvoimakulut tietysti kasvavat mutta periaatteena on ”safety first”.”

Ihmisen toiminnasta johtuvat inhimilliset virheet, kuten kommunikointi- tai koordinoitongelmat ovat viranomaisvalvonnan ulkopuolella. Keskeinen syy tähän on eri vastuiden rajapintojen häilyvyys. Tästä syystä löytyy potentiaalisia suuronnettomuuksia mahdollistava aukko, joista moni liittyy kommunikaatioon ja koordinointiin. Sataman vilkkaassa toimintaympäristössä mahdollisesti tapahtuva onnettomuus voi pahimmassa tapauksessa helposti johtaa kappaleessa 5.4 mainittuun domino-onnettomuusketjuun.

#### **5.4 Kaasu- ja nestesatamassa sekä merellä tapahtuneita kemikaalionnettomuuksia**

Onnettomuustutkintakeskus on vuodesta 1996 tutkinut Suomessa kaikki suuronnettomuudet sekä kaikki vesi-, rautatie- ja ilmailuliikenteen onnettomuudet sekä vaaratilanteet. Seuraavana esitellään kaksi näistä Internetissä julkaistuista tutkimusselostuksista. Kumpikin on satamatoiminnan kannalta merkittävä tapaus ja molemmissa kyseessä on Haminan kaasu- ja nestesatamassa tapahtunut kemikaalivuoto.

*Tapaus 1:* Italialainen kemikaalialus CRYSTAL RUBINO lastasi Haminan kemikaalisataman laiturissa 1 nonyylifenolietoksyylaattia (tuotteen kauppanimi ”Neonol”) 20.7.2000. Aluksen lastivalvomossa vaihtui lastausta valvonut perämies klo 13.00. Vuoroon tuli II perämies, joka ei ollut kokenut tehtävässään, eikä hänellä ollut muodollista pätevyyttä toimia itsenäisesti lastausta valvovana henkilönä. Kello 16.10 kannella ollut matruusi huomasi lastattavan aineen tulevan 1P – tankin vajantoluukusta kannelle. Kannelta aine valui aluksen peräosan ylivuotokaivoon, jonka valuma-aukon venttiili oli auki. Aine valui tästä aukosta laiturille ja laiturilta mereen. Meressä syntyi vaahtoa ja pinnalle nousi kuolleita kaloja. Onnettomuuden syynä olivat lastauksen valvonnan puutteet ja auki jätetyt vajantoluukku ja ylivuotokaivon venttiili. Ennen latausta ei aluksella ollut testattu lastitankkien ylärajahälyttimien toimintaa. Laiva-laituri-tarkastuslista (Ship–Shore Safety check list) oli täytetty ennen lastausta varmistamatta listan tarkastuskohteiden todellista tilaa. (Onnettomuustutkintakeskus, 2012)

*Tapaus 2:* Kesäkuun 12. 2001 aloitettiin MT GRANATO aluksesta fenolin purkaminen Dynea Finland Oy:n maasäiliöön Haminan satamassa aluksen lastipumpuilla. Kun purkausta oli jatkettu noin 15 minuutin ajan, huomattiin, ettei lastia tule maasäiliöön. Työntekijät tarkastivat lastiputken kulkemalla sen viertä ja havaitsivat, että putkesta vuotaa fenolia maaperään. Pumpaus lopetettiin ja pelastusviranomaiset hälytettiin paikalle. Fenolia pääsi vuotamaan maaperään noin 10,8 tonnia betonisessa putkikanaalissa teiden alla olevasta purkauslinjasta, joka oli syöpynyt useasta kohdasta. Vuotopaikka saneerattiin ja suurin osa maahan vuotaneesta fenolista saatiin pois. Saastuneet maa-ainekset toimitettiin ongelmajätelaitokselle.

Onnettomuuden syynä oli maanalaiseen kanaaliin sijoitettu puhki syöpynyt putki. Putkessa oli sekä ulkopuolisia että sisäpuolisia syöpymiä. Yhtiössä (Dynea Finland Oy) voimassa olleet menetelmät eivät sisältäneet pitkään



käytöstä poissa olleen putkiston tarkastusta koeponnistamalla ennen sen uudelleen käyttöönottoa. Koeponnistaminen olisi paljastanut putken syöpmisen. Ennakkohuoltomenettelyt eivät sisältäneet viranomaisesta tyydyttävää lastiputkistojen tarkastusohjelmaa. Sellainen oli valmisteilla, mutta ei vielä toteutunut käytännössä. Terminaalien henkilökunta ei ollut ilmeisesti perehtynyt aluksen lastaus- ja purkausrutiineihin. Epävarmuus vaikutti siihen, että yhteisten toimintojen puuttumiseen kynnys oli suurempi kuin jos toisten työtehtävät ja vastuut olisi tunnettu paremmin. Käsitystä yhteisestä turvallisuudesta ei muodostunut eikä haluttu mennä toisen reviirille. (Onnettomuustutkintakeskus, 2012)

*Maailmanlaajuisesti* tapahtuneita kemikaali-, ja öljyonnettomuuksia tutkivat monet eri järjestöt. Tietoa keräävät mm. ITOPF (The International Tanker Owners Pollution Federation Limited), EPA (The US Environmental Protection Agency) ja eurooppalainen CDI (Chemical Distribution Institute).

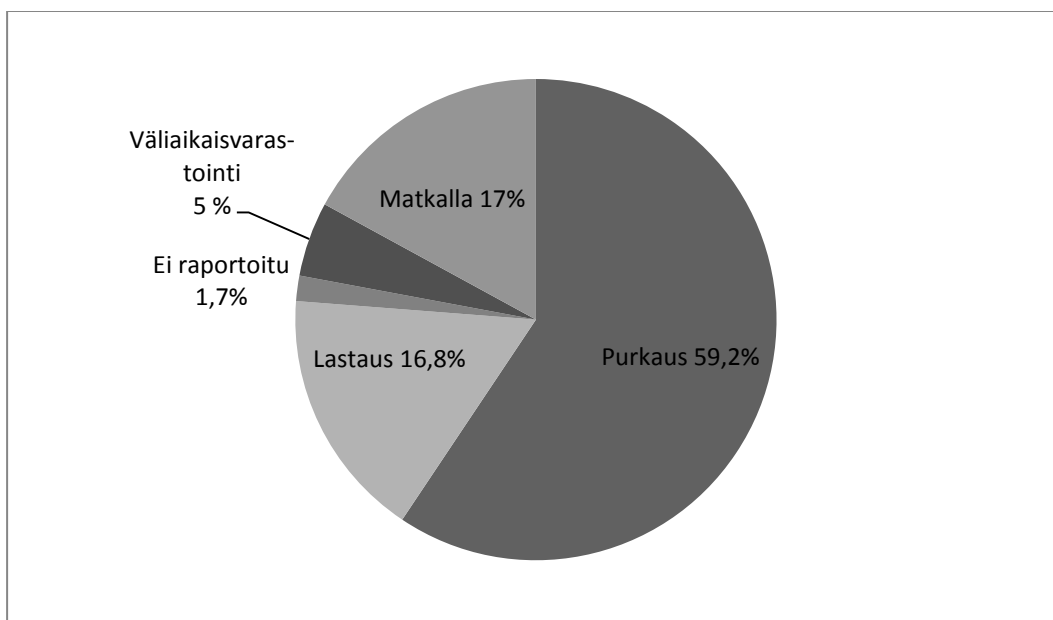
Taulukko 2. Öljyvuotojen syyt 1970-2010

	<7 Tonnia	7-700 Tonnia	>700 Tonnia	Yhteensä
<b>OPERAATIOT</b>				
Lastaus/purkaus	3157	385	37	3579
Bunkraus	562	33	1	596
Muut toiminnot	1250	61	15	1326
<b>ONNETTOMUUDET</b>				
Törmäys	180	337	132	649
Pohjakosketus	237	269	160	666
Runkovauriot	198	57	55	310
Laiteviat	202	39	4	245
Tulipalo & Räjähdyk	84	33	34	151
Muut/tuntemattomat	1975	121	22	2118
<b>YHTEENSÄ</b>	7845	1335	460	9640

The International Tanker Owners Pollution Federation Limited (ITOPF) on julkaissut tilastoja öljyvuoto-onnettomuuksista 1970-luvulta lähtien. Taulukosta 3 voidaan havaita, että raportoiduista vuodoista suurin osa (91 %) on alle 7 tonnin öljyvuotoja. Suurin osa näistä öljyvuoodoista tapahtuu aluksen ollessa satamassa ja siellä suoritettavien rutiinitöiden eli lastaus- ja purkaustilanteiden sekä bunkrauksen yhteydessä.

Chang & Cheng-Chungin (2006, 51-52) mukaan viimeisen 40 vuoden aikana maailmalla tapahtuneista säiliölaivaonnettomuuksista suurin osa olisi ollut estettävissä, jos turvallisuusjohtamiseen olisi kiinnitetty enemmän huomiota ja kunnollinen suunnittelu ylläpidossa ja operaatioissa olisi suoritettu. Raportoitujen tulosten (242 säiliölaivaonnettomuutta) mukaan 74 % onnettomuuksista tapahtui jalostamoilla, öljyterminaaleissa tai

varastoissa. Näistä onnettomuuksista 85 % aiheutti tulipalon tai räjähdyksen. Salama aiheutti 80 onnettomuutta ollen näin suurin yksittäinen onnettomuuden aiheuttaja. Toiseksi yleisin syy (72 kpl) onnettomuuksiin oli inhimillinen, ihmisen tekemä virhe. Näistä onnettomuuksista 64 kpl tapahtui terminaalissa lastaus-, tai purkausvaiheessa. Syitä näihin operointivirheisiin olivat tyhjennysventtiilien jääminen vahingossa auki, ylitäyttö, venttiilit suljettu lastaamisen aikana sekä tankkerin siirtyminen vahingossa lastauksen aikana.



Kuva 5.2 Vaarallisten aineiden kuljetusonnettomuudet kuljetusvaiheiden mukaan (U.S. 1993–2004), (Mullai, Larsson, 2008, 80)

Yllä olevassa kuvassa 5.2 esitellään vaarallisten aineiden kuljetusonnettomuudet eri kuljetusvaiheiden mukaan USA:n aluevesillä. Vajaa 80 % näistä onnettomuuksista on tapahtunut juuri purkauksen tai lastaamisen aikana. Myös Darbra et al. (2010) kiinnittävät tutkimuksessaan huomiota siihen, että lastaus- ja purkausvaihe on merkittävä tekijä kemikaalien domino-onnettomuuksissa. Eri historiallisten analyysien valossa 8-13 % kaikista kemikaalialalla sattuneista domino-

onnettomuuksista tapahtuu tässä vaiheessa. Ketjureaktio on tapahtumien sarja, jossa kaikki paitsi ensimmäinen tapahtuma ovat seurausta yhdestä tai useammasta muusta sarjan tapahtumasta. Kun onnettomuus tapahtuu ja sen seurauksena aiheutuu toinen onnettomuus, voidaan puhua ketjureaktiosta eli dominoefektistä.

Dominoefektiä on vaikea esitellä riskianalyyseissa eikä sen tunnistamisessa ole selkeää kriteeria. Suhteellinen ja todennäköisyyspohjainen tapahtumapuu ja yksittäisen tapahtuman yleisyys voivat kuitenkin saada aikaan taajuuden, mikä vastaa jokaista sarjaa ja tarjoaa järjestelmälliset keinot dominoefektin esittämisessä kvantitatiivisessa eli määrällisessä riskianalyyseissa.

Useimmat domino-onnettomuuksissa esiintyneet aineet olivat syttyviä (89 %) ja näistä LPG (liquefied petroleum gas eli nestekaasu) esiintyi kaikkein suurimmalla taajuudella. Sattuneiden onnettomuuksien tapahtumapuiden jäsentelyt myös osoittivat tulipalojen ja räjähdysten olevan ensisijaisia dominoefektin aiheuttajia. Täten syttyvien aineiden kanssa työskennellessä pitäisi huomioida turvallisuustoimenpiteiden suurempi merkityksellisyys.

Lastauksen ja purkauksen turvallisuuden kehittämiseen pitäisi kiinnittää erityistä huomiota. Terminaalioperaattoreiden koulutusta ja yhteisiä harjoituksia pitäisi kehittää, koska inhimillinen tekijä tunnistetaan aiheutuneiden onnettomuuksien suurimmaksi yksittäiseksi tekijäksi. (Darbra et al, 2010)

Ronza et al, (2003, 551) analysoivat 828 maailmalla tapahtunutta säiliölaivaonnettomuutta. Näistä 280 (34 %) onnettomuutta ilmeni lastaus-, tai purkausoperaatioiden aikana. Näin ollen laivan ja terminaalin vuorovaikutusalueella tapahtuvaa toimintaa voidaan pitää hyvin vaarallisena. Tähän on kaksi syytä: lastauksen ja purkauksen rajapinnassa käsitellään suuria määriä vaarallisia aineita ja inhimillisen

tekijän (ts. inhimillisen erehdyksen mahdollisuus) vaikutus on ratkaiseva näiden operaatioiden aikana.

He rakensivat myös suhteellisen todennäköisyyspohjaisen tapahtumapuun analysoidakseen dominoefektiä aiheutuneissa onnettomuuksissa. Sen mukaan säännöllisin järjestys domino-onnettomuuksissa oli seuraava: tulipalo -> räjähdys, vapautuminen -> tulipalo -> räjähdys sekä vapautuminen -> kaasupilvi -> räjähdys.

### 5.5 Inhimilliset virheet

“Knowledge and error flows from the same mental sources, only success can tell the one from the other” Ernest Marz 1905

Yleisesti hyväksytyn käsityksen mukaan 80–90 prosenttia onnettomuuksista johtuu inhimillisestä virheestä. Vaikka tämä käsitys osoittaa Human Factors - tekijöiden vahvaa panosta tapaturmien aiheuttajana, on se liian ylimalkainen tapaturmien torjuntaa varten. Sitä varten tarvitaan yksityiskohtaisempaa tietoa ihmisen toiminnasta vaaratilanteissa.

Virheellä tarkoitetaan kaikkia niitä tilanteita, joissa suunniteltu toiminta ei saavuta asetettuja tavoitteita eikä tätä epäonnistumista voi lukea jonkun ulkopuolisen tekijän syyksi. Erehtymisen sanotaan olevan inhimillistä, mikä tarkoittanee, että virheiden tekeminen kuuluu ihmisolemukseen. (Salminen, 2012)

Inhimillisten virheiden tarkempaa analyysia varten tarvitaan syvempää luokittelua. Lupaavin viitekehys luokitteluun tällä hetkellä on Rasmussenin (1986) kolmijako:

1) Taitoon perustuva: reagointi "selkärangalla" tapahtuu ilman tietoista kontrollia.

2) Sääntöön perustuva: tutussa tilanteessa noudatetaan sopivaa sääntöä.

3) Tietoon perustuva: uudessa tilanteessa tiedetään, minne halutaan, mutta keinot ovat etsittävä itse.

Vakavista työtapaturmista joka kuudennen luokiteltiin johtuvan teknisestä viasta eli toisin sanoen 84 % johtui inhimillisestä virheestä. Lähes puolessa tapaturmista oli tunnistettavissa taitoperusteinen virhe, kolmasosassa sääntöperusteinen ja vain 5 % tietoperusteinen virhe. (Salminen, 2012)

Petersenin (2003) mukaan inhimillisellä virheellä käsitetään selkeää poikkeama ihmisen suorituskyvyssä verrattuna aiemmin vaadittuun, olemassa olevaan tai odotettuun standardiin. Inhimillinen virhe on seurausta yhdestä tai useammasta seuraavasta tekijästä: ylikuormitus, tietoinen päätös tehdä virhe ja ansa.

Ylikuormituksesta puhutaan, kun ihmiselle annettu työtaakka on raskaampi kuin mihin hänen kapasiteettinsa riittää. Ylikuormitus voi olla fyysinen, fysiologinen tai psykologinen. Kun ylikuormitusta ajatellaan onnettomuuden syynä, täytyy huomioida yksilön kapasiteetti ja työtaakka. Ihmisen kapasiteetilla tarkoitetaan nykyistä elämäntilaa, tieto-, ja taitotasoa käsitellä nykyistä työtehtävää sekä huomioida mahdollisesti rajoittunut kapasiteetti johtuen alkoholin käytöstä, työpaineesta tai väsymyksestä.

Työtaakalla viitataan itse työhön ja mitä ihmiseltä vaaditaan suoriutuakseen siitä. Työtaakalla ymmärretään myös käsiteltävän informaation määrää siinä ympäristössä jossa ihminen toimii (huolet, stressi ja muut psykologiset paineet ja ihmisen yksityiselämä sekä yleinen elämäntilanne). Ihmisen olotila vaikuttaa motivaation määrään, asenteeseen ja vireystilaan.

Nykypäivän työympäristö on hyvin ylikuormittunut johtuen mm. työvoiman

vähentämisestä, ulkoistamisesta, itseohjautuvista työryhmistä ja työntekijä-omistaja mielikuvista/käsityksestä. Eräissä tilanteissa työntekijälle on loogisempaa valita vähemmän turvallinen vaihtoehto eli hän päättää tietoisesti tehdä virheen. Syitä tähän ovat seuraavat: työntekijän alhainen motivaatio aiheuttaa sen, että hän valitsee epäturvallisen toiminnon turvallisen sijaan. Työntekijän henkinen tila: työntekijä ei yksinkertaisesti usko todennäköisyyteen, että hänelle voisi tapahtua onnettomuus.

Kolmas syy inhimilliseen virheeseen ovat työntekijälle viritetyt "ansat" kuten yhteensopimattomuus. Työntekijä tekee virheen, koska hänen työtilanteensa on yhteen sopimaton hänen fysiikkansa kanssa tai se on erilainen mihin hän on tottunut. Toinen ansa on työpaikan suunnittelu, joka mahdollisesti edistää inhimillisen virheen syntyä. Kolmas ansa on työpaikan organisaatiokulttuuri ja millaiseen toimintaan se kannustaa tai ei kannusta. Tietyt tilanteet provosoivat virheen tekemiseen. Teoreetikkojen mukaan se johtaa päätökseen, että paljon enemmän edistystä työpaikalla saadaan itse tilannetta muuttamalla kuin saarnaamalla tai kuria kiristämällä. Inhimilliset virheet organisaation alemmilla tasoilla ovat oireita ylemmän organisaatiotason ongelmista. (Petersen 2003)

Strauchin (2010, 246) mukaan sosiotekniset systeemit, kuten kemikaaliprosessit sekä ihmisten ja tavaroiden kuljetukset, ovat laajoja ja monimutkaisia. Näissä systeemeissä eri kulttuurien keskinäinen vuorovaikutus on suurempi johtuen pääosin kaupan/kaupallistumisen globalisaatiosta. Erilaiset kulttuuritekijät saattavat aiheuttaa katkoksia tiimityöskentelyyn ja johtaa tätä kautta jopa katastrofaalisiin onnettomuuksiin.

Sosioteknisessä systeemissä sosio- (ihmisten ja yhteisön) ja tekninen (koneet ja teknologia) elementti yhdistetään toisiinsa saavuttaakseen systeemin tavoite. Kulttuurieroista ja systeemioperaatioista tiedetään hyvin

mutta vähemmän on tutkittu sitä, miten kulttuurierot tiimin jäsenten välillä voivat vaikuttaa sosioteknisiin systeemeihin. Esimerkiksi kasvot ja niiden ilmeet ovat kulttuuriperäisissä tekijöissä tärkeässä roolissa Aasian maissa. Ne liittyvät yhteen itsetunnon ja identiteetin kanssa ja ovat sosiaalisten tapojen ja statuksen tunnusmerkkejä (Strauch, 2010, 246-247)

Monikulttuuriset tiimit toimivat yleensä kansainvälisissä systeemeissä kuten kemikaalien käsittelyssä ja niiden merikuljetuksissa. Kun alus saapuu vieraaseen satamaan, paikallinen luotsi navigoi aluksen laituriin ja sieltä vastaavasti myös pois. Kapteenin ja kansimiehistön oletetaan toimivan yhtenäisenä tiiminä luotsin kanssa. Tässä mielessä merenkulku on ainutkertainen sosiotekninen systeemi. Miehistölle tuntematon luotsi todennäköisesti eroaa kulttuuritaustoiltaan ja eri äidinkielellä laivan miehistöstä. Luotsin taas odotetaan toimivan virheettömästi tiimin jäsenenä heti ensi hetkestä alkaen kun hän nousee laivan kannelle, vaikka navigointi paikallisvesillä koetaan suurimmaksi työtaakaksi laivausoperaatioissa. (Strauch, 2010, 247)

Kieli ja kulttuuritekijät vaikuttavat turvallisuuteen laivoilla, etenkin ongelmatilanteissa kommunikointi ja väärinymmärrykset tiimin jäsenten kesken korostuvat. The Transportation Safety Board of Canada (1995) tutki Kanadan aluevesillä 273 tapahtunutta alusonnettomuutta vuosien 1981 and 1992 välillä. 200 onnettomuuden syynä oli väärinymmärrys kapteenin (ja laivan päällystön) ja luotsin välillä. Toisin sanoen kapteenin tai luotsin kielitaito oli riittämätön. (Strauch, 2010, 252)

Marraskuussa 2007 Cosco Busan-konttialus törmäsi sakeassa sumussa sillan tukipilariin San Franciscon lähellä aiheuttaen repeämän polttoainetankkiin ja yli 50 000 gallonaa polttoainetta vuosi veteen. Luotsi oli ottanut monia reseptilääkkeitä, jotka alensivat hänen keskustelutaitojaan ja tulkkaustaan navigoinnissa. Kapteeni ei käynyt luotsin kanssa läpi navigointiohjeita vaan väistyi ja siirsi kaikki navigointitehtävät luotsin harteille. Kapteeni ja miehistön jäsenet olivat



kaikki kiinalaisia. Kapteenin mielestä luotsi käyttäytyi negatiivisesti häntä kohtaan heidän ensi kerran tavatessaan. Kapteenin sanojen mukaan hän toivottaa luotsin aina avosylin ja lämpimästi tervetulleeksi. Nyt alukseen saapunut luotsi näytti kasvoiltaan sulkeutuneelta eikä tahtonut keskustella. Yhdeksi syyksi kapteeni epäili, ettei luotsi pitänyt kiinalaisista. Tämä vaikutti kapteenin lähes olemattomaan osallistumiseen aluksen satamaan navigoinnissa. Tässä onnettomuudessa kulttuuritekijät vaikuttivat siis vahvasti onnettomuuden syntyyn. Kapteeni havainnoi aasialaisen tavan mukaan heti luotsin kasvot ja niiden negatiivisuus lamautti kapteenin tiimityöskentelyn luotsin kanssa.

Näin ollen virheelliset riskiarviot jättävät ihmiset valmistautumattomiksi mahdollisiin vaaratilanteisiin. Ensimmäinen keino virhearvioiden korjaamiseksi on todellisista riskeistä tiedottaminen. Toinen keino on muovata ihmisen toimintaympäristöä niissä kohdin, joissa subjektiiviset riskiarviot poikkeavat eniten objektiivisesta riskistä. Esimerkiksi vanhemmilla työntekijöillä ilmenee työhön sisältyviin riskeihin turtumista. Niinpä työympäristön pitäisi antaa aika ajoin riskeistä varottavia signaaleja. Onnettomuudet ovat tähän turhan kallis keino. (Strauch, 2010, 252-253)

Eri tutkimuksissa on havaittu johdonmukaisesti, että ihmiset yliarvioivat toisia riskejä ja aliarvioivat toisia verrattuna niiden aiheuttamaan kuolemanvaaraan. Yliarvioidut tekijät ovat harvoin esiintyviä ja sensaatiomaisia (esim. AIDS). Aliarvioidut tekijät ovat usein esiintyviä, arkipäiväisiä ja sellaisia, että ihmiset kuvittelevat hallitsevansa niitä. Näin käy esimerkiksi silloin, kun ihminen on rutinoitunut työssään ja saattaa kokea sen ikävyyttäväksi vaikka toisaalta tiedostavatkin ilmeisen riskin vaarat. (Salminen, 2012)

## 6 HAMINAKOTKA SATAMAN OPERAATTOREIDEN KÄYTTÄMIÄ RISKIANALYYSEJA

Tutkimuksen empiirisen osan lähtötilanteena oli yleiskuvan luominen HaminaKotkan kaasu- ja nestesatamassa toimivien operaattoreiden käyttämistä riskianalyseista. Tarkoitus ei ollut tehdä liian yksityiskohtaista kartoitusta. Näin ollen päädyttiin sähköpostitse toteutettavaan yksinkertaiseen kyselytutkimukseen. Seuraavassa kerrotaan kyselytutkimuksesta tutkimusmenetelmänä ja sen jälkeen analysoidaan kyselytutkimuksessa saatuja vastauksia.

### 6.1 Tutkimusmenetelmä

Termi tutkimusstrategia tarkoittaa tutkimuksen menetelmällisten ratkaisujen kokonaisuutta. Kolmesta perinteisestä tutkimusstrategiasta tähän tutkimukseen valittiin kvantitatiivinen survey-tutkimus. Englanninkielinen termi *survey* tarkoittaa sellaisia kyselyn, haastattelun ja havainnoinnin muotoja, joissa aineistoa kerätään standardoidusti ja joissa kohdehenkilöt muodostavat otoksen tai näytteen tietystä perusjoukosta. Standardoituus tarkoittaa sitä, että haluaa esimerkiksi saada selville, mikä koulutus vastaajilla on, tätä asiaa on kysyttävä kaikilta vastaajilta täsmälleen samalla tavalla. Aineisto, joka kerätään kyselytutkimuksen avulla, käsitellään yleensä kvantitatiivisesti (Hirsjärvi et al, 2009, 193). Tässä tutkimusstrategiassa kerätään tietoa standardoidussa muodossa joukolta ihmisiä. Kyselytutkimuksen tyypillinen piirre on, että tietystä ihmisjoukosta poimitaan otos yksilöitä, kerätään aineisto; aineisto jokaiselta yksilöltä jäsennellyssä muodossa, tavallisesti käytetään kyselylomaketta tai jäsennellyä haastattelua. Kerätyn aineiston avulla pyritään kuvailemaan, vertaamaan ja selittämään ilmiöitä. (Hirsjärvi et al,

2009, 134 )

Kyselytutkimuksen etuna pidetään sitä, että niiden avulla voidaan kerätä laaja tutkimusaineisto. Kyselymenetelmä on tehokas, koska se säästää tutkijan aikaa ja vaivannäköä. Kyselytutkimukseen liittyy myös heikkouksia. Tavallisimmin aineistoa pidetään pinnallisena ja tutkimuksia teoreettisesti vaatimattomina. Haittoina pidetään myös sitä, ettei ole mahdollista varmistua siitä, miten vakavasti vastaajat ovat suhtautuneet tutkimukseen: ovatko he pyrkineet vastaamaan huolellisesti ja rehellisesti. Myös kato (vastaamattomuus) nousee joissakin tapauksissa suureksi. (Hirsjärvi et al, 2009, 195).

Kysymyksiä voidaan muotoilla monella tavalla. Yleensä käytetään kolmea muotoa: avoimet kysymykset (esitetään vain kysymys ja jätetään tyhjä tila vastausta varten), monivalintakysymykset (tutkija laatinut valmiit vastausvaihtoehdot ja vastaaja merkitsee vastausvaihtoehdon tai useampia vaihtoehtoja) ja asteikkoihin eli skaaloihin perustuva kysymystyyppi (esitetään väittämiä ja vastaaja valitsee niistä sen, miten voimakkaasti hän on samaa mieltä tai eri mieltä kuin esitetty väittämä). Monivalintakysymysten etuna on, että se sallii vastaajien vastata samaan kysymykseen niin, että vastauksia voidaan mielekkäästi vertailla. Se tuottaa vähemmän kirjavia vastauksia ja auttaa vastaajaa tunnistamaan asian, sen sijaan että hänen pitäisi muistaa se. Tästä syystä vastaaminen on helpompaa. (Hirsjärvi et al, 2009, 199-201)

Saadakseen tarkempaa kuvaa HaminaKotkan kaasu- ja nestesatamassa toimivien operaattoreiden käyttämisestä riskianalyseista suoritettiin kvantitatiivinen survey-tutkimus. Kyselytutkimus toteutettiin sähköpostitse, sillä se säästi aikaa. Kyselytutkimuksen heikkoutena nähdään aineiston pinnallisuus. Tässä tapauksessa se ei haitannut, koska kyselyn tarkoituksena oli saada vain yleiskuva käytetyistä riskianalyysimenetelmistä tutkimatta asiaa sen yksityiskohtaisemmin. Vastaanottajiksi valittiin SULOIN-projektissa mukana olevien yritysten

vastuuhenkilöitä. Työn ohjaaja antoi kuuden operaattorin yhteystiedot ja näille kuudelle valitulle lähetettiin sähköpostikysely. Tällä kyselyllä pyrittiin selvittämään, käyttävätkö operaattorit samoja riskianalyysimalleja vai poikkeavatko käytännöt toisistaan. Saatujen vastausten perusteella pyrittiin myös analysoimaan operaattoreiden käyttämien riskianalyysien keskinäisiä eroja. Koska tämä kyselytutkimus oli suuntaa antava, valittiin kysymystyypiksi monivalintakysymystä lähinnä oleva kyselytutkimus.

Vastaanottajille lähetettiin seuraavanlainen kysely: *Työn edistymiseksi tarvitsen tietoa terminaaleissa käytetyistä riskianalyysityökaluista. Millä riskianalyysilla/analyyseilla organisaationne toimintaa arvioidaan alusrajapinnassa? VTT:n sivuilta löytyy kuvaus eri riskianalyysien käyttötavoista ja soveltuvuudesta (listaus alla). Mitä analyyseja näistä hyödynnätte alusrajapinnassa vai onko käytössänne jokin tässä listassa mainitsematon riskianalyysi.*

### **Vaarojen tunnistamismenetelmät**

*Poikkeamatarkastelu (HAZOP)*

*Potentiaalisten ongelmien analyysi (POA)*

*Reaktiomatriisi*

*Riskien arviointi työpaikalla -työkirja*

*Satunnaispäästöriskianalyysi (SARA)*

*Toimintovirheanalyysi (TVA)*

*Työn turvallisuusanalyysi (TTA)*

*Työtapojen analyysi*

*Vaarallisten skenaarioiden analyysi (HAZSCAN)*

*Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA)*

### **Onnettomuuksien mallintamismenetelmät**

*Syy-seuraus-kaavio (SSK)*

*Tapahtumapuuanalyysi (TPA)*

*Vikapuuanalyysi (VPA)*

### **Seurausanalyysit**

*Johdanto*

*Seurausanalyysissä tarkasteltavien tapausten valinta*

*Vuotomäärien arviointi*

*Kemikaalien leviäminen*

*Räjähdykset*

*Kemikaalien tulipalot*

*Kirjallisuus*

Kyselytutkimuksen yhtenä heikkoutena pidetään mahdollista korkeaa vastaamattomuutta. Tässäkin kyselyssä osa vastaajista jätti useammasta kehotuksesta huolimatta vastaamatta kysymyksiin. Kuten aiemmin mainittiin, tästä ei aiheutunut suurta haittaa, koska tarkoituksena oli muodostaa vain yleiskuva käytetyistä riskianalyysimalleista.

## **6.2 Kyselytutkimuksen tulokset**

Sataman operaattoreille suoritetun riskianalyysikyselyn perusteella havaittiin, että jokainen yritys käyttää omia, hyväksi havaitsemiaan riskianalyysimalleja. Käytettyjä malleja olivat vaarojen tunnistamismenetelmistä mm. poikkeamatarkastelu HAZOP (Hazard and Operability Study). Kuten aiemmin teoriaosiossa esiteltiin, HAZOP on kvalitatiivinen uhkan arviointi-menetelmä. Sen perusajatuksena on, että vaaratilanteet johtuvat normaalin toiminnan poikkeamista. HAZOPin mallissa vaarojen luokitteluanalyysi perustuu vaarallisten materiaaleiden käytön arvioon esimerkiksi reaktiomatriisin avulla. Vaarojen tunnistamismenetelmissä suosittiin myös vaarallisten skenaarioiden analyysia eli HAZSCANia, joka on suomalainen menetelmä. Tämä analyysimalli on VTT:n kehittämä ja se perustuu kohdetta kuvaavaan A&P-malliin (aktiiviteetti- ja prosessi-mallin) ja tarkasteluun osallistuvien henkilöiden ammattitaitoon ja tietämykseen. (VTT)

Näiden kahden riskianalyysimallin käytössä löytyy selkeitä eroja; HAZSCAN-analyysin voidaan sanoa olevan joustavampi kuin HAZOP, sillä HAZSCAN-analyysissa on mahdollista tutkia kaikkia turvallisuuden osa-alueita. Tämän turvallisuusanalyysin avulla vaaramahdollisuuksia tunnistetaan laitteista, inhimillisistä tekijöistä sekä organisaatioista. HAZSCANin tavoitteena on määritellä kohteen ongelma-alueet sekä onnettomuustekijät. HAZSCAN on parhaimmillaan, kun sitä käytetään koko laitoksen ja sen toimintojen analysointiin. HAZOPin avulla pystytään määrittämään parhaiten itse prosessista johtuvat vaaratekijät, mutta ihmisen toiminnasta johtuvia vaaratekijöitä tällä analyysimenetelmällä ei tarkastella.

Kahta edellä mainittua on käytetty menetelminä omien prosessivaiheiden ja laitteiden riskiarvioinnissa sekä laiturilla käyvien ulkopuolisten vierailijoiden riskiarvioinneissa. Myös potentiaalisten ongelmien analyysia (POA) ja reaktiomatriisia sovellettiin vaarojen tunnistamismenetelminä. POA-tarkastelussa ei etukäteen rajata mitään ongelmatyyppiä analyysin ulkopuolelle. Tämän vuoksi menetelmällä on mahdollista tunnistaa erityyppisiä ja -tasoisia ongelmia. Menetelmä ei kuitenkaan kata ongelma-alueita järjestelmällisesti, joten se soveltuu parhaiten järjestelmään liittyvien vaarojen kartoitukseen. Reaktiomatriisin tavoitteena on vuorostaan löytää kohteen kemikaalien ja materiaalien yhdistelmät, jotka voivat aikaansaada ei-toivotun reaktion. Reaktiomatriisin periaatteena on tunnistaa yhdistelmiä, jotka voivat reagoida keskenään vaarallisella tavalla.

Eräs yrityksistä arvioi riskejä alusraajapinnassa vika- ja vaikutusanalyysin tyyppisellä työkalulla eli FMEA:lla (Failure Mode Effect Analysis). Tämä analyysi on johtava kvalitatiivinen metodi ja sen etuna voidaan pitää helppoa soveltavuutta käytännössä. Vika- ja vaikutusanalyysilla tutkitaan kuitenkin lähinnä yksittäisiä vikatiloja tuotteesta, prosessista tai organisaatiosta. Se ei siis varsinaisesti ole ongelmien ratkaisija vaan esille nostaja.

Onnettomuuksien mallintamismenetelmistä mainittiin käytettäväksi mm. syy-seuraus-kaaviota (SSK). Tämän kaavion tavoitteena on löytää valittujen kriittisten tapahtumien mahdolliset seuraukset ja onnettomuustekijät. SSK:n periaatteena on kahta puumenetelmää (FTA ja ETA) soveltaen etsiä kriittisen alkutapahtuman syitä ja niistä aiheutuvia seurauksia. Seurausanalyyseista (vuotomäärien arviointi, kemikaalien leviäminen, räjähdykset ja kemikaalien tulipalot) käytettiin tasapuolisesti kaikkia riskianalyysimenetelminä.

Turvallisuusselvityksessä sovellettiin terminaali-alueen suuronnettomuusarvioinnissa VTT:n tekemää riskianalyysiä (Domino) ja Insinööritoimiston tekemiä leviämismallilaskelmia mahdollisissa onnettomuuksien nestevuototapauksissa.

Vastauksista havaittiin siis hyvin kirjava riskianalyysien käyttö eri operaattoreiden kesken. Mitään selkeää ja yhtenäistä analyysimallia ei ole käytössä. Erilaisia riskin analysointimalleja löytyy runsaasti, niin kansainvälisesti käytettyjä kuin myös kotimaassa kehitettyjä. Kansallisissa analyyseissa omia laskelmiaan VTT:n lisäksi tekevät myös operaattoreille teetetyn kyselyn perusteella insinööritoimistot.

## 7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn tavoitteena oli tarkastella satamatoimijoiden riskienhallintaa alusrajapinnassa. Erylistarkastelun kohteena oli alusrajapinnassa tapahtuvan toiminnan turvallisuusnäkökohdat ja operatiiviset riskit kaasuja nestesataman vilkkaassa ja vaarallisessa toimintaympäristössä. Tarkastelu rajattiin HaminaKotkan kaasua- ja nestesatamaan. Työ keskittyi kuvaamaan operatiivisia riskejä kaasua- ja nestesataman ja vaarallisia aineita kuljettavan aluksen vuorovaikutusalueella sekä tässä rajapinnassa tapahtuviin toiminnallisiin riskeihin. Työn tuloksena syntyi prosessikuvaus alusrajapinnassa vaikuttavista riskeistä ja riskien hallintatekijöistä..

Työn teoriaosassa käsiteltiin organisaatioiden strategiaa ja osaamista ja esiteltiin eri riskianalyysityyppejä. Jokainen kaasua- ja nestesatamassa toimiva operaattori on itsenäinen yksikkö, jolla on oma toimintakulttuuri ja toimintatavat. Ne toimivat vuokra-alueella, mutta kukin niistä on muodostanut omat infrastruktuurijärjestelmänsä ja määritellyt oman toiminta-alueensa. Jokainen yritys on laatinut oman strategiansa, johon kyseisen yrityksen toiminta ja osaaminen perustuu. Näistä on muovautunut strategisesti merkittävin osaaminen eli ydinosaaminen. Valitut strategiat ovat aina tarkoin varjeltuja salaisuuksia, mutta kaasua- ja nestesatamassa toimivien yritysten ydinosaamista on turvalliset prosessit. Kaikissa niiden toiminnoissa korostuu turvallisuuden priorisointi. Korkea turvallisuuskulttuurin taso näkyy selkeästi eri toimijoiden toimintatavoissa ja laajan koulutuksen muodossa.

Teoriaosa jatkui riskin määrittelyllä ja eri riskianalyysien tutkimisella. Erittäin huomionarvoiseksi seikaksi muodostui, ettei kaasua- ja nestesataman ja alusrajapinnan toiminnallisia riskejä ole tutkittu riskianalyysin avulla lainkaan. Kemian teollisuudessa käytetään eri



riskianalyyseja ja tutkijat kehittävät ja esittävät myös uusia riskianalyysimalleja vaarallisia aineita käsittelevien laitosten käyttöön. Samoin merenkulkuun on kehitetty oma järjestelmällinen turvallisuusanalyysi FSA. Kaasu- ja nestesataman alusrajpinnassa yhtenäisen riskianalyysin käyttö puuttuu ja tästä johtuen ei asiaa ole pystytty tutkimaan.

Teoriaosa päättyi kaasu- ja nestesataman turvallisuuden ja toimintaohjeiden tutkimiseen. Kaasu- ja nestesataman turvallisuudesta säädetään monissa laissa, asetuksissa ja määräyksissä. Keskeisimmät lait koskevat työturvallisuutta, palo- ja pelastustoimia, vaarallisia aineita, ympäristöasioita, alusturvallisuutta, liikenneturvallisuutta sekä rikostorjuntaa. Satama- ja alusrajpinnan toiminnallisten riskien analysointi esitettiin kaaviolla, sillä satamatoimintojen kemikaalien käsittelyketjun riskiarvioinnista voidaan tunnistaa neljä erilaista riskikokonaisuutta, joihin suurin osa merkittävimmistä riskeistä liittyy. Nämä ovat purkaustoimet, varastointi säiliössä, lastaus sekä näytteenotto ja tarkastus. Teoriaosan lopuksi esiteltiin eräitä kotimaassa ja maailmalla kaasu- ja nestesatamassa sekä merellä tapahtuneita kemikaalionnettomuuksia. Kolmasosa maailmalla sattuneista säiliölaivaonnettomuuksista tapahtui lastaus- tai purkausoperaatioiden aikana. Näin ollen laivan ja terminaalin vuorovaikutusalueella tapahtuvaa toimintaa voidaan pitää hyvin vaarallisena. Tähän löydettiin kaksi syytä: lastauksen ja purkauksen rajapinnassa käsitellään suuria määriä vaarallisia aineita ja inhimillisen tekijän (ts. inhimillisen erehdyksen mahdollisuus) vaikutus on ratkaiseva näiden operaatioiden aikana. Teoriaosan lopuksi käsiteltiin inhimillisten virheiden vaikutusta onnettomuuksiin, sillä yleisesti hyväksytyyn käsityksen mukaan 80–90 prosenttia onnettomuuksista johtuu inhimillisestä virheestä.

Empiirisessä osuudessa kartoitettiin kaasu- ja nestesatamassa toimivien operaattoreiden käyttämiä riskianalyyseja. Operaattoreille suoritetun kyselytutkimuksen perusteella havaittiin selkeästi, että yritykset panostavat

riskien hallintaan jokapäiväisessä toiminnassaan. Erilaisia riskianalyyseja on paljon ja kukin organisaatio on valinnut sen omalle toiminnalleen parhaaksi katsomat mallit. Mitään yhtenäistä ja kaikille samaa riskianalyysimallia ei ole käytössä.

Riskianalyysien käyttö on pohjana riskien hallinnan kriittisten vaatimusten arvioinnissa sekä riskien hallinnan toimien suunnittelussa. Riskit käsitetään eri tavoin eri yrityksissä. Riskianalyyseille, riskien arvioinneille ja riskienhallintaan ei ole olemassa hyväksytyjä ja yhdenmukaisia määritelmiä. Niin monta kuin on riskianalyysia, on sen käyttäjäkin. Riskianalyysimenetelmien moninaisuus on niin suuri, että nestesataman olosuhteisiin löytyy monta sopivaa menetelmää ja oikean menetelmän valitseminen on jokaisen yrityksen oma makuasia. Riskianalyysi liittyy organisaation toiminnan arvioimiseen; sillä arvioidaan joko organisaation toimintaa tai järjestelmää (esim. kemikaalien ominaisuudet). Se on enemmänkin työkalu ja väline, jolla arvioidaan ja tunnistetaan toiminnallisia riskejä. Organisaation valittu strategia ja toimintamallit määräävät viime kädessä sen, miten organisaatioon kuuluvat yksilöt toimivat jokapäiväisessä työympäristössä. Riskianalyysin käyttöön vaikuttavat selkeästi myös yksilöiden asenteet ja arvot liittyen riskien erilaisiin sosioekonomisiin viitekehyksiin.

Riskienhallinnan merkitys on kasvanut jatkuvasti yritysten toimintaympäristössä tapahtuvien nopeiden muutosten ja niihin liittyvien epävarmuuksien lisääntyessä. Samanaikaisesti yritysten toiminnan haavoittuvuus on kasvanut. Välttämättömät järjestelmät integroituvat laajoiksi verkoiksi ja tahallisen ilkeilyn tai tahattoman toiminnan vaikutukset ulottuvat yhä laajemmalle jokapäiväisessä toiminnassa.

Tehtävä- ja vastuunjako nestesatamien jokapäiväisessä toiminnassa on haasteellista. Nestesatamassa pienellä ja suljetulla alueella työskentelee runsaasti eri toimijoita, jossa kaikkien toiminnalla on vaikutusta muiden ja samalla koko sataman turvallisuuteen. Turvallisuusriskien ja

onnettomuuksien ennaltaehkäisemisessä on oleellista, kuinka hyvin tehtävät ja vastuut on jaettu eri osapuolten kesken.

On myös huomioitava, että jokainen satamassa toimiva yritys on itsenäinen yksikkö, jolla on oma toimintakulttuuri ja toimintatavat. Kukin yritys on laatinut oman strategiansa, johon kyseisen yrityksen toiminta ja osaaminen perustuu. On oleellisen tärkeää, kuinka yhteistyö eri osapuolten välillä toimii. Turvallisuuden parantamisen ja riskienhallinnan suhteen tärkein kehittämiskohde on henkilöstö. Useissa tutkimuksissa on havaittu inhimillisen virheen olevan suurin syy tapahtuneisiin onnettomuuksiin ja läheltä piti - tilanteisiin

Aluksen operatiiviset lastaus- ja purkaustoiminnot ovat ikään kuin pitkä, katkeamaton ketju. Jos jokin osa ketjusta menee poikki, syntyy riski. Ketjussa ollaan juuri niin hyviä kuin on sen heikoin lenkki. Ketjussa nähdään, että satamapuoli (operaattorien toiminta) on hyvin hallittu, samoin aluksen (laivan henkilöstö) puoli. Riskikohtana tunnistetaan laivan ja laiturin väli eli alusrajapinta.

Kieliongelmissa johtuvat kommunikaatio-ongelmat ovat yleisiä. Eri kansallisuuksia edustavien laivan miehistön jäsenten omat aksentit ja kenties epäselvä ääntäminen aiheuttavat ongelmatilanteita. Alusten ulosliputusten myötä kielikysymysten lisäksi korostuu miehistön huono paikallistuntemus ja ammattitason erilaisuus, joista jälkimmäisen syynä voidaan nähdä erot koulutuksessa. Yliperämies on vastuullinen toimija aluksen puolelta lastitoiminnoissa ja selkeä englannin ääntäminen ja puhuminen olisi hyvin tärkeää. Kommunikointiongelmien takia voi tapahtua odottamattomia asioita.

Laivan miehistöä koskevat yhtenäiset standardoidut säännöt, jonka mukaan heidän on toimittava. Laivaväeltä, joka on vastuussa säiliöaluksen lastin käsittelystä, vaaditaan pätevyyskirjan lisäksi säiliöaluksen toimintoihin perehdyttävän koulutuksen suorittaminen tai hyväksytyt

kolmen kuukauden harjoittelujakso säiliöaluksella. Öljysäiliö- ja kemikaalisäiliöaluksen päällystöltä vaaditaan pätevyyskirjan lisäksi vielä erikoiskoulutus alustyyppin mukaan.

Terminaalien toiminnan harjoittajilla ei ole käytössä samankaltaista yhtenäistä, kaikille pakollista koulutusta, vaan jokainen yritys vastaa omasta koulutuksestaan. Satamien turvallisuustyössä kuitenkin erityisen tärkeää on toimiva tiedonkulku ja yhteistyö eri toimijoiden kesken. Satamassa työskentelevien tulee tuntea toimintaympäristönsä riskit. Ei riitä, että tunnetaan ja hallitaan vain oma työympäristö, vaan myös muiden toimijoiden toimintaa ja siitä aiheutuvia riskejä tulee tuntea. Yhtenäisen koulutuksen kehittäminen olisi tärkeää turvallisuustietoisuuden lisäämisessä, sillä yksilön toimintaan, asenteisiin ja ammattiosaamiseen voidaan vaikuttaa merkittävästi koulutuksen avulla.

Satamanpitäjän toimenkuva alusraja-alueissa on ohut; sille kuuluu aluksen köysien kiinnitys saapuessa ja niiden irrotus lähtiessä. Laiturialue on ”ei kenenkään maa”-aluetta ja samaan aikaan kuitenkin merkittävä yhteistoiminta-alue vuoden jokaisena päivänä. Rajapinta satamanpitäjän ja operatiivisten toimijoiden välillä liittyy siis lähinnä alueen kokonaisturvallisuuteen ja kulkulupiin. Satamanpitäjän voidaan olettaa etäännyneen laiturialueella tapahtuvista jokapäiväisistä toiminnoista, sillä sen läsnäoloa ei vaadita operatiivisissa toiminnoissa, vaan nämä ovat täysin jokaisen operaattorin omalla vastuulla. Päivittäisessä toiminnassa satamanpitäjän mukanaolo ja ohjeistus olisi kuitenkin suotavaa. Voittaisiin myös keskustella tarkemmin eri terminaalien ja satamanpitäjän operatiivisista vastuista.

Tämä työ avasi uudenlaisia näkökulmia yhteistoiminta-alueeseen satamassa, jossa alusraja-alueen jokapäiväisessä toiminnassa on mukana useampia operaattoreita ja eri yksiköitä. Tätä vilkasta toiminta-aluetta, jossa käsitellään jatkuvasti vaarallisia aineita ja jossa riskit toiminnassa ovat suuria, tarvitaan jatkossa tutkia lisää. Kaikkia osapuolia palvelisi

turvallisuusnäkökohdat huomioon ottaen yhteisten toimintamallien ja yhteisten käytäntöjen toimivuus.

Tämän työn tarkoituksena oli tarkastella operatiivisia alusrajapinnassa esiintyviä riskejä ja kuinka tällä yhteistoiminta-alueella operaattorit toimivat huomioiden jokapäiväisten tehtävien riskialttiin luonteen vaarallisten aineiden käsittelystä johtuen. Työssä tarkasteltiin myös eri yritysten tässä rajapinnassa käyttämiä riskianalyyseja. Tällä hetkellä tilanne on se, että jokainen satamassa toimiva operaattori ja yritys käyttävät kukin itse hyväksi havaitsemiaan riskianalyyseja. Kuten jokaisessa laaditussa riskianalyysissäkin, on toimenpide-ehdotusten toteuttamiseksi hyvä sopia jatkotoimenpiteistä. Yhteisesti järjestettävät koulutukset ja sopimukset yhteisten riskianalyysimallien käytöstä vahventaisivat yhteisten toimintamallien luomista satama-alueella. Samoin satamanpitäjän aktiivisempi osallistuminen yhdessä operaattoreiden kanssa pidettäviin koulutuksiin auttaisi kaikille yhteisen toimintamallin kehittämisessä. Jatkotoimenpiteiden kannalta olisi hyvä nimetä vastuuhenkilöitä ja laatia aikatauluja toteutettaville asioille. Asioiden etenemistä aikataulun mukaan voidaan valvoa esimerkiksi seurantakokousten avulla. Tämä työ antaa pohjan jatkaa SULOIN-projektin toteuttamista yhteisten toimintamallien luomiseksi. Seuraavassa tätä aihetta koskevassa työssä on suositeltavaa syventyä tarkemmin yritysten käyttämiin eri riskianalyyseihin ja luoda niiden tulosten perusteella kaikille yhteiset ja toimivat riskianalyysimallit.

## LÄHDELUETTELO

### JULKAISUT:

Alava, T. (Esiintyjä). *Kemikaalisäiliöalusten turvallisuuskurssi. Kotka 21-23.3.2012*

Augier, M., & Teece D.J. (2007) Dynamic Capabilities and Multinational Enterprise: Penrosean Insights and Omissions. *Management International Review*, 47 (2), 175-192.

Aven, T., & Heide, B. (2009). Realibility and validity of risk analysis. *Reliability Engineering and System Safety*, 1862-1868.

Boykin, R., & Reuven, L. (1989). A Simulation Model for Risk Analysis of Toxic Chemical Storage. *Computers industrial Engineering*, 16 (4), pp. 559-570.

Chang, J. I., & Cheng-Chung, L. (2006). A study of storage tanks accidents. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 51-59.

Darbra, R., Palacios, A., & Casal, J. (2010). Domino effect in chemical accidents: Main features and accident sequences. *Journal of Hazardous Materials*, 565-573.

Gilbert, Y.;Lonka, H.;Raivio, T.;& Vanhanen, J. (2006). *Kemikaalionnettomuusriskien hallinta toimijaverkostossa Kymenlaaksossa*. Kouvola: Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen moniste.

Gurjar, B., & Mohan , M. (2003). Case study: Integrated risk analysis for acute and chronic exposure to toxic chemicals. *Journal of Hazardous Materials*, 25-40.

Hamel, G. (2007) *Johtamisen tulevaisuus*. Helsinki: Gummerus Kirjapaino Oy.

Hamel, G. & Prahalad, C.K. (1994) *Competing for the future*. Printed in United States of America.

*Haminan öljysataman toimintaohjeet (2010)*

Hannus, J. (2004). *Strategisen menestyksen avaimet; tehokkaat strategiat, kyvykkyydet ja toimintamallit*. Jyväskylä: Gummeruksen Kirjapaino Oy.

Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (2009). *Tutki ja kirjoita*. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

Karlöf, B.;& Lövingsson, F. H. (2004). *Johtamisen näkökulmat, peruskäsitteitä ja -malleja*. Helsinki: Edita Prima Oy.

Kehusmaa, K. (2010). *Strategiatyö - organisaation voimalähde*. Helsinki: Edita Prima Oy.

Kesti, M. (2005). *Hiljaiset signaalit -avain organisaation kehittämiseen*. Tallinna: Reusner AS.

Khan, F. I., & Abbasi, S. (1998). Techniques and methodologies for risk analysis in chemical process industries. *Journal of Loss Prevention in the process industries*, 11, 261-277.

Khan, F., & Abbasi, S. (2001). Risk analysis of a typical chemical industry using ORA procedure. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 43-59.

Kim, W. C., & Mauborgne, R. (2007). *Sinisen meren strategia*. Jyväskylä : Gummerus Kirjapaino Oy.

Kontovas, C. A., Psaraftis, H. N. & Harilaos, N. (2009). Formal Safety Assessment: A Critical Review. *Marine Technology and SNAME News*, 46(1),45-59

Lauridsen, K., Kozine, I., Markert , F., Amendola, A., Christou, M., & Friori, M. (2002). *Assesment of uncertainties in risk analysis of chemical establishments, The ASSURANCE project, Final summary report*. Roskilde: Risø National Laboratory.

Lievegoed, B., (2008). *Organisaation elämäankaari*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Marhavilas, P., Koulouriotis, D., & Gemeni, V. (2011). Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000-2009. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 477-523.

Maronó, M., Pená, J. & Santamaria, J. (2006). The "PROCESO" index: a new methodology for the evaluation of operational safety in the chemical industry. *Reliability Engineering & System Safety*, 349-361.

Mintzberg, H.,Ahlstrand, B. & Lampel, J. (2005) *Strategy bites back, it is a lot more, and less, than you ever imagined*. Glasgow: Bell & Bain Ltd

Mullai, A.,Zsidisin, G.A., Ritchie, B. & D., (2009) Risk Management System - A Conceptual Model *Supply Chain Risk A Handbook of Assessment, Management and Performance* Vol. 124, pp. 83-101. Springer.

Mullai, A.;& Larsson, E. (2008). Hazardous Material Incidents: Some Key Results of a Risk Analysis. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 7(1), 65-108.

Pasman, H.;Jung, S.;Prem, K.;Rogers, W.;& Yang, X. (2009). Is risk analysis a useful tool for improving process safety? *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 22(6), 769-777.



Petersen, D. (2003). Human Error. *Professional Safety*, 48(12), 25-32.

*Port of HaminaKotka, handbook (2011).*

Porter, M. (1980) *Competitive strategy, Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. New York: Free Press

Porter, M. (1988) *Kilpailuetu, miten ylivoimainen osaaminen luodaan ja säilytetään*. Espoo: Weilin + Göösin kirjapaino.

Prahalad, C.K., & Ramaswamy, V. (2004) *The Future of Competition, Co-creating Unique Value with Customers*. Boston: Harvard Business School Press

Reniers, G. (2009). An optimizing hazard/risk analysis review planning (HARP) framework for complex chemical plants. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 133-139.

Ronza, A., Felez, S., Darbra, R., Carol, S., Vilchez, J., & Casal, J. (2003). Predicting the frequency of accidents in port areas by developing event trees from historical analysis. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 16(6), 551-560.

Ruppert, K. A. (2002). The application of the term "Risk" from the viewpoint of the German chemical industry. *Safety Science*, 127-134.

Sosiaali- ja Terveysministeriö, Kemikaalineuvottelukunta. *Kemikaaleja käsitteleviltä ja varastoivilta toiminnanharjoittajilta edellytettäviä vaarojen arviointeja*. Sosiaali- ja terveysministeriön monisteita 2001:19

Strauch, B. (2010). Can Cultural Differences Lead to Accidents? Team Cultural Differences and Sociotechnical System Operations. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 52, 246-263.

Tixier, J., Dusserre, G., Salvi, O., & Gaston, D. (2002). Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 291-303.

Zaghi, C., Cecchetti, G., Fontana, J., & Conti, M. (2005). Science and precaution in the risk analysis of chemicals. *International Journal of Risk Assessment and Management*, 271-285.

Wheelen, T. L. & Hunger, J. D. (2008). *Strategic Management and Business Policy*. New Jersey: Pearson International Edition, 11. Painos.

#### INTERNET-SIVUT:

Bennett, D.C. (2010) Scientific Investigation of Marine Claims Presentation 1 –Bulk Liquid Sampling Saatavissa: [http://www.gia.org.sg/pdfs/Industry/Marine/SS14\\_Presentation\\_Bulk\\_Liquid\\_Sampling.pdf](http://www.gia.org.sg/pdfs/Industry/Marine/SS14_Presentation_Bulk_Liquid_Sampling.pdf) [Viitattu 15.3.2012]

FINLEX – Valtion säädöstietopankki Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990059> [Viitattu 15.1.2012]

HaminaKotka Satama Oy [www.haminakotka.fi](http://www.haminakotka.fi). [Viitattu 21.10.2011]

International Maritime Organization [www.imo.org](http://www.imo.org). [Viitattu 15.10. 2011]

Liikenteen turvallisuusvirasto [www.trafi.fi](http://www.trafi.fi). [Viitattu 29.10.2011]

North European Logistics Institute <http://www.neli.fi/Hankkeet/SULOIN> [Viitattu 1.11.2011]

Onnettomuustutkintakeskus.Tutkintaselostus B 3/2000 M. Saatavissa: <http://www.turvallisuustutkinta.fi/uploads/49m88e8ms.pdf> [Viitattu 19.2.2012]

Onnettomuustutkintakeskus. Tutkintaselostus B 2/2001 Y. Saatavissa:  
[http://ncsp.tamu.edu/reports/AIBFinland/marine6\\_12\\_2001.pdf](http://ncsp.tamu.edu/reports/AIBFinland/marine6_12_2001.pdf) [Viitattu  
19.2.2012]

Salminen, S. Inhimilliset tekijät työtaturmissa, "Human factors"-  
näkökulma. Työturvallisuuslaitos. Saatavissa:  
[http://www.ttl.fi/fi/tyoturvallisuus\\_ ja\\_riskien\\_hallinta/tapaturmien\\_ ehkaisy/ti\\_ etoa\\_tapaturmista/tapaturmien\\_ ja\\_vaaratilanteiden\\_tutkinta/Documents/in\\_ himilliset\\_tekijat\\_tyotaturmissa.pdf](http://www.ttl.fi/fi/tyoturvallisuus_ ja_riskien_hallinta/tapaturmien_ ehkaisy/ti_ etoa_tapaturmista/tapaturmien_ ja_vaaratilanteiden_tutkinta/Documents/in_ himilliset_tekijat_tyotaturmissa.pdf). [Viitattu 31.3.2012]

Sosiaali- ja terveysministeriön monisteita, Kemikaalineuvottelukunta.  
Kemikaaleja käsitteleviltä ja varastoivilta toiminnanharjoittajilta  
edellytettäviä vaarojen arviointeja. 2. p. 17 s. Saatavissa:  
<http://pre20031103.stm.fi/suomi/julkaisu/julksari/moniste.htm> [Viitattu  
12.11.2011]

Tilastokeskus [www.stat.fi](http://www.stat.fi) [Viitattu 8. 11 2011]

Tulli [www.tulli.fi](http://www.tulli.fi) [Viitattu 2.3. 2012]

Työturva [http://www.ttk.fi/tyosuojelu/kemialliset\\_tekijat](http://www.ttk.fi/tyosuojelu/kemialliset_tekijat) [Viitattu 5.1.2012]

Valtion Teknillinen Tutkimuslaitos  
[http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit\\_vaarallisten\\_skenaarioiden\\_ analyysi\\_hazscan.jsp](http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit_vaarallisten_skenaarioiden_analyysi_hazscan.jsp) [Viitattu 11.5.2012]



