

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Merenkulun koulutusohjelma

Marko Lähtenmäki

PYHÄSALMEN KAIVOKSEN PYRIITTIRIKASTEEN KULJETUSKETJUN
RISKIANALYYSI

Opinnäytetyö 2011

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Merenkulun koulutusohjelma / merikapteenin suuntautumisvaihtoehto

LÄHTEENMÄKI, MARKO	Pyhäsalmen kaivoksen pyriittirikasteen kuljetusketjun riskianalyysi
Opinnäytetyö	70 sivua + 4 liitesivua
Työn ohjaaja	Lehtori Eeva-Liisa Kauhanen (KTM)
Toimeksiantaja	Pyhäsalmi Mine Oy
Tammikuu 2011	
Avainsanat	logistiikka, kuljetusketju, riskianalyysi, kuljetus

Opinnäytetyön tutkimuksen kohteena on Pyhäsalmen kaivoksen pyriittirikasteen kuljetusketju. Työssä kuvaillaan kuljetusketjun eri toiminnot yksityiskohtaisesti, esitellään kuljetusketjun yhteistyökumppanit ja laaditaan riskianalyysi kuljetusketjusta vika- ja vaikutusanalyysimenetelmällä (VVA). Riskianalyysin tavoitteena on löytää pyriittirikasteen kuljetusketjun kriittisimmät riskikohdat ja selvittää riskien seurauksien todennäköisyydet.

Työn tutkimusmenetelmänä käytetään VVA-analyysia (FMEA). Analyysi on toimintavarmuuden analysointimenetelmä, jonka tavoitteena on tunnistaa sellaiset viat, joiden seurauksilla on vaikutusta kohteen suorituskykyyn tai sen kriittisiin toimintoihin. VVA-analyysissä käytiin läpi koko pyriitin kuljetusketju alkaen lastauksesta kaivoksella junavaunuihin ja päättyen proomukuljetuksiin Rotterdamin satamasta. Pyriittirikasteen kuljetusketjun selvittämiseksi tietoa kerättiin etupäässä haastatteluilla sekä perehtymällä kaivoksen tietokantoihin ja kirjallisuuteen.

Pyhäsalmi Mine Oy:n kuljetusketjussa on tapahtunut harvoin vakavia vahinkoja, mikä on myös pääteltävissä riskianalyysin tuloksista. Analyysissä tunnistettiin yhteensä 18 poikkeamatilannetta, jotka voisivat aiheuttaa häiriöitä kaivoksen pyriittirikasteen kuljetuksiin asiakkaille. Riskianalyysin tuloksista ilmeni, että riskien todennäköisyys on edelleenkin suhteellisen pieni Pyhäsalmen kaivoksen pyriittirikasteen kuljetusketjussa.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Degree Programme in Maritime Studies

LÄHTEENMÄKI, MARKO

The Risk Analysis of Pyrite Concentrates Transport Chain in
Pyhäsalmi Mine

Bachelor's Thesis

70 pages + 4 pages of appendices

Supervisor

Eeva-Liisa Kauhanen, Lecturer (MBA)

Commissioned by

Pyhäsalmi Mine Company

January 2011

Keywords

logistics, transport chain, risk analysis, transport

The purpose of this thesis was to examine pyrite concentrate transport chain of Pyhäsalmi Mine Company. In the thesis, different functions of the transport chain are described in detail, partners in the transport chain are introduced and, risk analysis is drawn up by using failure modes and effects analysis (FMEA). The risk analysis aimed to find the most critical risk elements in the transport chain and determine the probability of their consequences.

The research method used was the FMEA analysis (VVA). The analysis is a liability analysis method, which aims to identify failures that affect the reliability or critical functions of the object. The entire transport chain, starting from loading of pyrite to railroad carriages in the mine and ending to pyrites barge transport from the port of Rotterdam, was analysed using the FMEA. The information concerning pyrite concentrate transport chain was collected mainly by interviewing staff, and by studying the databases and literature provided by the mine.

There have rarely been serious losses in the transport chain of pyrite concentrate in Pyhäsalmi Mine Co., which can also be concluded from the results of the risk analysis. A total of 18 malfunction situations which might cause disturbance to the transport of pyrite concentrate to its customers were identified in the analysis. The results of the risk analysis showed that the probability of risks in the Pyhäsalmi Mines transport chain of pyrite concentrate is still relatively small.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta	7
1.2 Tutkimusongelma	8
1.3 Tavoite ja rajaukset	8
1.4 Teoreettinen viitekehys	9

2 LOGISTIikka

2.1 Logistiikan määritelmä	9
2.2 Logistiikan osa-alueet	10
2.3 Logistiikkajärjestelmä	10
2.4 Liikenne- ja kuljetusjärjestelmät	11

3 KULJETUSKETJU

3.1 Rautatiekuljetukset	11
3.2 Laivakuljetukset	12
3.3 Tiekuljetukset	16
3.4 Lentokuljetukset	17
3.5 Putkikuljetukset	17
3.6 Intermodaalinen kuljetus	18
3.7 Huolinta	19
3.8 Satamat	20
3.9 Varastointi/väliavarastointi	22

4 KULJETUSTEN SUUNNITTELU

4.1 Supply chain management, SCM	23
4.2 Jakelun perusratkaisut	23
4.3 Jakelujärjestelmän valinta	24
4.4 Kuljetusmuodon valinta	25

5 PYHÄSALMI MINE OY / IMNET MINING CO

5.1 Pyhäsalmen kaivos	27
5.2 Kaivoksen geologiaa	28
5.3 Malmin murskaus, nosto, siirto ja jauhatus	29
5.4 Vaahdotus ja vedenpoisto	29
5.5 Pyriitti – rikkihapon raaka-aine	30

6 YHTEISTYÖKUMPPANIT KULJETUKSISSA

6.1 Maa- ja vesirakennus Tuohimaa Oy	31
6.2 VR -konserni/VR Cargo	31
6.3 Kokkolan kaupunki ja Kokkolan satama	32
6.4 Oy M. Rauanheimo Ab	33
6.5 ESL Shipping	34
6.6 Rotterdamin satama / Europoort	35

7 KULJETUSKETJUN TOIMINTOJEN KUVAUS

7.1 Kuljetusketjun valintaperusteista	35
7.2 Pyriitin varastointi kaivoksella	36
7.3 Pyriitin lastaus kaivoksella junavaunuihin	36
7.4 Pyriitin rautatiekuljetus Kokkolan satamaan / Siilinjärvelle	38
7.5 Pyriitin purku junasta ja varastointi Kokkolan satamassa	40
7.6 Kuljetetun pyriitin lopullinen määrä / näytteenotto	42
7.7 Pyriitin lastaus laivaan Kokkolan satamassa	43
7.8 Pyriitin laivakuljetus Rotterdamin satamaan	44
7.9 Pyriitin varastointi Rotterdamin satamassa	45
7.10 Pyriitin jatkokuljetukset Rotterdamin satamasta	46

8 RISKIANALYYSI

8.1 Vika- ja vaikutusanalyysi, VVA	47
8.2 Pyhäsalmi Mine Oy:n riskianalyysi	47

8.3 Analyysin tulokset	58
9 POHDINTA	
9.1 Pohdintaa tutkimustuloksista	65
9.2 Tutkimuskohteen ja tutkimusmenetelmien arviointi	66
LÄHTEET	68
LIIKTEET	
Liite 1. VVA-tilukko	71

1 JOHDANTO

Tutkimuksen kohteena on Pyhäsalmi Mine Oy:n pyriittirikasteen kuljetusketju. Työssä kuvaillaan kuljetusketjun eri toiminnot mahdollisimman yksityiskohtaisesti, esitellään kuljetusketjun yhteistyökumppanit ja laaditaan riskianalyysi kuljetusketjusta käyttäen vika- ja vaikutusanalyysiä (VVA).



Kuva 1 Pyhäsalmen kaivos

1.1 Tutkimuksen tausta

Aloin tutkia aihetta, koska Pyhäsalmi Mine Oy tarjosi minulle mahdollisuuden tehdä aiheesta opinnäytetyö. Pyhäsalmi Mine Oy:ssä suoritetaan säännöllisesti, kaivoksen omistavan Inmet Mining Corporationin toimintapolitiikan mukaisesti, riskiarvioinnit osastoittain. Tämän tutkimuksen voidaankin katsoa olevan yksi osa koko kaivoksen riskien analysoinnin kokonaisuutta. Kuljetusketjun riskianalyysiä ei ole aikaisemmin suoritettu VVA-analyysin menetelmällä. VVA-analyysi on toimintavarmuuden analysointimenetelmä, jonka tavoitteena on tunnistaa kohteen sellaiset viat, joiden seurauksilla on (merkittävä) vaikutus kohteen suorituskykyyn tai kriittisiin toimintoihin

1.2 Tutkimusongelma

Tutkimusongelma on: Mitkä ovat pyriittirikasteen kuljetusketjun kriittisimmät riskikohdat ja mitkä ovat riskikohtien seurauksien todennäköisyydet?

Pyriitin kuljetusketju:

- PYRIITIN VARASTOINTI KAIVOKSELLA
- PYRIITIN LASTAUS KAIVOKSELLA JUNAVAUNUIHIN
- PYRIITIN RAUTATIEKULJETUS KAIVOKSELTA KOKKOLAN SATAMAAN
- PYRIITIN PURKU JA VARASTOINTI KOKKOLAN SATAMASSA
- PYRIITIN LASTAUS LAIVAAN KOKKOLAN SATAMASSA
- PYRIITIN LAIVAKULJETUS ROTTERDAMIN SATAMAAN
- PYRIITIN VARASTOINTI ROTTERDAMIN SATAMASSA
- PYRIITIN JATKOKULJETUKSET ROTTERDAMIN SATAMASTA

1.3 Tavoite ja rajaukset

Aluksi tutustuin Pyhäsalmi Mine Oy:n kuljetusketjun yhteistyökumppaneiden toimintaohjeisiin poikkeamatilanteissa. Tarkoitukseni oli hyödyntää niitä työssäni, mutta pian päädyin tarkastelemaan aihetta ainoastaan Pyhäsalmi Mine Oy:n näkökulmasta. Tämän tein osittain sen vuoksi, että osa yhteistyökumppaneista ei luovuta toimintaohjeitaan yrityksen ulkopuolisille henkilöille.

Olin myös kiinnostunut laatimaan mahdollisia uusia toimintamenetelmiä riskien ja niiden seurauksien minimoimiseksi. Tutkimus olisi tässä tapauksessa paisunut liian laajaksi. Tutkimukseni tarkoituksena ei siis ole laatia toimintamenetelmiä kuljetusketjun riskien minimoimiseksi, vaan kartoittaa kuljetusketju riskeineen.

VVA-analyysin laatimisen vaiheessa rajasimme vielä aihetta Pyhäsalmi Mine Oy:n laatupäällikön kanssa perusarvojen osalta. Määrittelimme kaivoksen neljäksi perusarvoksi kannattavuuden, turvallisuuden, ympäristön ja yhteiskunnan. Riskien seurauksia arvioitiin näiden neljän perusarvon kannalta. Työn päätarkoituksena onkin löytää kuljetusketjusta riskikohteita sekä arvioida riskien ja niiden seurausten todennäköisyydet.

1.4 Teoreettinen viitekehys

Tutkimukseni teoria muodostuu Pyhäsalmi Mine Oy:n käyttämän kuljetusketjun ympärille. Teorian alussa käsitellään logistiikkaa, joka muodostaa perustan kuljetusketjulle ja siinä tehtyjen valintojen ymmärtämiselle. Työssä esitellään myös Pyhäsalmi Mine Oy:n kuljetusketjun yhteistyökumppanit.

Tutkimusmenetelmänä käytetään VVA-analyysiä, joka pyrkii vastaamaan kysymyksiin, mitkä ovat tutkittavan kohteen riskikohdat sekä mitkä ovat riskien ja riskien seurauksien todennäköisyydet. Työni viimeisessä luvussa esittelen tutkimustulokset, joista teen tulkintoja pohdinta-osiossa.

2 LOGISTIIKKA

2.1 Logistiikan määritelmä

Logistiikka on European Logistics Associationin (ELA) mukaan suunnitelmallista materiaalivirran ohjausta ja valvontaa, jonka tarkoituksena on tyydyttää asiakkaiden tarpeet. Yksityiskohtaisemmin tarkasteltuna se on tavaran hankintaan, tuotantoon ja jakeluun liittyvä strategisesti johdettu materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen integroitu prosessi, jonka päämääränä on parantaa yrityksen tuottoa oikeansuuntaisilla strategisilla valinnoilla, kehittämällä asiakkaille lisäarvoja ja -hyötyjä, parantamalla materiaalitoimintojen kustannustehokkuutta sekä lisäämällä kierrätystä. (Reinikainen & Mäntynen 1996, 2.) Mäkelän, Mäntysen ja Vanhatalon (2005, 9) mukaan yleinen peruseriaate logistiikan määrittelyssä on yksinkertaisesti se, että tuote saadaan

toimitettua oikeaan aikaan ja paikkaan mahdollisimman pienin kustannuksin halutulla palvelutasolla. Käytännössä logististen toimintojen hoitaminen vaatii tuotannon, raaka-ainevirtojen, jakelun, palvelujen, informaatio- ja rahavirtojen kokonaisvaltaista osaamista ja ymmärtämistä (Reinikainen & Mäntynen 1996, 2-4).

2.2 Logistiikan osa-alueet

Logistiikka koostuu kahdesta perusvirrasta, fyysisestä materiaalivirrasta ja informaatiovirrasta, sekä pääoma- ja kierrätysvirrasta. Materiaalivirralla tarkoitetaan tilauksen toteutusta ts. hankintaa, tuotantoa ja jakelua, joka voi olla aineellista tai aineetonta eli palvelua. Informaatiovirran avulla ohjataan koko tilauksen toimitusketjua, raaka-aineesta loppukäyttäjälle. Pääomavirralla tarkoitetaan rahan siirtymistä ylävirtaan eli asiakkaalta toimittajalle. (Reinikainen & Mäntynen 1996, 6-8.) Kierrätysvirta on kiinteästi materiaalivirtaan sitoutunut virta. Erona näillä edellä mainituilla on, että ne virtaavat eri suuntiin. Materiaalivirran kohdistuessa tuottajalta asiakkaalle kierrätysvirta kohdistuu asiakkaalta tuottajan suuntaan. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2002, 14-15.)

2.3 Logistiikkajärjestelmä

Logistiikkajärjestelmä koostuu kaikista niistä osatekijöistä, jotka osallistuvat yrityksen logistiikan toteuttamiseen riippumatta siitä omistaako yritys ne itse vai onko toiminnot ulkoistettu. Järjestelmän osatekijät voivat olla konkreettisia, kuten kuljetusvälineet, varastot ja tietoliikenneverkot, tai vähemmän konkreettisia logistiikan toteuttamisessa käytettäviä resursseja, kuten henkilöstö, toimintatavat ja organisaatio. (Reinikainen, Mäntynen, Rantala & Viitanen 2002, 130 -131.)

Logistiikkajärjestelmä riippuu yrityksestä ja toimialasta. Järjestelmän muotoutuminen on tapauskohtaista ja sitä ohjaa paljolti yrityksen historia ja strategia. Kahta täsmälleen samanlaista logistiikkajärjestelmää käyttävää yritystä tuskin löytyy, vaikkakin paljon yhtäläisyyksiä järjestelmistä löytyisi. Tavoitteena yrityksellä on muodostaa

logistiikkajärjestelmä, joka sopeutuu mahdollisimman hyvin yrityksen sisäisiin ja kilpailuympäristön vaatimuksiin. (Reinikainen & Mäntynen 1996, 20–22.)

2.4 Liikenne- ja kuljetusjärjestelmät

Liikennejärjestelmän tarkoituksena on yhdistää valtakunnan ja elinkeinoelämän eri alueet maantieteellisesti ja toiminnallisesti toisiinsa. Se rakentuu kolmesta elementistä: liikenteen infrastruktuurista, liikennevälineistä ja ohjausjärjestelmistä. Liikenteen infrastruktuuri sisältää liikenneväylät terminaaleineen, kuten tiet, kadut, rautatiet, vesiväylät, satamat, lentoasemat ja rautatieasemat. Liikennevälineet käsittävät kulkuvälineet, esim. autot, junat, laivat ja lentokoneet. Ohjausjärjestelmä puolestaan koostuu ohjausjärjestelmistä, eli lainsäädännöistä, viranomaisista ja liikenneorganisaatioista. Jotta liikennejärjestelmä olisi toimiva, täytyy kaikkien elementtien olla tiiviissä vuorovaikutuksessa toistensa kanssa. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2002, 189-190; Mäkelä, Mäntynen & Vanhatalo 2005, 28-30.)

3 KULJETUSKETJU

3.1 Rautatiekuljetukset

Rautatiekuljetukset poikkeavat muista kuljetusmuodoista käyttämänsä liikenneväylän eli rataverkon takia. Muissa kuljetusmuodoissa reittivalinta on vapaampi ja liikenneväyläverkosto kattavampi. Rataverkon ominaisuuksien vuoksi rautatieliikenne on tarkasti sidottu aikatauluihin. Yksiraiteisella rataverkolla liikkuvat sekä matkustaja- että tavarajunat, ja yhden myöhästyminen voi sotkea koko liikenteen. Rautatiekuljetus on tehokkain vaihtoehto silloin, kun kuljetaan riittävän säännöllisesti ja kuljetetaan riittävän suuria tavarajunia riittävän pitkillä kuljetusmatkoilla. Suomessa rautatiekuljetusten osuus on alle 50 kilometrin matkoilla vain muutama prosentti, mutta yli 50 kilometrin matkoilla osuus tavaramäärästä on jo noin viidennes ja kuljetussuoritteesta noin 30 prosenttia. Yli 500 kilometrin matkoilla osuus on jo noin 40 prosenttia. Rautatiekuljetusten vahvinta aluetta ovat tuotantolaitoksien ja vientisatamien väliset kuljetukset. Vaunut lastataan

tuotantolaitoksella ja puretaan satamaterminaalissa, josta tavara siirtyy merikuljetukseen. Monilla tuotantolaitoksilla ja varastoilla on omat pistoraiteensa, joiden kautta hoidetaan sekä sisään että ulos kulkevat rautatiekuljetukset. Tämä on merkittävä tekijä rautatiekuljetusten kilpailukyvyn kannalta. Pistoraide mahdollistaa lyhyet lastin siirrot junavaunuihin esim. hihnakuuljettimilla tai kuormaajalla, kun taas pidemmät alku- tai loppukuljetusmatkat vaativat huomattavasti kalliimman ja vaivalloisemman autokuljetuksen. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 172-174.)

Rautatiekuljetusta voidaan pitää ympäristöystävällisenä kuljetustapana. Ympäristöystävällisyys perustuu tonnikohtaisten päästömäärien alhaisuuteen. Dieselveurin ominaiskulutus on melko lähellä kuorma-autoa, mutta alhaisen vierintävastuksen ja suuren kuljetuskapasiteetin ansiosta kokonaispäästöt kuljetettua tonnia kohti ovat vain murto-osa kuorma-auton päästöistä. Lisäksi rautatiekuljetukset ovat erittäin turvallinen kuljetusmuoto. (Mäkelä, Mäntynen & Vanhatalo 2005, 64-68.)

Suomen rataverkko

- Valtion rataverkon pituus 5 919 km
 - Henkilö- ja tavaraliikenteessä 4 044 km
 - Tavaraliikenteessä 1 757 km
 - Sähköistettyä rataa 3 067 km
 - Kauko-ohjattua rataa 2 981 km
 - Rautatieliikennepaikkoja kaikkiaan 538 kpl
- (VR Track verkkosivut.)

3.2 Laivakuljetukset

Suomen rannikko on pitkä, rantaviivaa on noin 6500 km. Tästä johtuen Suomen maantieteellinen sijainti on ulkomaan yhteyksien kannalta saaren kaltainen. Tämä taas johtaa siihen että, Suomi on paljolti riippuvainen merikuljetuksista. Laivakuljetukset ovat edullinen tapa kuljettaa kiinteitä irtolasteja eli bulkkia. Laivakuljetusten edullisuus perustuu pitkiin kuljetusmatkoihin ja suuriin kuljetusmääriin. Suurimpana heikkoutena

laivakuljetuksissa voidaan pitää hitautta. Myös kuljetettavaan tavaraan kohdistuvat vahingot ja varkaudet ovat laivakuljetusten negatiivisia ominaisuuksia. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 222.)

Kulkuvesien perusteella vesiliikenne voidaan jakaa sisävesi-, rannikko-, meri- ja valtameriliikenteeseen. Liikenteen tarkoituksen perusteella erotetaan toisistaan henkilö-, tavara- ja erikoisliikenne. Tilastoinnissa henkilö- ja tavaraliikenne jaetaan kotimaan-, ulkomaan- ja kauttakulkuliikenteeseen. (Mäkelä, Mäntynen & Vanhatalo 2005, 78.) Kaikille laivakuljetusten muodoille on yhteistä niiden rajoitettu saatavuus, koska laivaliikenne on riippuvainen asemapaikoista eli satamista (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 122).

Teollisuus on merkittävin vesitse kuljetettavien tuotteiden ostaja- ja myyjäsektori. Kaupan osuus on merkittävä merituonnin arvosta. Aikaisemmin Suomen metsäteollisuus omisti laajasti varustamotoimintaa, mutta nyt suora alusomistus on selvästi vähentynyt. Viennissä suurimmat teollisuusyritykset hoitavat suoraan neuvottelut varustamoiden kanssa ja päättävät usein käytettävistä vientisatamista. Tuonnissa puolestaan tavarankuljetuksen ulkomainen myyjä päättää käytettävistä kuljetusratkaisuista. Varsinkin pk-teollisuus on ulkoistanut ulkomaankuljetusratkaisunsa huolintaliikkeiden hoidettavaksi, jolloin teollisuus ei itse välttämättä edes tiedä, mitä reittejä kuljetuksiin käytetään. Teollisuuden tuotantoon liittyvillä päätöksillä voi olla suuria vaikutuksia merikuljetuksiin, vaikka teollisuus ei itse päättäisikään kuljetustensa yksityiskohdista. (Reinikainen & Mäntynen 1996, 65)

Kaikkiaan vuonna 2009 Suomen ulkomaan meriliikenteessä kuljetettiin vajaat 83 miljoonaa tonnia tavaraa; edelliseen vuoteen verrattuna kuljetukset vähenivät lähes 20 miljoonalla tonnilla. Tuontia oli 45 miljoonaa tonnia (muutos edelliseen vuoteen 23 prosenttia). Vastaavasti vientiä oli 38 miljoonaa tonnia (muutosta edellisvuoteen 15 prosenttia). Suomalaisen tonniston osuus ulkomaan meriliikenteen kuljetuksista kasvoi edellisvuoden 31,0 prosentista 33,3 prosenttiin. Tuontikuljetuksista suomalaisten alusten

osuus nousi 44,1 prosenttiin ja vientikuljetuksissa 20,4 prosenttiin. (Liikenneviraston verkkosivut.)

Liikennemuodot

Kauppamerenkulun kolme pääliikennemuotoa ovat linjaliikenne, hakurahtiliikenne ja sopimusliikenne.

Linjaliikenteessä alukset kulkevat tiettyjen aikataulujen mukaan ennalta määrätyillä reiteillä ja satamissa. Linjaliikennettä käytetään erityisesti kuljettaessa konttialus- ja ro-ro-liikenteessä suuryksiköitä, jotka sisältävät ensisijaisesti jalostettuja tuotteita. Usein lyhyillä reiteillä aikataulut ilmoitetaan tunnin tarkkuudella ja pitemmällä reiteillä päivän tarkkuudella. Lähdöt voidaan ilmaista myös vain pääilmansuuntien mukaan pohjoiseen (northbound), etelään (southbound), länteen (westbound) ja itään (eastbound). Linjaliikenteessä aluksen lastitila on periaatteessa kaikkien lastinantajien käytössä. Liikennöinti tapahtuu ilmoitettujen aikataulujen ja satamien mukaisesti riippumatta siitä, onko alus täynnä vai ei. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 224-242.)

Hakurahtiliikenteellä tarkoitetaan tavaroiden kuljettamista satunnaisten satamien välillä ilman säännönmukaista aikataulua. Kuljetettava lasti ja kuljetuskalusto kohtaavat hakurahtimarkkinoilla, joiden tarkoituksena on saavuttaa asiakkaan tarpeiden mukainen kuljetuskalusto. Rahti määräytyy yleensä vapaasti kysynnän ja tarjonnan mukaan, muussa tapauksessa rahtaus tapahtuu rahtausopimuksessa (charter party) määriteltyjen ehtojen mukaan. Yleisimmät rahtausmuodot ovat matka- ja aikarahtaus. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 224-242.)

Aikarahtauksessa varustamo vuokraa laivan rahtaajalle tiettyä korvausta vastaan. Aikarahtauksessa on olennaista kustannusten jako varustamon ja aikarahtaaajan kesken. Varustamo vastaa aluksen päiväkustannuksista eli miehistön palkoista ja muista miehityskustannuksista, aluksen pääomakustannuksista, aluksen teknisestä huollosta ja kunnossapidosta, tavanomaisista vakuutuksista sekä voiteluaineista. Aikarahtaaaja maksaa

puolestaan aluksen liikennöintiin liittyvät kustannukset, kuten polttoaine-, satama- ja lastinkäsittelykustannukset sekä tullit ym. maksut. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 224-242.)

Matkarahtauksessa alus tai varustamo ottaa kuljetettavaksi lastin lastaussatamasta purkusatamaan joko yksikkörahdilla, yleensä USD/t ja €/t, tai kokonaisrahdilla. Tässä tapauksessa kuljetettavasta rahdista maksetaan sovittu määrä riippumatta lastin koosta. Matkarahtauksessa varustamo vastaa päiväkustannusten lisäksi myös liikennekustannuksista, kuten polttoaine- ja satamakuluista. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 224-242.)

Sopimusliikenteellä tarkoitetaan linja- ja hakurahtiliikenteen välimuotoja. Tällaisia ovat esimerkiksi bare boat -rahtaus, COA, consecutive voyages, ja hire purchase. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 224-242.)

Alustyypit

Alukset jaotellaan usein eri perustein, kuten aluksen koon, liikennealueen tai teknillisen toteuttamistavan mukaan. Jaotteluperusteena voi olla myös aluksen käyttötarkoitus, jolla tarkoitetaan esim. aluksen kuljetustehtävää, palvelutehtävää tai turvallisuustehtävää. Lasteja kuljettavat alukset jaetaan puolestaan kahteen alaryhmään, kuivia lasteja kuljettaviin aluksiin ja nestemäisiä lasteja kuljettaviin aluksiin. Kuivia lasteja kuljettavat alukset voidaan jakaa edelleen karkeasti kahteen alaryhmään, kappaletavara-aluksiin ja irtolastialuksiin. (Tissari 2000, 68-75.)

Irtolastialukset on rakennettu kuljettamaan suuria määriä irtolastitavaroita. Tyypillisiä irtolasteja eli bulk-lasteja ovat hiili-, koksi-, malmi-, vilja-, lannoite- ja hakelastit. Bulk-alukset ovat yleensä yksikantisia aluksia, joiden lastitiloissa ei ole välikansia. Kannella on suuret lastiluukut lastinkäsittelyn nopeuttamiseksi. Alukset käyttävät lastauksessa ja purkauksessa joko perinteistä lo-lo-menetelmää (lift on - lift off -menetelmä) tai omia

erityismenetelmiään. Lo-lo- menetelmässä lasti nostetaan laivan partaan yli joko aluksen omilla tai sataman lastinkäsittelylaitteilla. (Tissari 2000, 68-75.)

Proomu on matalakölinen kuorma-alus. Se voi olla varustettu omalla voimanlähteellä tai sitä liikutellaan ulkoisen voimayksikön, hinaajan tai puskijan, avulla. Proomua käytetään useimmiten irtolastien ja massatuotteiden kuljetukseen, pääasiassa joki- ja kanavareiteillä. Keski-Euroopan suurilla jokialueilla proomua käytetään paljon myös suuryksiköiden kuljetukseen. (Karhunen & Hokkanen 2007, 84.)

3.3 Tiekuljetukset

Kattavien liikenneverkkojen ja joustavien kuljetusmahdollisuuksien takia tiekuljetukset ovat usein käytetyin kuljetusmuoto niin Suomessa kuin muissakin maissa. Suomen tieverkon kokonaispituus on noin 454 000 km, josta yleisiä teitä on noin 78 000 km ja päätieverkkoa eli valta- ja kantateitä on 13 264 km. Tieverkko muodostuu Tiehallinnon ylläpitämistä valtion yleisistä teistä, kuntien ylläpitämistä kaduista ja kaavateistä sekä yksityisteistä. (Tiehallinnon verkkosivut.) Tiekuljetus on joustava: maanteitse voidaan siirtää suuriakin kuormia päästä päähän -kuljetuksina sekä suorittaa keruu- ja jakelutoimintaa. Kuljetusten aikainen hävikki tai rikkoutuneiden tuotteiden määrä ovat hyvin alhaisia tiekuljetuksissa verrattuna esim. rautatiekuljetuksiin. Lisäksi ajoneuvoilla tapahtuvat kuljetukset ovat yleensä huomattavasti rautatiekuljetuksia nopeampia. (Mäkelä, Mäntynen & Vanhatalo 2005, 52-54.)

Tiekuljetuksissa käytettävän kuljetuskaluston valinta riippuu suurimmaksi osaksi kuljetettavasta tavarasta ja sen määrästä. Paikallisiin ja pieniin kuljetuksiin käytetään usein kuorma- ja pakettiautoja ilman perävaunua. Suurempiin pitkän matkan kuljetuksiin voidaan käyttää seitsemän- tai useampiakselista perävaunuyhdistelmää. Suurin kokonaisuudessa ajoneuvolla voi olla 60 tonnia. Kokonaisuudessa sisältää ajoneuvon alustan, kuormakorin, polttoaineen, varusteiden ja kuorman massan. (Mäkelä, Mäntynen & Vanhatalo 2005, 52-54.)

Tiekuljetukset palvelevat kaikkia elinkeinoelämän osa-alueita sekä koko yhteiskuntaa. Suomen teollisuuden tuotantorakenne on hyvin kuljetusintensiivinen ja teollisuus on hajautunut ympäri maata. Tästä johtuen teollisuus on tiekuljetusten selvästi suurin asiakasryhmä. Tieliikenteen kuljetuksista suuri osa on sellaisia, joita ei voi siirtää muille kuljetusmuodoille mm. ratojen ja vesiväylien puuttumisen vuoksi. (Mäkelä, Mäntynen & Vanhatalo 2005, 52-54; Karrus 1998, 97-99.)

3.4 Lentokuljetukset

Lentokuljetukset koostuvat rahti- ja postiliikenteestä. Lentokuljetus on nopein kuljetusmuoto pitkillä ja erityisesti mannerten välisillä reiteillä. Lentokoneilla kuljetetaan lähinnä arvokkaita tuotteita. Kuljetuksia ei käytetä arvoltaan vähäisten tuotteiden kuljettamiseen, koska korkeat kuljetuskustannukset vaikuttaisivat liikaa tuotteen lopulliseen hintaan. Lentokuljetusta käytetään pääkuljetusmuotona tapauksissa, joissa tuotteet vanhenevat nopeasti (elintarvikkeet, sanomalehdet), tuotteen kilohinta on korkea (elektroniikka) ja tilanteissa, joissa tuotteiden ei haluta altistuvan väärille olosuhteille tai joutuvan väärin käsiin (lääkkeet). Osa rahdista kuljetetaan matkustajakoneiden ruumassa ja osa pelkästään rahdin kuljetukseen varustelluilla koneilla. (Karrus 1998, 101-102.)

Lentokoneiden kuljetuskapasiteetti riippuu koneen rungon leveydestä ja matkustajakapasiteetista. Rahtitilan koko ja muoto rajoittavat kuljetettavan tavaran massaa. Kunkin konetyypin rahtitilassa voidaan kuljettaa vain ennalta määritelty massa neliometriä ja juoksumetriä kohden. Lentorahtiyksikkönä käytetään joko kuljetuspakkausta sellaisenaan tai suuryksikköjä, kuten kontit, paletit ja iglut. Yksiköt ovat epäsäännöllisen muotoisia, jotta lentokoneen rungon muoto voidaan hyödyntää tehokkaasti. Siksi tietyn mallinen yksikkö saattaa sopia vain yhteen konetyyppiin. Muihin kuljetusmuotoihin verrattuna lentokuljetusten suuryksiköt ovat kevyitä. (Karrus 1998, 101-102.)

3.5 Putkikuljetukset

Putkikuljetuksia käytetään yleensä nesteiden, nesteisiin sekoitettujen kiinteiden aineiden (liete, hiilipöly) ja kaasujen kuljetuksiin. Yleisimmin putkissa kuljetetaan raaka- ja jätevetä, öljyä ja maakaasua. Kuljetusten käyttöalue vaihtelee paikallisista kansainvälisiin kuljetuksiin. Tunnetuimpia ja näkyvimpiä putkia ovat Alaskan öljyputki, Päijänne-tunnelin raakavesiputki sekä Nord Stream -kaasuputki. Lämpimitaltaan 30 -150 cm:n teräsrakenteiset kuljetusputket on upotettu maahan tai ne rakennetaan kiinteille perustuksille. Virtaus putkissa on yleensä noin 0,5 -1,0 m/s, joka saadaan aikaan pumpuilla. Putkikuljetusten etu on suuri kuljetuskapasiteetti, joka saavutetaan pienillä käyttökustannuksilla. Tosin rakennusvaiheen kustannukset ovat huomattavat, joten pieniä kuljetusmääriä varten putkea ei kannata rakentaa. (Karrus 1998, 103-104.)

3.6 Intermodaalinen kuljetus

Intermodaalikuljetus tarkoittaa kuljetusta, jossa tavara on samassa kuljetusyksikössä koko kuljetuksen ajan ja kuljetukseen käytetään vähintään kahta eri kuljetusmuotoa. Itse kuljetettavia tavaroita ei käsitellä kuljetuksen aikana. Yleisimmin kuljetusyksikkönä käytetään konttia, vaihtokoria, puoliperävaunua eli traileria, rautatievaunua, kuorma-autoa tai ajoneuvoyhdistelmää. Intermodaalikuljetusten kilpailukykyisyys edellyttää saumatonta kuljetusmuotojen välistä yhteistoimintaa. Kuljetusmuotojen yhteensopivuutta saattavat rajoittaa infrastruktuuri ja kuljetusvälineet, kuljetusmuotokohtaiset palvelut ja säännökset sekä siirtyminen kuljetusmuodosta toiseen. (Mäkelä, Mäntynen & Vanhatalo 2005, 99 - 101). Esimerkki tyypillisestä intermodaalikuljetuksesta on kuljetusketju, jossa kontti kuljetetaan maakuljetuksena satamaan. Satamasta kontti laivataan ja kuljetetaan yhdellä tai useammalla laivalla määräsatamaansa, josta se jälleen kuljetetaan maakuljetuksena vastaanottajalle.

Suomen ja muiden maiden välisiä intermodaalikuljetuksia ovat konttien, vaihtokorien ja trailerien kuljetukset Suomen satamien kautta tai rautatiekuljetuksina Ruotsin ja Venäjän rajan yli sekä rautatievaunujen kuljetukset junalautoilla. Intermodaalikuljetusten hyötyjä

ovat luotettavuus, nopeus, ympäristöystävällisyys, ketjun jokaisen osapuolen resurssien käytön optimaalisuus, logististen toimintojen yhdistäminen ja alentuneet yhteiskuntakustannukset. (Karhunen & Hokkanen 2007, 176).

3.7 Huolinta

Huolinta on palvelua, jossa tuote otetaan kuljetettavaksi ja siirrettäväksi maa-, meri tai ilmaitse. Huolinta ja siihen liittyvä logistiikka yhdessä muodostavat kansainvälisen kaupankäynnin perustan. Huolintaliikkeet sananmukaisesti huolehtivat siitä, että lähetetty tavara saavuttaa vastaanottajan voimassa olevien kansallisten ja kansainvälisten lakien, direktiivien, määräysten ja sopimusten edellyttämällä tavalla, oikeaan aikaan ja oikeassa paikassa. Vain harvoissa maissa on huolitsijan käsite, toimiala ja tehtävät määriteltä laissa. Suomen laissa ei ole mainintaa huolitsijasta. Tästä syystä huolinta-alalla on ollut tarve saada alalle selkeitä pelisääntöjä. Tätä varten ovat Pohjoismaissa kuljetusasiakkaat ja huolitsijat yhdessä laatineet määräykset, Pohjoismaiden Speditööriliiton yleiset määräykset (PSYM 2000), joiden käyttö kuljetusalalla on nyt suhteellisen vakiintunutta. PSYM 2000 –ehdot määrittelevät huolitsijan ja toimeksiantajan tehtäviä, oikeuksia, velvollisuuksia ja vastuita. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2002, 136; Karrus 1998, 263; Huolintaliiton verkkosivut.)

Huolitsijan toimeksiantoon kuuluu seuraavia tehtäviä:

- tavarankuljetus
- tavarankäytön varastointi
- tavarankäytön tullaus
- toimeksiantajan avustaminen julkisoikeudellisten velvollisuuksien täyttämiseksi
- tavarankäsittely ja merkintä
- vakuutuksen merkitseminen
- avustaminen vienti- ja tuontiasiakirjojen laadinnassa
- jälkivaatimuksen periminen ja avustaminen muissa perimistöimenpiteissä
- neuvonta kuljetus- ja jakelukysymyksissä.

Tänä päivänä huolitsijat voivat suorittaa asiakaskuntansa puolesta myös lukuisan joukon muita logistiikan tehtäviä, Intrastat-tilastointia, arvonlisäverotuksen asiamiesedustuksia jne. (Huolintaliiton verkkosivut.)

PSYM:n määräysten mukaan huolitsijalla on lukuisia velvollisuuksia. Tärkeimmät velvollisuudet ovat toimimisvelvollisuus, tarkastusvelvollisuus, toimintaohjeidennoudattamisvelvollisuus, raportointivelvollisuus, lojaliteettivelvollisuus ja tilitysvelvollisuus. *Toimimisvelvollisuus* alkaa, kun huolitsija ja toimeksiantaja sopivat yhteistyöstä ja huolitsija on vastaanottanut toimeksiannon. Velvollisuuteen kuuluu edustajien ja rahdinkuljettajien valinta sekä toimintaohjeiden välittäminen heille. Tärkeää on toimia viivytyksettä. *Tarkastusvelvollisuus* tarkoittaa huolitsijan velvollisuutta tarkastaa kuljetuksen eri vaiheissa tavarankunnon ja pakkauksen kunto, lukumäärä, merkit, numerot, asiapaperit jne. *Toimintaohjeidennoudattamisvelvollisuus* velvoittaa huolitsijan toimimaan huolintasopimuksen toimintaohjeiden mukaisesti koko kuljetusketjun matkan/ajan. *Raportointivelvollisuudella* pyritään estämään informaatiovirran katkokset, jotka voisivat johtaa tavaravirran katkeamiseen. Huolitsijan tulee toimittaa toimeksiantajalle tiedot mm. lastaus- ja laivausajankohdista, tavarankuljetuspaikasta, asiapapereista ja poikkeuksellisista olosuhteista, kuten myöhästymisistä. *Lojaliteettivelvollisuus* velvoittaa huolitsijan vastiketta vastaan, omilla nimillä ja toimeksiantajan lukuun huolehtimaan tavaralähetysten sekä niihin liittyvistä toimenpiteistä. Huolitsijalla on *tilitysvelvollisuus* niissä tapauksissa, joissa huolitsija perii toimeksiantajan lukuun saatavia, jotka se on velvollinen tilittämään toimeksiantajalleen viivytyksettä. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2002, 136; Karrus 1998, 263; Huolintaliiton verkkosivut.)

3.8 Satamat

Satamat jaetaan eri tyyppeihin erilaisin perustein. Perinteisesti satamat on jaettu omistuksen ja avoimuuden perusteella kahteen pääluokkaan: kunnallisiin (yleisiin) ja teollisuussatamiin. Satamat voidaan myös jaotella tuote- ja tavaravirtojen perusteella seuraavasti: kappaletavara- ja konttisatama, öljysatama, irtolastisatama ja matkustaja-

autolauttasatama. Lisäksi satamat jaotellaan tuonti- ja vientisatamiin. (Mäkelä, Mäntynen & Vanhatalo 2005, 81-83.)

Suomessa on 26 kunnallista ja noin 30 teollisuussatamaa. Kuntien omistamat satamat toimivat usein kunnallisina liikelaitoksina. Liikelaitos poikkeaa kunnan muista laitoksista monella tavalla. Se tarjoaa palvelujaan ensisijaisesti kunnan ulkopuolisille tahoille eikä käytä toimintaansa julkisia varoja, vaan tarkoituksena on toimia itsensä kannattavana, usein myös voittoa tuottavana laitoksena. Liikelaitoksen katsotaan myös tuovan välillisiä hyötyjä alueen muullekin elinkeinotoiminnalle. Teollisuussatamien toiminta voi perustua jopa vain yhden teollisuuslaitoksen kuljetuksiin, kun tuonnin suuryksikkösatamien vaikutusalue voi puolestaan kattaa lähes koko Suomen. (Mäkelä, Mäntynen & Vanhatalo 2005, 81-83.)

Satamien tehtäviin kuuluu tavara- ja henkilöliikenteen välittämiseen liittyvät palvelut ja erilaiset viranomaistehtävät. Palveluita ovat alustekniset palvelut (luotsaus, hinaus, alusten kiinnitys ja irrotus), lastinkäsittelypalvelut (ahtaus, kuormaus, varastointi ja rahdinkäsittely) ja matkustajapalvelut (matkustajien ottaminen alukseen ja laskeminen maihin). (Mäkelä, Mäntynen & Vanhatalo 2005, 81-83.)

Lastien fyysisestä käsittelystä satamissa vastaavat lähes täysin yksityiset satamaoperaattoriyritykset. Varsinkin isommissa satamissa operaattorit vastaavat yhä useammin infrastruktuuri-investoinneista (nosturit ja varastotilat). Investoinnit kuitenkin suunnitellaan läheisessä yhteistyössä satamanpitäjän kanssa. Alusten satamakäynteihin liittyviä muita palveluita tarjoavat laiva-agentit, -meklarit ja huolintaliikkeet. Satamanpitäjät yhdessä satamaan liittyvien palveluntarjoajien kanssa vaikuttavat siihen, millaiseksi kunkin sataman palvelu- ja kilpailutaso muihin satamiin nähden käytännössä muodostuu. Aiemmin kussakin Suomen satamassa toimi pääosin vain yksi satamaoperaattori. Nyt suurimmissa kappaletavarasatamissa kilpailu on huomattavasti lisääntynyt. Kunkin sataman palvelutarjontaan vaikuttaa myös se, mitkä varustamot ja millaiset alukset sen kautta liikennöivät. Olennaisinta tämä on kappaletavara- ja suuryksikköliikenteessä, joka perustuu säännölliseen linjaliikenteeseen. Irtolastitavaran

liikenteestä suuri osa on hakurahtiliikennettä, jossa käytettävät varustamot ja alukset vaihtelevat enemmän. (Mäkelä, Mäntynen & Vanhatalo 2005, 81-83)

3.9 Varastointi

Varastointia voidaan pitää yhtä tärkeänä osana logistiikkaa kuin kuljetuksia. Yleensä logistinen ketju alkaa ja päättyy juuri tuotteen varastointiin. Varastoinnin tehtävänä on tasoittaa tavaroiden saatavuudessa esiintyviä aika- ja paikkaeroja. Liiketoiminnassa varastoja tarvitaan asiakaspalvelujen ja tuotannollisten toimintaedellytysten turvaamiseen. Toimintaedellytyksiä turvaavia varastoja ovat esimerkiksi yritysten raaka-aine- ja tarvikevarastot, välivarastot, käyttöainevarastot, varaosavarastot ja jäteaineiden varastot. Yritysten asiakaspalvelua turvaavia varastoja ovat tuotevarastot ja kaupan varastot. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 302-305.)

Jos kuljetettavan tuotteen ominaisuudet antavat siihen mahdollisuuden, voidaan tuotteet varastoida ulkona pengervarastointina avoimella kentällä tai katosten alla. Pengervarastointia käytetään tyypillisesti mineraalien, kuten rikasteiden, sepelin, koksen ja malmien varastointiin. Pengervarastoidut joukkotavaravarastot kootaan puskutraktorilla tai hihnakuljettimilla. Varasto toimii niin sanotulla lifo-periaatteella (last in – first out) eli ensin tuotu tavara poistuu varastosta viimeisenä. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 302-305.)

Ulkovarastoinnin hyötynä on se, että kulut ovat pienet, koska varastointiolosuhteiden ylläpitoon ei tarvita energiaa, kuten lämmin- ja kylmävarastoissa. Näin ollen myös ulkovarastoinnin rakenteisiin liittyvät kustannukset ovat pienemmät kuin muissa varastolosuhteissa. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 302-305.)

Ulkovarastoinnin toimivuuden kannalta tärkeitä ominaisuuksia:

- Varastoinnissa käytettävän maaperän tulee olla routimatonta ja kestää siihen kohdistuvat kuormitukset.
- Varastointialue tulee huolellisesti viemäroidä pintavesien poistamiseksi.

- Varastointialue tulee mielellään kestopäällystää, jotta työkoneilla liikkuminen olisi helppoa ja nopeaa.
 - Varastoalueen järjestelyissä tulee olla selvät varastointipaikat ja riittävät kulkuväylät.
 - Varastointi tulee aidata asiattomien pääsyn estämiseksi.
- (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 302-305)

4 KULJETUSTEN SUUNNITTELU

4.1 Supply Chain Management, SCM

Toimitusketjun hallinnasta käytetään nimitystä Supply chain management (SCM). Council of Supply Chain Management Professionals -järjestön mukaan toimitusketjun hallinta käsittää kaikki hankintaan, ostamiseen, jalostukseen sekä logistiikkaan liittyvät suunnittelu- ja hallintatoimet. Mikä tärkeintä, se sisältää myös yhteistyön ja koordinoinnin kanavassa, johon voivat kuulua toimittajat, väliportaot, ulkoisten palvelujen tarjoajat ja asiakkaat. Erityisesti SCM yhdistää yrityksen sisäisen ja yritysten välisen kysynnän- ja tarjonnanhallinnan. Määritelmässä korostuu perinteisten logistiikan määritelmien lisäksi asiakaslähtöisyys ja yhteistyö eri toimijoiden välillä.

Toimitusketjun hallinta -termin määrittelystä ollaan useampaa eri mieltä. Council of Supply Chain Management Professionals -järjestön määritelmän takana on valtaosa alan asiantuntijoista, kun taas loput asiantuntijoista määrittelevät SCM:n logistiikan synonyymiksi, tai ovat sitä mieltä, että termien sisällöt limittyvät toisiinsa vain osittain. (Karhunen & Hokkanen, 2007, 11).

4.2 Jakelun perusratkaisut

Jakelu kuuluu osana yrityksen lähtölogistiikkaan. Jakelun tavoitteena on lopputuotteiden siirtäminen tietyssä aikataulussa varastoinnin ja kuljetuksen kautta asiakkaille joko suorina toimituksina tai väliportaiden kautta. Jakeluketju muodostuu niistä yrityksistä,

jotka osallistuvat tuotteiden toimittamiseen valmistajalta lopullisille asiakkaille. Yritys voi olla valmistaja, maahantuojaja, tukku- tai vähittäiskauppa. Jakeluketjuun kuuluvat portaat muodostavat jakelukanavan ja käytössä olevat jakelukanavat muodostavat jakelujärjestelmän. Jakelukanavilla on pituus- ja leveysulottuvuus. Pituusulottuvuus muodostuu niistä väliportaista, joita kanavassa on, ennen kuin tuotteet ovat tavoittaneet loppuasiakkaat. Leveysulottuvuus kuvaa jakelutien eri tasoilla toimivien tehtaiden, varastojen, tukkupisteiden ja kauppojen lukumäärää. (Pouri 1997, 150 –151.)

Vaihtoehtoisia jakelukanavia ovat hajautettu jakelu, osittain hajautettu jakelu ja keskitetty jakelu. Hajautettu jakelu tarkoittaa suoria toimituksia valmistajalta loppukäyttäjälle ja osittain hajautettu jakelu toimituksia valmistajalta vähittäisliikkeiden kautta loppukäyttäjille. Keskitetyssä jakelussa tavarat toimitetaan valmistajalta tukkuun, josta ne toimitetaan edelleen vähittäiskauppaan tai loppukäyttäjälle. Keskitetyssä jakelussa on kolme eri tapaa toimittaa tavara eteenpäin. 1-portainen jakelu tarkoittaa, että tukusta seuraava porras on loppukäyttäjä, 2-portaisessa jakelussa tavara kulkee lisäksi vähittäisportaan kautta ja 3-portaisessa keskitetyssä jakelussa mukana on kaksi tukun varastoa (keskus- ja aluevarasto). (Pouri 1997, 150 –151.)

4.3 Jakelujärjestelmän valinta

Jakelujärjestelmän valinta määräytyy kysyntätekijöiden, tuotetekijöiden, yritystekijöiden ja markkinatekijöiden mukaan. Kysyntätekijöiden voidaan katsoa vaikuttavan eniten jakelukanavan valintaan. Lisäksi jakelujärjestelmää valittaessa on otettava huomioon taloudelliset sekä juridiset tekijät. Seuraavassa on tärkeimpiä järjestelmän valintaan vaikuttavia tekijöitä:

Kysyntätekijät

- toimituserän koko ja sesonkiluonteisuus
- loppukäyttäjien tarpeiden luonne
- ostotottumukset
- toimituserän koko

- saatavuus
- toimitusasiakkaiden maantieteellinen sijainti

Tuotetekijät

- tuotteen tilavuus
- tuotteen yksikköpaino
- tuotteen elinkaaren vaihe
- tuotteen muut ominaisuudet (hinta, pakattavuus yms.)

Yritystekijät

- palvelu- ja kilpailustrategia
- valmistajan koko
- tavarantoimittajien lukumäärä

(Liiketaloudellinen tutkimuslaitos 1995.)

4.4 Kuljetusmuodon valinta

Ulkomaankaupassa mahdollisia kuljetustapoja ovat laiva-, auto-, rautatie- ja lentokuljetus sekä yhdistetyt kuljetukset (intermodaalinen). Kuljetustavan valinnan määräävät tekijät voidaan jakaa karkeasti kolmeen osa-alueeseen, jotka ovat kuljetuskustannukset, kuljetusvarmuus ja kuljetusnopeus. (Pehkonen 2000, 113). Kuljetusmuodon valintaan vaikuttaa kuitenkin useampi tekijä, joten tarkempi erittely on välttämätöntä. Hokkanen, Karhunen ja Luukkainen (2004, 106-107) ovat jakaneet valintaan vaikuttavat tekijät viiteen osatekijään: 1. tavarasta johtuviin tekijöihin, 2. lähetyspaikasta johtuviin tekijöihin, 3. määräpaikasta johtuviin tekijöihin, 4. kuljetusreittitekijöihin ja 5. lainsäädännöllisiin tekijöihin.

Tavarasta johtuvia tekijöitä ovat tavarankuljetuksen laatu, määrä ja arvo sekä lähetyskiireellisyys. *Lähetys- ja määräpaikasta* johtuvia tekijöitä ovat paikan sijainti ja kulkuyhteydet sekä kuormausvälineet. *Kuljetusreittitekijässä* vaikuttaa käytettävissä oleva infrastruktuuri, tavarankuljettajat ja heidän kalustonsa sekä kuljetusmuotojen

hinnoittelu. *Lainsäädännöllisiä tekijöitä* ovat lähetettävän materiaalin vaarallisuus, eri kuljetusmuotoja koskeva lainsäädäntö, ympäristölainsäädäntö ja työlainsäädäntö. Luonnollisesti yrityksestä itsestään johtuvat tekijät vaikuttavat myös kuljetustavan valintaan. Tällaisia tekijöitä ovat esim. yrityksen toimiala, toimitustiheyden säännöllisyys sekä yrityksen historia/toimintakulttuuri/-filosofia. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 106-107.)

Jokaisella kuljetusmuodolla on vahvuuksia ja heikkouksia. Tämän takia kuljetusmuoto on valittava tapauskohtaisesti; joskin kuljetusmuodot eivät aina kilpaile keskenään, vaan muodostavat toisiaan tukevia kuljetusketjuja. Toisinaan kuljetusmuodon valinta voi olla helppoakin rajoittavien tekijöiden takia. Kun rautatieyhteys puuttuu, valinta suuntautuu luonnollisesti muihin kuljetusmuotoihin. Kuljetuksen suuntautuessa ulkomaille kuljetusmuotona käytetään vesikuljetusta. Jos kuljetettavan tavaran määrä on useita kymmeniä tonneja, lentokuljetuksen mahdollisuus pienenee. (Mäkelä, Mäntynen & Vanhatalo 2005, 43-44.)

Kuljetusmuotojen väliset erot liittyvät yleensä kapasiteetin saatavuuteen, hintaan, luotettavuuteen ja nopeuteen. Kuljetusten täsmällisyyden merkitys yleensä kasvaa tuotteen hinnan mukaan. Kuljetuksen täsmällisyys ja kuljetusvarmuus ovat erittäin tärkeitä esimerkiksi sellaiselle yritykselle, joka valmistaa komponentteja elektroniikkateollisuudelle. Kaivosrikasteiden kuljetuksissa merkittäväksi tekijäksi muodostuu kuljetuksen hinta. JIT-tyyppisessä toiminnassa (just in time) puolestaan kuljetusvarmuus on perusedellytys tuotannolle. (Mäkelä, Mäntynen & Vanhatalo 2005, 43-44.)

5 PYHÄSALMI MINE OY / IMNET MINING CO

5.1 Pyhäsalmen kaivos

Pyhäsalmi Mine Oy:n sinkki-kupari-rikkikaivos sijaitsee Pyhäjärvellä, Pohjois-Pohjanmaalla. Malmi löytyi vuonna 1958 paikallisen maanviljelijän tehdessä pihalleen

kaivoa. Outokumpu Oy:lle toimitettu näyte osoittautui rikkaaksi rikkikiisumalmiksi, joten Outokumpu aloitti välittömästi ympäristön perusteelliset geologiset tutkimukset. Tulokset olivat niin lupaavia, että toukokuussa 1959 yhtiö teki päätöksen kaivoksen avaamisesta. Kaksi ja puoli vuotta kestäneen rakennusvaiheen jälkeen Pyhäsalmen kaivos aloitti toimintansa 1.3.1962. Tämän jälkeen kaivosta on syvennetty vaiheittain. Vuonna 1985 valmistui Ollin kuilu, jolla kaivosta syvennettiin 730 metriin. Suunniteltu pohjasyvyys eli +840-taso saavutettiin vuonna 1992. Malmi jatkui kuitenkin syvemmälle ja kilometrin syvyys saavutettiin keväällä 1996. Viimeisin syventäminen alkoi vuonna 1998, jolloin päätettiin ottaa tuotantoon 1050 metrin alapuolella olevat malmivarat. Kaivos aloitti toimintansa 1440 metriä syvän, Timonkuiluksi nimetyn kuilun kautta 2001. Louhintamenetelmänä kaivoksessa käytetään välitaso- ja pengelrouhintaa. (Pyhäsalmen kaivoksen vuosikertomus; esite.)

Vuonna 2002 kaivoksen omistajaksi vaihtui kanadalainen Imnet Mining Corporation. Imnet on kansainvälisesti toimiva kaivosyhtiö, joka tuottaa kuparia, sinkkiä ja kultaa. Sen kasvustrategia on löytää laadukkaita perusmetalliesiintymiä hyödynnettäväksi. Imnetillä on osakkuudet viidessä kaivoksessa: Cayeli Turkissa, Troilus Kanadassa, Las Cruces Espanjassa, OK Tedi Papua Uusi Guineassa ja Pyhäsalmi Suomessa. Lisäksi Imnetillä on kokonaisuudessaan Petaquilla kaivosalue Panamassa. Imnetin osakkeet noteerataan Toronton pörssissä. Pyhäsalmen kaivos on moderni, turvallinen ja se lukeutuu maailman tehokkaimpien kaivosten joukkoon. Tällä hetkellä (v. 2010) vuosituotantotasoa on noin 1,4 miljoonaa tonnia. (Pyhäsalmen kaivoksen vuosikertomus; esite.)

5.2 Kaivoksen geologiaa

Pyhäsalmen kaivoksesta louhittava malmi luokitellaan massiiviseksi, karkearakeiseksi sulfidimalmiksi. Sulfidien osuus malmista on 75 %. Päämalmimineraaleina ovat rikkikiisu 66 %, sinkkivälke 6 %, kuparikiisu 3 % ja magneettikiisu 2 %. Lisäksi malmissa on vähän lyijyhohdetta ja ns. sulfosuoloja.

Kaivoksen kokonaismalmivarat ovat olleet yli 54 miljoonaa tonnia. Vuoden 2008 lopussa malmivarat olivat 13,4 miljoonaa tonnia sisältäen 1,11 % kupari (Cu), 2,24 sinkki (Zn) ja 41,4 % rikki (S). Kaivostoiminnan jatkuvuuden turvaamiseksi Pyhäsalmen kaivos panostaa Imnet Mining Corporationin strategian mukaisesti merkittävästi malminetsintään sekä kaivosalueella että laajemmin kaivoksen vaikutuspiirissä. (Pyhäsalmen kaivoksen vuosikertomus; esite.)



Kuva 2 Pyhäsalmen kaivoksen rikastamo

5.3 Malmin murskaus, nosto, siirto ja jauhatus

Pyriitin rikastusprosessi alkaa maanalaisella murskauksella, jossa malmi murskataan leukamurskaimella jatkoprosessin eli jauhatuksen vaatimaan raekokoon. Tämän jälkeen malmi siirretään hihnakuuljettimilla murskatun malmin siiloon, punnitaan ja nostetaan hissillä nostetun malmin siiloon. Nostetun malmin siilosta malmi siirretään

hihnakuljettimilla rikastamalla sijaitsevaan seulomoon, jossa malmi luokitellaan raekoon mukaan lohkar-, pala- ja murskesiiloihin. Seulonnan jälkeen jauhatuksessa jatketaan malmin hienontamista edelleen vaahdotuksen edellyttämään raekokoon. Pyhäsalmen rikastamalla pyritään jauhatushienouteen 65 % - 0,074 mm, jolloin yksittäiset rakeet sisältävät vain yhtä mineraalia. Jauhatus suoritetaan vaakatasossa pyörivissä rumpumaisissa myllyissä, joissa jauhinkappaleina käytetään paloja, lohkarkeitä ja kuulia. (Pyhäsalmen kaivoksen vuosikertomus; esite.)

5.4 Vaahdotus ja vedenpoisto

Vaahdotus tapahtuu kolmessa vaiheessa. Rikkivaahdotuspiiriin kuuluvat esivaahdotus, ripevaahdotus, kertausvaahdotus, jakovaahdotus ja ns. silikaattivaahdotus. Rikkivaahdotus tapahtuu pH:ssa 5. Rikkiipiiri alkaa kahdella valmentimella, joista liete johdetaan esivaahdotuskennoihin. Esivaahdotuksen jälkeen rikaste ohjataan kertausvaahdotukseen. Rikkirikasteelle on yksi kertaus, minkä jälkeen se johdetaan jakovaahdotukseen. Jakovaahdotuksen tarkoituksena on nimensä mukaisesti jakaa pyriittirikaste kahdeksi erilaatuiseksi rikasteeksi, SR1 ja SR2. Näistä SR1:n rikkipitoisuus on korkeampi. Laivakuljetusten vuoksi SR1-vientirikasteella on tiukemmat kosteusvaatimukset. SR1:n vedenpoisto tapahtuu sakeuttimella ja painesuotimella. SR2:n kuivaukseen käytetään viittä keraamista suodinta. (Pyhäsalmen kaivoksen vuosikertomus; esite.)

5.5 Pyriitti, rikkihapon raaka-aine

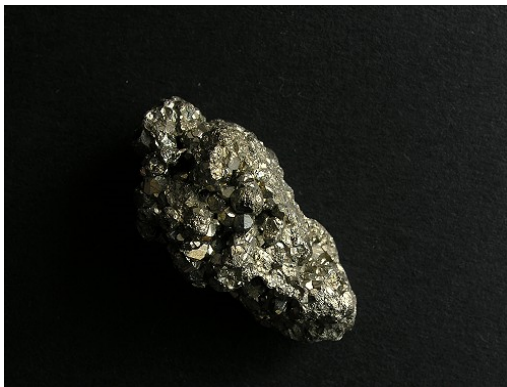
Rikkikiisu eli pyriitti (FeS_2 , rautasulfidi) on yleisin kaikista sulfidimineraaleista. Rikkikiisun toinen nimi pyriitti on johdettu kreikan kielen sanasta πυρίτης (puritēs), joka tarkoittaa "tulesta" tai "tulessa". Nimi on todennäköisesti peräisin siitä, että rikkikiisu kipinöi, kun sitä iskee terästä tai piikiveä vasten. Tätä rikkikiisun ominaisuutta on hyödynnetty esimerkiksi rataslukolla varustetuissa varhaisissa tuliaseissa.

Rikkikiisua tavataan esimerkiksi kvartsijuonissa, sedimenttikivissä, metamorfisissa kivilajeissa ja malmiesiintymissä, joissa se esiintyy usein yhdessä muiden sulfidi- ja oksidimineraalien kanssa. Rikkikiisu itse ei kuitenkaan ole varsinainen malmimineraali, mutta siitä voidaan valmistaa ferrosulfaattia ja rikkihappoa, joka on maailman eniten käytetty kemikaali. Rikkikiisu on tärkeä rikin lähde, ja jalostettaessa siitä syntyy myös jonkin verran rautarikastetta. Joutuessaan pitkiksi ajoiksi kosketuksiin veden kanssa rikkikiisumolekyyleihin liittyy vesimolekyylejä, jolloin rikkikiisu muuttuu limoniitiksi. Pyriittirikastetta tuotetaan yleisimmin rikkihapon valmistuksen raaka-aineeksi ja sitä kuljetetaan Suomesta sekä kotimaan että ulkomaiden markkinoille. (Luukkainen 1997, 20-22.)

Rikkikiisun ominaisuuksia:

- Kiilto: metallikiilto
- Väri: vaalean messingin keltainen, hapettuneilla pinnoilla kirjavia sävyjä
- Viirun väri: musta
- Kovuus: 6 - 6,5
- Kidemuoto: kuutiollinen, kiteet yleisiä, myös rakeisena tai massamaisena
- Lohkeavuus: epäselvä lohkeavuus, simpukkamainen murros
- Ominaispaino: 5,0 - 5,2 tonnia/m³
- Magneettisuus: ei ole magneettinen
- Läpinäkyvyys: läpinäkymätön

(Luukkainen 1997, 20-22.)



Kuva 3 Pyriitti eli rikkikiisu

6 YHTEISTYÖKUMPPANIT KULJETUKSISSA

6.1 Maa- ja vesirakennus Tuohimaa Oy

Maa- ja vesirakennus Tuohimaa Oy toimii Pyhäsalmen kaivoksen aliurakoitsijana. Yrityksen tehtävänä on kaivoksen rikasteiden ja muun rakeisen materiaalin lastaus ja siirto junavaunuihin kaivoksen rikasteiden varastoalueella, jonne johtaa rautatie ja kumipyöräkaluston kulkuväylä. (Haastattelu, Kouvalainen.)

6.2 VR-konserni / VR Cargo

VR-konserni on Suomen valtion kokonaan omistama osakeyhtiö, joka perustettiin vuonna 1995 jatkamaan Valtionrautateiden toimintaa. Yhtiöittämisen myötä vastuu rataverkosta siirtyi viranomaisille ja vastuu liikenteen harjoittamisesta jäi VR:lle. Rataverkon hallinnasta, ratojen kunnosta ja niiden kehittämisestä vastaa Ratahallintokeskus (RHK). Rautateiden turvallisuus- ja hallintotehtävät kuuluvat Liikenteen turvallisuusvirastolle (TraFi). Molemmat, RHK ja TraFi, ovat liikenne- ja viestintäministeriön alaisia virastoja. Viranomaistehtävien jako perustuu EU-lainsäädäntöön.

VR-konserni on kuljetusalan yritys, joka harjoittaa rautatieliikennettä ja sitä täydentävää autoliikennettä. Konsernin liikevaihto vuonna 2009 oli 1 399 miljoonaa euroa. Koko yhtiön palveluksessa työskentelee noin 12 400 työntekijää. Yhteensä VR-konsernissa on 28 yhtiötä. Yksi näistä yhtiöistä on VR Cargo, joka tuottaa logistiikkapalveluja kotimaassa ja kansainvälisessä liikenteessä. VR Cargon tarjoamat kaivos- ja perusmetalliteollisuuden raaka-ainekuljetuspalvelut perustuvat asiakkaiden kanssa kehitettyyn kuljetusjärjestelmään, joka on räätälöity kunkin asiakkaan tarpeisiin. (VR Group verkkosivut.)

6.3 Kokkolan kaupunki ja Kokkolan satama

Kokkola sijaitsee Pohjanmaalla, Pohjanlahden rannikolla. Kokkolan satama sijaitsee Ykspihlajan kaupunginosassa. Kokkolan kaupunki omistaa liikelaitoksena toimivan Kokkolan satamalaitoksen, joka puolestaan omistaa ja hallinnoi koko satama-alueen ja sen rakenteita (satama-altaita, nostureita, kuljettimia, laitureita, varastoja ja kenttiä). Satamarakenteita on vuokrattu pitkäaikaisilla sopimuksilla eri yhtiöille (mm. Boliden Kokkola Oy, Kemira Oy, PVO-Innopower Oy). Pyhäsalmen kaivoksella on vuokralla satamassa sijaitseva katettu pyriittivarasto ja siihen liittyvä kuljetinjärjestelmä. Lisäksi Kokkolan kaupunki omistaa satamaan johtavan Ykspihlajan radan satamaraiteiston.

Ykspihlajan junarata on Suomen rataverkkoon kuuluva sivurataosuus Kokkolan kaupungin alueella ja se palvelee pääasiassa Kokkolan sataman kuljetustarpeita. Noin viiden kilometrin mittainen rataosa yhdistää Ykspihlajan ratapihat Kokkolan rautatieasemaan ja edelleen muuhun rataverkkoon. Rataosalla on ainoastaan tavaraliikennettä, suurin sallittu nopeus on 35 km/h. Liikenne tapahtuu Kokkolasta käsin vaihtotyönä. Kokkolan kaupungin omistamaa satamaraiteistoa lukuun ottamatta radan omistaja on Suomen valtio. (Kokkolan kaupungin verkkosivut; Liikenneviraston verkkosivut.)

Kokkolan satama sijaitsee Kokkolan kaupungissa, Ykspihlajan kaupunginosassa. Satama on suurin Pohjanmaan rannikolla sijaitsevasta neljästä satamasta ja on yksi Suomen vilkkaimmista vientisatamista. Kokkolan sataman kaupalliset yhteydet ulottuvat kaikkialle maailmaan. Satamassa käsitellään sekä paikallisten että transitioliikenteen asiakkaiden irto-, kontti-, öljy- ja kappaletavaralasteja.

Satama jakautuu kahteen osaan: kantasatamaan ja syväsatamaan. Kokkolan satamaan johtavan 13 metrin syväväylän ansiosta satama on Suomen kolmas syväväyläsatama ja sinne pääsevät täydessä lastissa olevat Panamax-luokan laivat (ts. laivat jotka mahtuvat kulkemaan Panaman kanavan suluista). Irtotavaraliikenteeseen erikoistuneen syväsataman vuosikapasiteetti on noin 5 miljoonaa tonnia. Syväsatamassa olevat 40

tonnin nosturit ja kuljetinjärjestelmät mahdollistavat maksimissaan 40 000 tonnin lastaus- ja purkutehon vuorokaudessa. Kantasatamassa käsitellään kappaletavaraa, kuten sahattua puutavaraa, parruja ja pylviä sekä palletoituja tuotteita. Laituripituutta satamissa on yhteensä 1575,5 m ja katettua varastotilaa on yli 70 000 m². Vuosittain satamassa käy yli 500 laivaa ja sataman vuoden 2009 lastinkäsittelymäärä oli noin 4,9 miljoonaa tonnia (Merenkululaitoksen verkkosivut.). Sataman välittömässä läheisyydessä toimii useita suuria kansainvälisiä teollisuuslaitoksia, kuten Boliden Kokkola Oy (metalleja), Kemira Chemicals Oy (kemikaaleja ja lannoitteita) ja OMG Chemicals (kemikaaleja), sekä joukko pieniä ja keskisuuria teollisuusyrityksiä. (Kokkolan sataman verkkosivut.)

6.4 Oy M. Rauanheimo Ab

M. Rauanheimo kuuluu kansainväliseen logistiikkapalveluja tarjoavaan Backman-Trummer -konserniin. Konsernin muodostavat M. Rauanheimon lisäksi Oy Backman-Trummer Ab, Oy Blomberg Stevedoring Ab, Ab Kristinestads Stevedoring Oy ja Stevena Oy. Konserni toimii satamaoperaattorina kymmenessä Suomen satamassa Hangosta Kalajoelle. Varastotilaa sillä on eri satamissa yhteensä 175.000 m². Kokkolan satamassa operoivan M. Rauanheimon palveluita ovat ahtaus, laivanselvitys, huolinta, rahdinvälitys, varastointi, linjaliikenne ja se vastaa kuorma-autoliikenteen ohjauksesta. Kokkolan satamassa yhtiön osuus kaikesta käsitellystä tavarasta on noin 90 %. (Rauanheimon verkkosivut.)

6.5 ESL Shipping

ESL Shipping on monialayhtiö Aspo Oyj:n tytäryhtiö. Aspon muut tytäryhtiöt ovat Leipurin (leipomoteollisuus, elintarviketeollisuus), Telko (teollisuuden muoviraaka-aineet/ kemikaalit) ja Kaukomarkkinat (elektroniikka, teollisuuskonekauppa). Aspon asiakkaita ovat erityisesti prosessiteollisuuden sekä energia-alan yritykset.

ESL Shipping on Itämeren alueen johtava kuivalastien kuljettaja. Varustamon alukset kuljettavat erityisesti rautamalmia, rikasteita ja pellettejä, kivihiiltä sekä kalkkikiveä,

joten sen pääasiakkaita ovat energiantuottajat ja teräs-, kaivos- sekä kemianteollisuudet. ESL Shippingin strategiana on huolehtia energia-alan ja teollisuuden tehokkaasta raaka-aineiden kuljetuksista. Varustamo hoitaa erityisesti täsmällisiin aikatauluihin perustuvaa just on time (JOT) -toimintatapaa hyödyntävien yritysten kuljetuksia.

ESL Shipping toimii koko Itämeren alueella. Varustamon itsepurkavat alukset on suunniteltu nimenomaan Itämeren vaativiin olosuhteisiin. Jäävahvisteiset ja suhteellisen pienisyväyksiset alukset pääsevät täydessä lastissa turvallisesti myös matalakulkuihin satamiin. Kaikissa aluksissa on lisäksi keulapotkuri sekä valtaosassa omat nosturit. Tämä vähentää niiden riippuvuutta satamien lastaus- ja purkulaitteista tai hinaajapalveluista. ESL Shipping tarjoaa myös muita merenkulkuun liittyviä palveluita, kuten merellä tapahtuvia laivojen kevennyksiä sekä satamissa tapahtuvia lastauksia. (ESL:n verkkosivut.)

6.6 Rotterdamin satama / Europoort

Europoort on satama ja teollisuusalue Rotterdamissa, Alankomaissa. Satama rakennettiin vuosina 1958–1981 Rein-jokeen kuuluvan Maas-joen suulle. Europoort on yksi maailman rahtimäärältään suurimmista ja nykyaikaisimmista satamista. Yli 300 miljoonan vuosittaisen tavaratonnin kauttakulku tekee Rotterdamin satamasta erityisen vilkkaan. Päivittäin sinne poikkeaa jopa 600 alusta. Alukset, joiden syväys on enintään 24 metriä, voivat tulla satamaan.

Europoortin alueella on paljon raskasta teollisuutta, kemianteollisuutta ja öljynjalostamoita. Alueella käsitellään myös kontteja, uusia moottoriajoneuvoja ja irtolastia, kuten rautamalmia ja kivihiiltä. Satama-alueella on myös telakka. Satama tarjoaa työpaikan yli 60 000 työntekijälle, mutta välillisesti sen vaikutuspiirissä arvellaan olevan yli 250 000 työntekijää. Pyhäsalmen kaivos on vuokrannut Europoortin satama-alueelta 30 000 tonnin varastoalueen.

7 KULJETUSKETJUN TOIMINTOJEN KUVAUS

7.1 Kuljetusketjun valintaperusteista

Pyhäsalmen kaivos sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla, maantieteellisesti lähes keskellä Suomea. Tehtyjen perusteellisten selvitysten jälkeen merikuljetukset todettiin ainoaksi taloudellisesti mahdolliseksi kuljetustavaksi pyriittirikasteille. Vuonna 1990 kaivos solmi yhteistyösopimuksen Kokkolan satamalaitoksen kanssa rikasteiden vientisatamasta. Kokkolan sataman tarjoamat palvelut (mm. syväsatama, kuljetinjärjestelmät) todettiin muita satamia selvästi paremmiksi. Lisäksi Kokkolan sataman sijainti ja mahdollisuus rautatiekuljetusten hyödyntämiseen oli sopivin. Kuljetuksista kaivokselta Kokkolan satamaan on järjestetty tarjouskilpailu rautatie- ja maantiekuljetusyritysten välillä. Suurista kuljetusmääristä johtuen VR Cargo ja kaivos tekivät sopimuksen rikasteiden rautatiekuljetuksista. (Haastattelu, Himmi.)

7.2 Pyriitin varastointi kaivoksella

Pyriittirikasteet siirretään rikastamolta varastoalueelle hinnakuljettimilla. Kaivoksen pyriittirikasteet varastoidaan ulkona avoimella kentällä pengervarastointina. Varastoalue on asfaltoitu. Varastoitavia rikasteita on kahta eri laatua, vientiin (SR1) ja kotimaahan (SR2) menevät, jotka varastoidaan kaivoksella erillisille varastointialueille.

Varastoitavien rikasteiden määrät vaihtelevat seuraavasti markkinatilanteesta riippuen:

- SR2 20 000 – 40 000 tonnia
- SR1 50 000 – 100 000 tonnia

(Haastattelu, Kouvalainen.)



Kuva 4 Pyriitin varastointia kaivoksella

7.3 Pyriitin lastaus kaivoksella junavaunuihin

Maa- ja Vesirakennus Tuohimaa Oy suorittaa Pyhäsalmi Mine Oy:n rikasteiden ja muun rakeisen materiaalin siirrot varastoalueella ja lastauksen sieltä junavaunuihin. Urakkasopimuksen kestoaja on kolme vuotta ja sopimusajan päättyessä urakka kilpailutetaan uudestaan.

Kuormattava rikkirikasteen määrä on noin 500 000 – 600 000 tonnia vuodessa. Junia lähtee keskimäärin 6 - 7 viikossa, maanantaista perjantaihin. Junaan lastattavan rikasteen määrä riippuu siitä, minne rikaste kuljetetaan, Kokkolaan vai Siilinjärvelle. Kempfos Oy:lle Siilinjärvelle kuljetettavan rikasteen määrä on noin 1456 tonnia per juna, junakoko on 28 vaunua. Kokkolan satamaan kuljetettavan rikasteen määrä on noin 1716 tonnia per juna, junakoko on 33 vaunua. Rikkirikasteen tapauksessa vaunuja ei erikseen punnita, kuten sinkki- ja kuparivaunut. Yhden täyden vaunun rikastemääräksi on sovittu keskimäärin 52 tonnia. Paino perustuu kokemuseräiseen arvioon ja se on määritelty sopimuksessa vakiopainoksi.

Tuohimaa Oy:n tehtävä on siis rikkirikasteen siirto ja lastaus varastoalueella. Työ tehdään kaivoksen rikastamon laatiman lastausohjelman ja VR Oy:n kanssa laaditun kuljetussopimuksen mukaisesti. Lastausohjelmassa ilmoitetaan junan tulo- ja lähtöajat kaivosalueelta sekä vaunujen lukumäärä. Rikastamo laatii lastausohjelman viikon etukäteen, yleensä keskiviikkoisin. Siirto ja lastaus suoritetaan kahdella kauhakuormaajalla ja lastausmatka on 20–50 metriä. Lastauksen aluksi tulee varmistaa vaunujen siisteys ja kauhojen puhtaus sekä laskea/varmistaa lastattavien vaunujen lukumäärä. Täyttämisen jälkeen kuormat tasoitetaan ja pinta painetaan tiiviiksi kauhalla. Vaunun tultua valmiiksi siitä ilmoitetaan junankuljettajalle, joka siirtää junaa seuraavan vaunun täyttämistä varten. Lastauksen jälkeen lastausväylät siistitään konetyön tarkkuudella. Siilinjärvelle menevien junien lastaus kestää noin tunnin ja Kokkolaan menevien junien noin 1,5 tuntia. (Haastattelu, Kouvalainen.)



Kuva 5 Pyriitin lastaus junavaunuihin kaivoksella

7.4 Pyriitin rautatiekuljetus Kokkolan satamaan / Siilinjärvelle

Kaikki pyriittirikasteen toimitukset asiakkaille lähtevät kaivoksen rikastamolta junakuljetuksina. Kuljetuksista on solmittu kuljetuspalvelusopimus VR Cargon kanssa. Sopimuskauden pituus on kolme vuotta. Sopimus sisältää mm. arvioidut vuosittaiset rikastemäärät, rikasteen rahtihinnan, kuljetus- ja maksuehdot sekä rahtihintojen tarkistuksessa noudatettavan käytännön.

Pyriittijunia ei punnita. VR Cargo laskuttaa rahdit arvioitujen keskimääräisten vaunupainojen mukaan (52 t/vaunu). Täsmäys/tasaus suoritetaan vuosittain kaivoksen ja VR Cargon välisissä neuvotteluissa tuotannosta ja laivauksista saatujen tietojen sekä varastojen inventaarion perusteella. Tästä johtuen vaunukohtaista punnitustodistusta pyriittijunista ei tule, kuten kupari- ja sinkkirikastejunista.

Vientiasiakkaille tarkoitettu rikaste kuljetetaan Kokkolan satamaan, josta rikaste lähtee laivoilla joko suoraan asiakkaille tai Rotterdamin satamassa olevaan välivarastoon. Junien liikennöinti Kokkolan satamaan on kausiluonteista ja siitä päätetään vallitsevan markkinatilanteen perusteella, yleensä satamassa sijaitseva 4700 m² (65 000–70 000 tonnia) välivarasto pidetään täynnä. Kuljetettavan rikasteen vuosittainen määrä Kokkolaan on noin 100 000–150 000 tonnia. Rikasteen toimitukset Kemphos Oy:lle Siilinjärvelle tapahtuvat joka arkipäivä ja vuosittainen kuljetusten määrä on noin 400 000–500 000 tonnia.

Kaivos ilmoittaa viikoittain, keskiviikkona, seuraavan viikon kuljetustarpeet. Kuljetustilaus tehdään Kokkolan junatoimistoon, joka tallentaa tilauksen VR Cargon vaunutilausohjelmaan. Kokkolan junatoimisto siirtää kuljetustilauksen Oulun kuljetustenohjaukseen. Oulun kuljetustenohjaus hoitaa junien kulkuunpanot, seuraa kuljetusten täsmällisyyttä ja kirjaa mahdolliset poikkeamat sekä selvittää niiden syyt. VR Cargo kuljetussuunnittelu Tampere vastaa kuljetussuunnittelusta laatukäsikirjan ja menettelyohjeen mukaisesti yhteistyössä VR Cargo Kokkolan asiakaspalvelupisteen

kanssa. VR Cargo Pyhäsalmen-Pyhäkummun liikenteen vaihtotyön johtaja valvoo vaunuston kuntoa, kuormatilojen puhtautta ja sallituissa kuormapainoissa pysymistä.

VR Cargon kuljetuspalvelu sisältää tyhjän vaunun tuomisen kuormausraiteelle (Kaivos/Pyhäkumpu), kuormatun vaunun kuljettamisen kuormausraiteelta purkamisraiteelle (Siilinjärvi/Kokkola) ja tyhjän vaunun noutamisen purkausraiteelta. Kuljetuksessa käytettävät vaunut ovat malmirikasteen kuljetukseen tarkoitettuja rikastevaunuja, Ome-vaunuja. Vaunussa on kaksi hydraulisesti kallistettavaa kaukaloa, suurin kallistuskulma 52°, jotka yksi kerrallaan voidaan purkaa jommallekummalle puolelle vaunua. Kaukalon kallistuessa vaunun laita avautuu pohjan jatkeeksi, joten tavara purkautuu noin metrin päähän kiskoista. Siilinjärvelle pyriitti kuljetetaan arkipäivisin 28:lla Ome-rikastevaunulla ja kahdella veturilla. Tyhjät vaunut tuodaan kaivokselle arkisin klo 03.20 ja kuormatut vaunut haetaan klo 05.00. Välimatka on 140 km. Kokkolan satamaan pyriitti kuljetetaan kausiluonteisesti 33:lla Ome-rikastevaunulla ja kolmella veturilla. Tyhjät vaunut tuodaan kaivokselle klo 05.20 ja kuormatut vaunut haetaan klo 07.00. Välimatka on 190 km. Käytännön järjestelyistä lastauksen ja junien varauksen osalta vastaa rikastamon päivävuoron työnjohtaja. (Haastattelu, Kouvalainen.)

7.5 Pyriitin purku junasta ja varastointi Kokkolan satamassa

Kokkolan kaupunki on rakennuttanut syväsatamaan 4700 m² suuruisen (65 000–70 000 tonnia) pyriittivaraston, malmivaunujen purkauskuopan ja kuljetinjärjestelmän purkauskuopasta varastoon sekä kuljetusjärjestelmän, jolla pyriitti voidaan siirtää varastosta syvälaiturissa olevaan alukseen. Kaupunki vastaa varaston sekä kuljetinjärjestelmien huollosta ja käytöstä. Pyhäsalmen kaivos on vuokrannut varastoa ja kuljetusjärjestelmiä.

Pyriitti kuljetetaan satamaan junalla. Vaunut puretaan kallistamalla hydraulisesti vaunu, jolloin rikaste valuu purkauskuoppaan. Purkauskuoppa johtaa maan alla olevalle hihnakuljettimelle jolla pyriitti siirtyy kattokuljettimen kautta katettuun varastoon odottamaan laivausta.

Kuljetinjärjestelmä

· Siirtoteho 900 t/h

· Pituus 500 m

(Haastattelu, Kouvalainen.)



Kuva 6 Kuljetinjärjestelmä Kokkolan satamassa



Kuva 7 Välivarastointia Kokkolan satamassa

7.6 Kuljetetun pyriitin lopullinen määrä / näytteenotto (TML-luku / Proctor-indeksi)

PROCTOR-indeksi / TML-luku

Rikasteiden laivakuljetusten kannalta erittäin tärkeä, kullekin rikasteelle luonteenomainen tunnusluku on Proctor-indeksi, jota kutsutaan myös nimellä TML-luku (transportable moisture limit). Tämä luku ilmoittaa rikasteen kosteudelle sen raja-arvon, jonka yläpuolella rikaste menettää helposti vakavuutensa esim. merikuljetusten aikana tapahtuvan liikkeen vaikutuksesta. Tällöin rikasteen sisältämä vesi erkaantuu omaksi faasikseen.

Kansainvälisten kuljetusmääräysten mukaan kuljetettavan rikasteen Proctor-indeksitieto ei saa olla puolta vuotta vanhempi. Näin ollen määrittäminen tehdään vientiin menevälle pyriittirikasteelle puolen vuoden välein. Jos vientiin ollaan toimittamassa poikkeuksellisesti jotain muuta rikastetta, tulee Proctor-indeksi määrittellä riittävän ajoissa laivausta ajatellen. Riippumaton, ulkopuolinen laboratorio määrittää Proctor-indeksin rikastenäytteestä. Näytteenotosta ja sen toimittamisesta määrittämislaboratorioon huolehtii rikastamon päivävuoron työnjohtaja. Hän ottaa myös vastaan tuloksen määrittämisestä ja huolehtii tarvittavasta jakelusta sataman huolintayhtiölle sekä omalle organisaatiolle. Päivävuoron työnjohtaja myös tallettaa Proctor-indeksitiedot tiedostoihinsa vähintään kolmeksi vuodeksi. (Haastattelu, Himmi.)

Kuljetetun pyriitin lopullinen määrä / näytteenotto

Kuten jo mainittu, junaan ei toimituksien yhteydessä punnita, vaan märkäpainona käytetään kokemuksen mukaista vakiopainoa. Siilinjärvelle, Kemphos Oy:lle, toimitetun lastin purkamisen yhteydessä, vastaanottaja ottaa lastista näytteen. Näytteestä tehdään kosteusmäärittäminen kuivapainon selvittämiseksi. Kuivatut näytteet yhdistetään kuukausinäytteeksi, joka jaetaan kolmeen osaan; yksi jää vastaanottajalle, yksi lähetetään myyjälle ja yksi säilytetään mahdollisia jatkoanalyysyjä varten. Vastaanottaja pitää näytteenottopöytäkirjaa, josta käy ilmi junakohtaiset märkäpainot ja kosteudet. Ostaja ja

myyjä vaihtavat analyysitulokset sopimuksessa määritellyllä tavalla. Analyysien vaihdosta huolehtii kemisti, joka säilyttää näytteenottopäiväkirjan, vaihtoanalyysit sekä niiden perusteella tehtävät raportit tiedostossaan vähintään viisi vuotta. Kaivos suorittaa kahdesti vuodessa Kemphos Oy:n kanssa toimitetun rikin määrään kohdistuvan tarkastelun, jossa verrataan rikkihappotehtaan tuotantoa ja arvioituja junapainoja. Vertailun perusteella suoritetaan tarvittaessa inventaariokorjauksia yhteisymmärryksessä asiakkaan kanssa. Pöytäkirjat tarkasteluista talletetaan vähintään viideksi vuodeksi.

Kokkolan satamassa laivan lastauksen yhteydessä, riippumaton urakoitsija ottaa näytteen rikasteesta. Näytteestä suoritetaan kosteusmääritys kuivapainon selvittämiseksi. Märkäpaino määritetään laivan uppouman perusteella (draft survey). Kuivatut laivakohtaiset näytteet yhdistetään kuukausinäytteeksi, joka jaetaan ostajalle ja myyjälle vaihtoanalyysiä varten. Lisäksi osa näytteestä jätetään talteen mahdollista jatkoanalyysiä varten. Näytteenotto-organisaatio toimittaa rikasteen myyjälle kuukausittain punnituspöytäkirjan, josta käy ilmi kuukauden aikana tapahtuneiden laivausten märkäpainot, kosteudet ja kuivapainot.

Mahdollinen analyysien vaihto tapahtuu sopimuksessa määritellyllä tavalla. Vaihdosta huolehtii kemisti, joka säilyttää punnituspöytäkirjan, vaihtoanalyysit ja niiden perusteella tehtävät raportit vähintään viisi vuotta. (Haastattelu, Himmi.)

7.7 Pyriitin lastaus laivaan Kokkolan satamassa

Kokkolan satamassa sijaitsevasta varastosta pyriitti siirretään kauhakuormaajalla hihnakuuljettimelle, joka siirtää lastin laiturilla olevalle lastauskuuljettimelle. Lastauskuuljetin sijoittaa tavaran oikealle paikalleen laivan ruumaan. Menetelmän etuja ovat nopeuden lisäksi turvallisuus ja ympäristöystävällisyys.

Kuljetinjärjestelmä

- Lastausnopeus 1000 t/h
- Pituus 400 m

(Haastattelu, Kouvalainen.)



Kuva 8 Kokkolan satama

7.8 Pyriitin laivakuljetus Rotterdamin satamaan

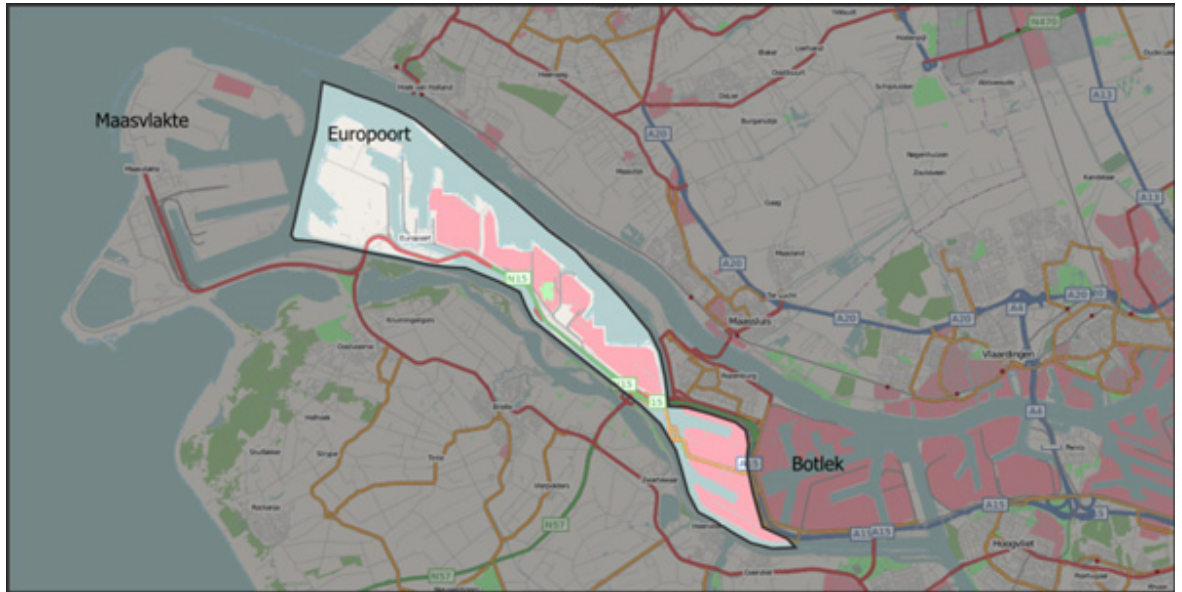
Laivakuljetuksista Kokkolasta Rotterdamiin on solmittu määräaikainen, yleensä kahden vuoden mittainen, sopimus varustamon kanssa. Kaivoksella on matkarahtaussopimus ESL Shippingin kanssa. Matkarahtauksessa varustamo ottaa kuljetettavaksi lastin lastaussatamasta purkusatamaan joko yksikkörahdilla (€/t) tai kokonaisrahdilla, jolloin kuljetettavasta rahdista maksetaan sovittu määrä riippumatta lastin koosta. Matkarahtauksessa varustamo vastaa päiväkustannusten (miehistön palkat, pääomakustannukset jne.) lisäksi myös liikennekustannuksista (polttoaine-, satamakuluista jne.). Kuljetuksissa irtolastilaivan koko on 20.000 - 31.000 dwt. (Haastattelu, Himmi.)



Kuva 9 ESL Shippingin edesmennyt ms Kontula

7.9 Pyriitin varastointi Rotterdamin satamassa

Rotterdamin satamassa sijaitsevaan välivarastoon (30 000 tonnia) kuljetetaan laivalla pyriittiä Kokkolasta keskieurooppalaisia asiakkaita varten. Asiakkaat ostavat/ottavat varastosta rikastetta tarpeidensa mukaan ja sopivat toimituksiin liittyvistä järjestelyistä suoraan kaivoksen käyttämän huolintayhtiön kanssa. Kuljetuskustannusten jakautumisesta asiakkaan ja kaivoksen kesken on sovittu erikseen kussakin rikastesopimuksessa. Rotterdamin satamassa tapahtuvaa rikasteen käsittelyä koskeva sopimus kaivoksella on Oudkerk International B.V:n kanssa. Sopimus on voimassa toistaiseksi ja se sisältää erilaisten käsittelytoimenpiteiden yksikköhinnat rikastetonna kohti. Hintoja tarkistetaan vuosittain. (Haastattelu, Himmi.)



Kuva 10 Europoort satama Rotterdamissa

7.10 Pyriitin jatkokuljetukset Rotterdamin satamasta

Jatkokuljetukset Rotterdamin välivarastosta tehdään Rein-jokea pitkin proomuilla keskieuropalaisille asiakkaille. Suurimmat asiakkaat ovat Sachtleben Chemie GmbH, Sachtleben Bergbau GmbH ja Tronox Pigments. Proomujen koko vaihtelee 2000 - 2500 dwt. Toimituksiin liittyvät järjestelyt hoitaa kaivoksen käyttämä huolintayhtiö, Oudkerk International B.V. (Haastattelu, Himmi.)



Kuva 11 Proomu

8 RISKIANALYYSI

8.1 Vika- ja vaikutusanalyysi, VVA

VVA-analyysi (Failure modes and effects analysis, FMEA) on toimintavarmuuden analysointimenetelmä. Analyysi on kvalitatiivinen ja perustuu tunnistusmenetelmään. VVA:n tavoitteena on tunnistaa kohteen sellaiset viat, joiden seurauksilla on (merkittävä) vaikutus kohteen suorituskykyyn tai kriittisiin toimintoihin. Analyysin tarkoituksena on vastata kysymyksiin, mitkä ovat tutkittavan kohteen riskikohdat sekä mitkä ovat riskien ja riskien seurauksien todennäköisyydet. Menetelmä sopii ensisijaisesti materiaali- ja laitevikojen tunnistamiseen, mutta soveltuu myös karkeammalla tasolla laajempienkin kokonaisuuksien ja prosessien tarkasteluun. (VTT:n verkkosivut.)

8.2 Pyhäsalmi Mine Oy:n riskianalyysi

Pyhäsalmi Mine Oy:n pyriittikuljetusten riskianalyysi toteutettiin käyttäen vika- ja vaikutusanalyysiä (VVA). Analyysi on laadittu kaivoksen laatupäällikön Matti Himmin avustuksella loppuvuodesta 2009 ja sitä on täydennetty keväällä 2010. Tarkastelussa käytiin läpi koko pyriitin kuljetusketju alkaen lastauksesta kaivoksella junavaunuihin ja päättyen proomukuljetuksiin Rotterdamin satamasta. Riskien arviointi suoritettiin yhtiön neljän perusarvon suhteen. Perusarvoina olivat kannattavuus, turvallisuus, ympäristö ja yhteiskunta. Näin jokaiselle riskille saatiin neljä numeerista arvoa. Tapahtuman laukaisevia tekijöitä kirjattiin yhteensä kahdeksantoista, jotka aiheuttivat kuusi erilaista poikkeustilannetta kuljetusketjun eri vaiheissa.

Analyysi laadittiin kahdessa vaiheessa VVA Excel –taulukkopohjalle (ks. LIITE1). Ensimmäisessä vaiheessa pyrittiin tunnistamaan ne tilanteet kuljetusketjussa, joihin sisältyy riskejä. Riskien tunnistuksen jälkeen pohdittiin tilanteeseen johtaneita syitä ja seurauksia. Tilanteet, syyt ja seuraukset kirjattiin VVA-taulukkoon. (ks. LIITE1). Toisessa vaiheessa syiden ja seurauksien todennäköisyyksille annettiin numeerinen arvo 5-portaisella asteikolla.

- 1 = olematon
 2 = erittäin epätodennäköinen
 3 = epätodennäköinen
 4 = keskimääräinen
 5 = todennäköinen

Ensimmäiseksi arvioitiin ja kirjattiin taulukkoon todennäköisyys ”tapahtumalle joka laukaisee vahingon” ao. taulukon perusteiden mukaan (muuttuja 1).

Taulukko 1. Vaaratilanteen tai laukaisevan tilanteen todennäköisyys

Olematon	Alle 1:10 000	Vaaratilanteen tai tapahtuman toteutumista on vaikea kuvitella (toteutuminen on erittäin epätodennäköistä tai sen mahdollisuus on lähes olematon)
Erittäin epätodennäköinen	1:1 000 – 1:10 000	Vaaratilanteen tai tapahtuman toteutuminen on epätodennäköistä
Epätodennäköinen	1:100 – 1:1 000	Vaaratilanteen tai tapahtuman toteutumisen todennäköisyys on pieni (toteutuminen on mahdollista)
Keskimääräinen	1:10 – 1:100	Yksittäinen vaaratilanne tai tapahtuma toteutuu epäsäännöllisesti (toteutuminen on todennäköistä)
Todennäköinen	Suurempi kuin 1:10	Vaaratilanne tai tapahtuma toteutuu säännöllisesti (toteutuu ainakin kerran)

Seuraavaksi arvioitiin ja kirjattiin taulukkoon todennäköisyys ”vahinkojen todennäköisyydelle mikäli tapahtuma toteutuu” ao. taulukon perusteiden mukaan (muuttuja 2).

Taulukko 2. Vahingon todennäköisyys mikäli vaaratilanne tai tapahtuma toteutuu

Vahingon todennäköisyys	Määritelmä
Olematon	<ul style="list-style-type: none"> Laitos tai järjestelmä on suunniteltu kestämään tapahtuma ja huomattava määrä järjestelmäkapasiteettia sekä varajärjestelmiä on asennettu vahingon varalta ja työntekijät on koulutettu ja harjoitettu hyvin reagoimaan vahingon sattuessa ja kaikkia olennaisia järjestelmiä seurataan ja huolletaan säännöllisesti.
Erittäin epätodennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> Laitos tai järjestelmä on suunniteltu kestämään tapahtuma ja riittävä määrä järjestelmäkapasiteettia sekä varajärjestelmiä on asennettu vahingon varalta ja suurin osa työntekijöistä on hyvin koulutettu (mutta ei harjoitettu) reagoimaan vahingon sattuessa ja kaikkia olennaisia järjestelmiä seurataan ja huolletaan säännöllisesti.
Epätodennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> Laitos tai järjestelmä saattaa kestää merkittävimmät tai materiaaliset tapahtumat ja jonkin verran järjestelmäkapasiteettia ja varajärjestelmiä on asennettu suurimpien vahinkojen varalta ja joitakin työntekijöitä on koulutettu reagoimaan vahingon sattuessa ja kaikkia olennaisia järjestelmiä seurataan ja huolletaan säännöllisesti.
Keskimääräinen	<ul style="list-style-type: none"> Laitosta tai järjestelmää ei ole suunniteltu kestämään tapahtumaa ja jonkin verran järjestelmäkapasiteettia ja varajärjestelmiä on asennettu vahinkojen varalta ja muutama avainhenkilö on koulutettu reagoimaan vahingon sattuessa ja kaikkia olennaisia järjestelmiä seurataan ja huolletaan säännöllisesti.
Todennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> Laitosta tai järjestelmää ei ole suunniteltu kestämään tapahtumaa ja järjestelmäkapasiteettia tai varajärjestelmää ei ole asennettu vahinkojen varalta ja työntekijöitä ei ole koulutettu reagoimaan vahingon sattuessa ja kaikkien olennaisten järjestelmien seuranta ja huolto on parhaimmillaankin epäsäännöllistä.

Näiden kahden, ”tapahtuma joka laukaisee vahingon” ja ”vahingon todennäköisyys mikäli tapahtuma toteutuu”, todennäköisyysarvioiden sekä ao. taulukon perusteella määriteltiin ja kirjattiin taulukkoon ”vahingon suhteellinen todennäköisyys”.

Taulukko 3. Vahingon suhteellinen todennäköisyys

	Vahingon tai tapahtuman todennäköisyys	Vahingon todennäköisyys jos vaaratilanne tai tapahtuma toteutuu	Vahingon suhteellinen todennäköisyys
	Olematon	Mikä tahansa	Olematon
S	Erittäin epätodennäköinen	Olematon, epätodennäköinen, erittäin epätodennäköinen, keskimääräinen	Olematon
u	Erittäin epätodennäköinen	Todennäköinen	Erittäin epätodennäköinen
a	Epätodennäköinen	Epätodennäköinen, erittäin epätodennäköinen, Olematon	Olematon
a	Epätodennäköinen	Keskimääräinen	Erittäin epätodennäköinen
v	Epätodennäköinen	Todennäköinen	Epätodennäköinen
a	Keskimääräinen	Olematon	Olematon
k	Keskimääräinen	Erittäin epätodennäköinen	Olematon
s	Keskimääräinen	Epätodennäköinen	Erittäin epätodennäköinen
i	Keskimääräinen	Keskimääräinen	Epätodennäköinen
t	Keskimääräinen	Todennäköinen	Keskimääräinen
o	Keskimääräinen	Olematon	Olematon
d	Todennäköinen	Erittäin epätodennäköinen	Erittäin epätodennäköinen
e	Todennäköinen	Epätodennäköinen	Epätodennäköinen
	Todennäköinen	Keskimääräinen	Keskimääräinen
	Todennäköinen	Todennäköinen	Todennäköinen

Seuraavaksi todennäköisyysarviot tarkennettiin koskemaan yhtiön valittuja perusarvoja, eli kannattavuutta, turvallisuutta, ympäristöä ja yhteiskuntaa. Tarkoituksena oli siis tarkastella, kuinka tapahtuma vaikuttaa jokaisen perusarvon kohdalla. Tapahtuma sai siten neljä erillistä numeerista arvoa. Ensin arvioitiin ja kirjattiin taulukkoon ”vahingollisten seurausten todennäköisyys” jokaisen perusarvon kohdalta erikseen ao. taulukon perusteiden mukaan (muuttuja 3)

Taulukko 4. Vahingollisten seurausten todennäköisyys

Todennäköisyystaso	Tilastollinen todennäköisyys	Kerronnallinen todennäköisyys
Olematon	Alle 1:10 000	Vahingon sattuessa vahingollisten seurausten toteutumista on vaikea kuvitella. Vahingollisen tapahtuman mahdollisuus on lähes olematon.
Erittäin epätodennäköinen	1:1 000 – 1:10 000	Vahingon sattuessa vahingollisten seurausten mahdollisuus on epätodennäköinen.
Epätodennäköinen	1:100 – 1:1 000	Vahingon sattuessa vahingollisten seurausten mahdollisuus on epätodennäköinen. Vahingollinen seuraus on kuitenkin mahdollinen.
Keskimääräinen	1:10 – 1:100	Vahingon sattuessa vahingolliset seuraukset ovat luultavia.
Todennäköinen	Suurempi kuin 1:10	Vahingon sattuessa vahingolliset seuraukset ovat miltei varmoja.

Seuraavaksi arvioitiin ja kirjattiin taulukkoon ”vahingon seurauksien vaikutus” **kannattavuuden** kannalta ao. taulukon perusteiden mukaan (muuttuja 4).

Taulukko 5. Taloudellisten vaikutusten vakavuusasteen määritelmät

Taloudellisen vaikutuksen taso	Määritelmä
Olematon	<ul style="list-style-type: none"> • Ei negatiivisia taloudellisia vaikutuksia yhtiölle. • Ei vaikutusta yhtiön uskottavuuteen ja
Erittäin epätodennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> • vaikutus yhtiön taloudelliseen tilanteeseen on merkityksetön ja • aihe käsitellään rutiininomaisesti ja • asiasta ei koidu negatiivista mediajulkisuutta tai yleisöreaktiota. • Jonkin verran vaikutusta kaivoksen uskottavuuteen avainasemassa olevien osakkaiden osalta ja yhtiön taloudellinen asema muuttuu immateriaalisella tavalla ja
Epätodennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> • osakkeenomistajat ovat tietoisia asiasta, mutta eivät erityisen huolissaan ja • johtoryhmä puuttuu asiaan ja • asiasta koituu negatiivista paikallista mediajulkisuutta. • Huomattava uskottavuuden menetys avainasemassa olevien osakkeenomistajien keskuudessa ja
Keskimääräinen	<ul style="list-style-type: none"> • materiaallinen muutos yhtiön taloudellisessa asemassa ja • tärkeän yksikön tai kaivoksen toiminnan jatkuminen on uhattuna ja • yhtiön johtoporras puuttuu asiaan ja • asiasta koituu negatiivista paikallista ja kansallista mediajulkisuutta.
Todennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> • Yhtiön toiminnan jatkuminen on uhattuna katastrofaalisen taloudellisen aseman muutoksen vuoksi tai uskottavuus menetetään täydellisesti avainasemassa olevien osakkaiden silmissä ja • hallitus ja yhtiön ylin johto puuttuvat asiaan ja • asiasta koituu negatiivista paikallista, kansallista ja kansainvälistä mediajulkisuutta.

Arvioitiin ja kirjattiin taulukkoon ”vahingon seurauksien vaikutus” **turvallisuuden** kannalta ao. taulukon perusteella (muuttuja 4).

Taulukko 6. Turvallisuusvaikutusten vakavuusasteen määritelmät

Turvallisuus- ja terveysvaikutus	Määritelmä
Olematon	<ul style="list-style-type: none"> • Ei vahingollista vaikutusta työntekijän tai yhteisön turvallisuudelle ja/tai terveydelle.
Erittäin epätodennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> • Pieniä vaikutuksia työntekijöiden ja/tai urakoitsijoiden turvallisuuteen (vain ensiapua, ei sairaalahoitoa) ja • turvallisuustapahtumat eivät vaikuta kuin yhteen työntekijään tai urakoitsijaan ja • tapahtuma ei johda työntekijän tai urakoitsijan huomattavan pitkään menetettyyn työaikaan ja • tapauksesta ei koidu negatiivista mediajulkisuutta tai yleisöreaktiota.
Epätodennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> • Vaikutuksia työntekijöiden ja/tai urakoitsijoiden turvallisuuteen, vaatii sairaalahoitoa ja • vaikuttaa korkeintaan 3 työntekijään ja • aiheuttaa mahdollisia lyhyen aikavälin terveysvaikutuksia (alle 1 viikon) työntekijöille ja/tai urakoitsijoille ja • tapauksesta seuraa negatiivista paikallista mediajulkisuutta. • Vakavia tapaturmia, jotka vaativat laajamittaista kuntoutusta (yli 6 kuukautta) ja
Keskimääräinen	<ul style="list-style-type: none"> • turvallisuustapahtumat vaikuttavat yli 5 työntekijään ja • turvallisuustapahtumia ovat toistuvia ja johtavat menetettyyn työaikaan ja • tapauksesta voi seurata keskimääräisiä terveysvaikutuksia (kestoltaan yli kuukauden pituisia) työntekijöille ja/tai urakoitsijoille ja • tapauksesta seuraa negatiivista paikallista ja kansallista mediajulkisuutta.
Todennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> • Yksittäisen työntekijän tai urakoitsijan kuolema ja • useita vakavia tapaturmia, jotka vaativat laajamittaista kuntoutusta (yli 6 kuukautta) ja • tapauksesta seuraa yleensä pitkäaikaisia työkyvyttömyyteen johtavia terveysvaikutuksia työntekijöille ja/tai urakoitsijoille ja • tapauksesta seuraa negatiivista paikallista, kansallista ja kansainvälistä mediajulkisuutta

Seuraavaksi arvioitiin ja kirjattiin taulukkoon ”vahingon seurauksien vaikutus” ympäristön kannalta ao. taulukon perusteiden mukaan (muuttuja 4).

Taulukko 7. Ympäristövaikutusten vakavuusasteen määritelmät

Ympäristövaikutuksen taso	Määritelmä
Olematon	<ul style="list-style-type: none"> • Ei vahingollisia ympäristövaikutuksia ja osakkeenomistajat hyväksyvät. • Vapautunut määrä on raportoitavan rajan alapuolella ja
Erittäin epätodennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> • vapautunut aine on rajattu (sitä ei vapaudu alueen ulkopuolelle) ja • tilanteen torjumiseksi toimittiin välittömästi ja • ympäristövaikutukset ovat minimaalisia ja hoidettavissa ja • siitä ei koidu negatiivista mediajulkisuutta tai yleisöreaktiota. • Vapautunut määrä on raportoitavan rajalla tai suurempi ja • vapautunut aine on rajattu (sitä ei vapaudu alueen ulkopuolelle) ja
Epätodennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> • tilanteen torjumiseksi toimittiin välittömästi ja • ympäristövaikutukset ovat mitattavissa, mutta ne ovat lyhyen aikavälin vaikutuksia ja hoidettavissa ja • kuntoutuskustannukset ovat pienet (arvioi määrä) ja • yleisö tietää asiasta, mutta ei ole huolissaan (ainoa kiinnostus asiaa kohtaan on paikallista) ja • siitä koituu paikallista negatiivista mediajulkisuutta. • Vapautunut aine aiheuttaa huomattavia, mitattavissa olevia ympäristövaikutuksia ja • vaikutukset ovat hoidettavissa kohtuullisilla kuntoutuskuluilla ja • yleisö on tietoinen asiasta ja jonkin verran huolissaan ja • siitä koituu negatiivista paikallista ja kansallista mediajulkisuutta. • Vapautunut aine aiheuttaa huomattavia, mitattavissa olevia ympäristövaikutuksia ja
Keskimääräinen	<ul style="list-style-type: none"> • tarvitaan huomattavia kuntoutustoimenpiteitä, mutta kaikkia pitkän aikavälin vahinkoja ei silti voida korjata ja • vahinkoon liittyy vaarallisia kemikaaleja tai aineita ja • vahingosta koituu peruuttamatonta vahinkoa tärkeille luonnonvaroille ja • yleisö on tietoinen ja erittäin huolissaan tapahtuneesta ja • siitä koituu negatiivista paikallista, kansallista ja kansainvälistä mediajulkisuutta.
Todennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> • tarvitaan huomattavia kuntoutustoimenpiteitä, mutta kaikkia pitkän aikavälin vahinkoja ei silti voida korjata ja • vahinkoon liittyy vaarallisia kemikaaleja tai aineita ja • vahingosta koituu peruuttamatonta vahinkoa tärkeille luonnonvaroille ja • yleisö on tietoinen ja erittäin huolissaan tapahtuneesta ja • siitä koituu negatiivista paikallista, kansallista ja kansainvälistä mediajulkisuutta.

Arvioitiin ja kirjattiin taulukkoon ”vahingon seurauksien vaikutus” yhteiskunnan kannalta ao. taulukon perusteiden mukaan (muuttuja 4).

Taulukko 8. Yhteiskuntavaikutusten vakavuusasteen määritelmät

Vaikutus yhteisöön	Määritelmä
Olematon	<ul style="list-style-type: none"> • Ei vahingollisia seurauksia yhteisölle ja/tai asukkaille, jotka ovat samaa mieltä. • Yhteisöllä on jonkin verran kiinnostusta ja yhteisöön kohdistuu pieniä negatiivisia seurauksia ja
Erittäin epätodennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> • konsernin tai yhtiön yhteisön antama lupaa toimia ei ole kyseenalaistettu ja • hallituksen sekaantuminen toimintaan ei ole todennäköistä ja • vapaaehtoisorganisaatiot eivät kiinnitä toimintaan huomiota ja • toiminta ei aiheuta negatiivista mediajulkisuutta tai yhteisöreaktiota.
Epätodennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> • Yhteisö on tietoinen toiminnasta ja yhteisöön kohdistuu huomattavia negatiivisia seurauksia ja • konsernin tai yhtiön yhteisön antama lupa toimia on kyseenalaistettu ja • paikallishallinnon sekaantuminen toimintaan on mahdollista ja • paikalliset vapaaehtoisjärjestöt kiinnittävät toimintaan huomiota ja • osakkeenomistajat ovat tietoisia asiasta, mutta eivät erityisen huolissaan ja • toiminta aiheuttaa negatiivista paikallista mediajulkisuutta.
Keskimääräinen	<ul style="list-style-type: none"> • Yhteisö on huolissaan ja yhteisö kärsii huomattavia negatiivisia seurauksia ja • konsernin tai yhtiön yhteisön lupaa toimia on uhattuna ja • paikallishallinnon sekaantuminen toimintaan on todennäköistä ja • kansalliset vapaaehtoisjärjestöt kiinnittävät toimintaan huomiota ja • osakkeenomistajat ovat tietoisia asiasta ja huolissaan ja • toiminta aiheuttaa negatiivista paikallista ja kansallista mediajulkisuutta.
Todennäköinen	<ul style="list-style-type: none"> • Yhteisö on erittäin huolissaan ja yhteisö kärsii korjaamattomia negatiivisia seurauksia ja • konsernin tai yhtiön yhteisön lupaa toimia on peruutettu ja • kansallinen hallinto puuttuu asiaan ja • kansainväliset vapaaehtoisjärjestöt kiinnittävät toimintaan huomiota ja • toiminta aiheuttaa negatiivista paikallista, kansallista ja kansainvälistä mediajulkisuutta.

Seuraavaksi määriteltiin ja kirjattiin taulukkoon kaikille perusarvoille ”vahingon suhteelliset vaikutukset” muuttujien 3 ja 4 perusteella saatujen arvojen sekä ao. taulukon perusteella.

Taulukko 9. Vahingon seurausten suhteellisen tason määritelmät

Vahingollisen seurauksen todennäköisyys	Vahingollisen seurauksen vaikutukset	Vahingon suhteelliset seuraukset
Mikä tahansa	Olematon	Olematon
Olematon	Erittäin epätodennäköinen	Olematon
Erittäin epätodennäköinen,	Erittäin epätodennäköinen	Erittäin epätodennäköinen
epätodennäköinen,		
keskimääräinen		
Todennäköinen	Erittäin epätodennäköinen	Epätodennäköinen
Olematon, erittäin epätodennäköinen	Epätodennäköinen	Erittäin epätodennäköinen
Epätodennäköinen,	Epätodennäköinen	Epätodennäköinen
keskimääräinen,		
todennäköinen		
Olematon, erittäin epätodennäköinen	Keskimääräinen	Epätodennäköinen
Epätodennäköinen,	Keskimääräinen	Keskimääräinen
keskimääräinen		
Todennäköinen	Keskimääräinen	Todennäköinen
Olematon, erittäin epätodennäköinen	Todennäköinen	Epätodennäköinen
Epätodennäköinen	Todennäköinen	Keskimääräinen
Keskimääräinen,	Todennäköinen	Todennäköinen
todennäköinen		

”Suhteellinen riskiluokitus” määriteltiin ja kirjattiin taulukkoon jokaisen perusarvon kohdalta ”vahingon suhteellisen todennäköisyyden” ja ”vahingon suhteellisten seurausten” sekä ao. taulukon perusteella. Lisäksi Excel -taulukosta saadaan perusarvojen yhteinen ”suhteellinen riskiluokitus”.

Taulukko 10. Vahingon suhteelliset seuraukset

		Olematon	Erittäin epätodennäköinen	Epätodennäköinen	Keskimääräinen	Todennäköinen	
		1	2	3	4	5	
Vahingon suhteellinen todennäköisyys	Olematon						
		1	1	2	2	3	5
	Erittäin epätodennäköinen	2	2	2	3	4	6
	Epätodennäköinen	3	2	3	5	6	7
	Keskimääräinen	4	3	3	6	8	9
Todennäköinen	5	4	5	7	9	10	

8.3 Analyysin tulokset

Poikkeamatilanne/vahinko: Lastauksen keskeytyminen tai viivästyminen rikastamolla

Poikkeamatilanteeseen johtivat konerikko tai sääolosuhteet.

Konerikon sattuessa seurauksena olisi junan lähdön viivästyminen ja mahdollisesti ympäristövahinko. Tapahtuman, eli konerikon, todennäköisyys arvioitiin keskimääräiseksi (4) ja vahinkojen, eli lastauksen keskeytymisen tai viivästyksen rikastamolla, todennäköisyys olemattomaksi (1). Näin ollen vahingon suhteelliseksi todennäköisyydeksi tuli olematon (1). Kohtiin vahingon seurauksien todennäköisyys ja vahingollisen seurauksen vaikutus, perusarvot (kannattavuus, turvallisuus ympäristö ja yhteiskunta) saivat kaikissa kohdissa arvon olematon (1). Näin ollen vahinkojen suhteellisista seurauksista ja suhteellisista riskiluokituksista muodostui kaikkiin perusarvoihin olematon (1). Yhteinen suhteellinen riskiluokitus 1,0.

Sääolosuhteiden negatiivinen vaikutus olisi toimituksen viivästyminen. Tapahtuman, eli lastauksen keskeyttämisen/hidastamisen aiheuttava riittävän ankaran sääolosuhteen, todennäköisyys nähtiin olemattomana (1). Vahingon, eli lastauksen keskeytymisen/hidastumisen, todennäköisyys todettiin erittäin epätodennäköiseksi (2), joten vahingon suhteellisesta todennäköisyydestä tuli olematon (1). Vahingon seurauksien todennäköisyys ja vahingollisen seurauksen todennäköisyys sai perusarvojen kaikissa kohdissa arvon olematon (1). Näin vahinkojen suhteellisista seurauksista ja suhteellisista riskiluokituksista muodostui kaikkiin perusarvoihin olematon (1). Yhteinen suhteellinen riskiluokitus 1,0.

Poikkeamatilanne/vahinko: Rautatiekuljetusten viivästyminen

Poikkeamatilanteeseen johtivat junaonnettomuus/ratalaitehäiriö, vaihtotyöhäiriö, liikennehäiriö tai kaluston vaurioituminen. Kaikissa tapauksissa mahdollisena

seurauksena olisi kuljetuksen viivästyminen, lisäksi junaonnettomuus-/ratalaitehäiriötilanteessa lastin tuhoutuminen.

Junaonnettomuus-/ratalaitehäiriötapauksessa tapahtuman ja vahingon, eli rautatiekuljetuksen viivästyminen, todennäköisyyksiksi arvioitiin epätodennäköiset (3), joten vahingon suhteellinen todennäköisyys sai arvon olematon (1). Vahingon seurauksien, eli lastin tuhoutumisen ja/tai kuljetuksen viivästyminen, todennäköisyys sai perusarvojen kohdilla erilaisia arvoja. Kannattavuus sai arvon epätodennäköinen (3), turvallisuus ja ympäristö saivat arvot erittäin epätodennäköinen (2) ja yhteiskunta arvon olematon (1). Vahingollisen seurauksen vaikutus arvioitiin kannattavuudessa, turvallisuudessa ja ympäristössä erittäin epätodennäköiseksi (2) ja yhteiskunnan kohdalla olemattomaksi (1). Vahingon suhteellisiin seurauksiin ja suhteellisiin riskiluokituksiin tuli kohdissa kannattavuus, turvallisuus ja ympäristö arvo erittäin epätodennäköinen (2), yhteiskunta sai molemmissa kohdissa arvon olematon (1). Yhteinen suhteellinen riskiluokitus 1,0.

Vaihtotyövauriotapaus ja liikennehäiriötapaus saivat molemmat kaikissa arviointikohdissa samanlaiset arvot. Tapahtumien ja vahinkojen todennäköisyyksiksi arvioitiin epätodennäköinen (3), joten vahinkojen suhteelliset todennäköisyydet saivat arvon olematon (1). Vahinkojen seurauksien todennäköisyydet ja vahingollisten seurauksien vaikutukset saivat perusarvojen kohdalla arvon olematon (1). Vahinkojen suhteelliset seuraukset ja suhteelliset riskiluokitukset olivat olemattomat (1). Molempien tapausten yhteinen suhteellinen riskiluokitus oli 1,0.

Kaluston vaurioitumisen seurauksena oli mahdollinen lastauksen viivästyminen. Tapahtuman todennäköisyys oli keskimääräinen (4) ja vahingon todennäköisyys epätodennäköinen (3), joten vahingon suhteelliseksi todennäköisyydeksi saatiin erittäin epätodennäköinen (2). Perusarvot saivat kohdissa vahingon seurauksen todennäköisyys ja vahingollisen seurauksen vaikutus arvon olematon (1). Tästä johtuen vahingon suhteelliset seuraukset olivat olematon (1). Suhteellinen riskiluokitus sai perusarvojen kaikissa kohdissa arvon (2). Yhteinen suhteellinen riskiluokitus 2,0.

Poikkeamatilanne/vahinko: Lastauksen viivästyminen Kokkolan satamassa

Mahdollisen poikkeustilanteen aiheuttivat laitevauriot, työselkkaukset tai virheet työsuunnittelussa. Seurauksena kaikissa tapauksissa oli lastauksen viivästyminen. Laitevauriossa tapahtuman todennäköisyys arvioitiin keskimääräiseksi (4) ja vahingon todennäköisyydeksi erittäin epätodennäköinen (2), joten vahingon suhteelliseksi todennäköisyydeksi tuli olematon (1). Vahingon seurauksen todennäköisyys ja vahingollisen seurauksen vaikutukset saivat kaikissa perusarvojen kohdissa arvon olematon (1) joten vahingon suhteelliset vaikutukset saivat arvon olematon (1). Myös suhteellinen riskiluokitus sai kaikkiin kohtiin arvon olematon (1). Yhteinen suhteellinen riskiluokitus 1,0.

Työselkkaukseen arvioitiin tapahtuman ja vahingon todennäköisyydeksi epätodennäköinen (3), joten vahingon suhteellinen todennäköisyydeksi tuli olematon (1). Vahingon seurauksien todennäköisyys arvioitiin kannattavuuden ja yhteiskunnan osalta epätodennäköiseksi (3), turvallisuuden ja ympäristön kannalta olemattomaksi (1). Vahingollisten seurauksien vaikutus arvioitiin kannattavuuden ja yhteiskunnan osalta erittäin epätodennäköiseksi (2), turvallisuuden ja ympäristön kannalta olemattomaksi (1). Näiden perusteella saatiin vahingon suhteellisille seurauksille ja suhteellisille riskiluokituksille arvo erittäin epätodennäköinen (2) kannattavuuden ja yhteiskunnan osalta sekä olematon (1) turvallisuuden ja ympäristön osalta. Yhteinen suhteellinen riskiluokitus 1,5.

Virheet työsuunnittelutapauksessa, tapahtuman ja vahingon todennäköisyydeksi arvioitiin erittäin epätodennäköinen (2). Näin ollen vahingon suhteelliseksi todennäköisyydeksi muodostui olematon (1). Perusarvot saivat kaikissa kohdissa arvon olematon (1), joten vahingon suhteellisista seurauksista tuli olematon (1), kuten suhteellisista riskiluokituksistakin. Yhteinen suhteellinen riskiluokitus 1,0.

Poikkeamatilanne/vahinko: Lastin tuhoutuminen laivakuljetusten aikana

Poikkeustilanteen voisi aiheuttaa laivan uppoaminen, lastin palaminen, terrorismi tai karilleajo. Lukuun ottamatta karilleajoa, kaikissa tapauksissa seurauksena olisi lastin tuhoutuminen ja mahdollisia ympäristövaikutuksia. Karilleajossa, mahdollisten ympäristövaikutuksien lisäksi, seurauksena olisi laivan keventämisoperaatio eli laivasta siirrettäisiin lastia pois laivan karilta irrottamisen helpottamiseksi.

Laivan uppoamistapauksessa, tapahtuman todennäköisyys arvioitiin erittäin epätodennäköiseksi (2). Vahingon todennäköisyys, jos tapahtuma toteutuisi, olisi puolestaan todennäköinen (5). Näin vahingon suhteelliseksi todennäköisyydeksi saatiin erittäin epätodennäköinen (2). Kannattavuus, ympäristö ja yhteiskunta saivat vahingon seurauksien todennäköisyydeksi keskimääräisen (4) ja turvallisuus todennäköisen (5). Vahingollisen seurauksen vaikutus arvioitiin kannattavuuden sekä yhteiskunnan osalta epätodennäköiseksi (3), turvallisuuden kannalta todennäköiseksi ja ympäristön osalta erittäin epätodennäköiseksi (2). Vahingon suhteelliseksi seurauksiksi ja suhteelliseksi riskiluokitukseksi tuli kannattavuuden ja yhteiskunnan osalta epätodennäköinen (3), turvallisuuden kannalta todennäköinen (5) ja ympäristön kannalta erittäin epätodennäköinen. Yhteinen suhteellinen riskiluokitus 3,3.

Lastin palaminen. Tapahtuman todennäköisyydeksi arvioitiin epätodennäköinen (3) ja vahingon todennäköisyydeksi erittäin epätodennäköinen (2). Vahingon suhteelliseksi todennäköisyydeksi muodostui olematon (1). Vahingon seurauksien todennäköisyys sai arvon epätodennäköinen (3) perusarvojen kohdissa kannattavuus ja turvallisuus, arvon olematon (1) kohdissa ympäristö ja yhteiskunta. Vahingollisen seurauksen vaikutus sai arvon erittäin epätodennäköinen (2) kohdissa kannattavuus ja turvallisuus, olematon (1) kohdissa ympäristö ja yhteiskunta. Vahingon suhteellisiin seurauksiin ja suhteellisiin riskiluokituksiin muodostui arvot erittäin epätodennäköinen (2) kannattavuuteen ja turvallisuuteen, ympäristöön ja yhteiskuntaan olematon (1). Yhteinen suhteellinen riskiluokitus 1,5.

Terrorismin todennäköisyydeksi arvioitiin erittäin epätodennäköinen (2), samoin kuin tapahtuman vahingon todennäköisyydeksi. Vahingon suhteelliseksi todennäköisyydeksi muodostui näin ollen olematon (1). Perusarvot saivat vahingon seurauksien todennäköisyyksille seuraavat arvot; kannattavuus epätodennäköinen (3), turvallisuus ja yhteiskunta keskimääräinen (4) sekä ympäristö olematon (1). Vahingollisen seurauksien vaikutukset saivat arvot; kannattavuus olematon (1), turvallisuus ja yhteiskunta epätodennäköinen (3) sekä ympäristö olematon (1). Vahingon suhteelliset seuraukset ja suhteellinen riskiluokitus saivat samanlaiset arvot; kannattavuus ja ympäristö olematon (1) sekä turvallisuus ja yhteiskunta epätodennäköinen (2). Yhteinen suhteellinen riskiluokitus 1,5.

Karilleajossa seuraukset olivat mahdollinen ympäristövahinko ja/tai laivan kevennys. Tapahtuman todennäköisyydeksi annettiin arvo epätodennäköinen (3) ja vahingon todennäköisyydeksi erittäin epätodennäköinen (2) jotka muodostivat vahingon suhteelliseksi todennäköisyydeksi olemattoman (1). Vahingon seurauksien todennäköisyydessä perusarvot kannattavuus ja turvallisuus saivat arvon epätodennäköinen (3), ympäristö ja yhteiskunta arvon erittäin epätodennäköinen (2). Vahingollisen seurauksen vaikutukset arvioitiin kannattavuuden kannalta epätodennäköiseksi (3) ja turvallisuuden, ympäristön sekä yhteiskunnan kannalta erittäin epätodennäköiseksi (2). Vahingon suhteelliset seuraukset olivat epätodennäköinen (2) kannattavuuden kohdalla ja erittäin epätodennäköinen turvallisuuden, ympäristön ja yhteiskunnan kohdilta. Suhteellinen riskiluokitus oli kaikissa perusarvokohdissa erittäin epätodennäköinen (2). Yhteinen suhteellinen riskiluokitus 2,0.

Poikkeamatilanne/vahinko: Rikasteen laadun heikkeneminen Rotterdamin satamassa

Rikasteen laadun heikkenemiseen satamassa vaikuttavat sääolosuhteet tai varastointiolosuhteet.

Sääolosuhteiden (esim. rankkasade) seurauksena on kosteuden lisääntyminen rikasteessa/rikasteen liettyminen. Molemmille, tapahtuman ja vahingon todennäköisyydelle, annettiin arvo keskimääräinen (4). Vahingon suhteelliseksi todennäköisyydeksi muodostui epätodennäköinen (3). Arvioitaessa vahingon seurauksien todennäköisyyttä, perusarvot kannattavuus ja ympäristö saivat arvon erittäin epätodennäköinen (2), turvallisuus ja yhteiskunta saivat arvon olematon (1). Vahingollisen seurauksen vaikutus arvioitiin kaikkien perusarvojen kohdalta olemattomaksi (1). Kaikkien perusarvojen kohdalla vahingon suhteelliset seuraukset olivat olematon (1) ja suhteellinen riskiluokitus kaikissa kohdissa erittäin epätodennäköinen (2). Yhteinen suhteellinen riskiluokitus 2,0.

Vääränlaisista varastointiolosuhteista johtuva kosteuden lisääntyminen ja mahdolliset epäpuhtaudet voivat vaikuttaa rikasteen laatuun heikentävästi. Tapahtuman todennäköisyys arvioitiin epätodennäköiseksi (3) ja vahingon todennäköisyys erittäin epätodennäköiseksi (2) joten vahingon suhteellisesta todennäköisyydestä tuli olematon (1). Perusarvot saivat kaikissa kohdissa, vahingon seurauksien todennäköisyys ja vahingon seurauksien vaikutus, arvon olematon (1). Näistä johtuen vahingon suhteelliset seuraukset ja suhteellinen riskiluokitus saivat arvon olematon (1). Yhteinen suhteellinen riskiluokitus 1,0.

Poikkeamatilanne/vahinko: Lastin tuhoutuminen proomukuljetuksissa

Tapahtuman voisi aiheuttaa proomun uppoaminen, lastin palaminen tai karilleajo. Kaikissa tapahtumissa seurauksena olisi lastin tuhoutuminen ja mahdollisia ympäristövaikutuksia. Proomun uppoamisen todennäköisyys arvioitiin erittäin epätodennäköiseksi (2), vahingon todennäköisyydeksi arvioitiin todennäköinen (5). Siten vahingon suhteelliseksi todennäköisyydeksi saatiin erittäin epätodennäköinen (2). Vahingon seurauksien todennäköisyydelle annettiin arvo keskimääräinen (4) perusarvoille kannattavuus, ympäristö ja yhteiskunta. Turvallisuus sai arvon todennäköinen (5). Vahingollisen seurauksen vaikutus arvioitiin olemattomaksi (1) kannattavuudelle ja yhteiskunnalle, erittäin epätodennäköiseksi (2) turvallisuudelle ja

ympäristölle. Vahingon suhteelliset seuraukset saivat arvon olematon (1) kohdissa kannattavuus ja yhteiskunta, arvon epätodennäköinen (3) kohdassa turvallisuus sekä erittäin epätodennäköinen (2) kohdassa ympäristö. Suhteellinen riskiluokitus sai arvon erittäin epätodennäköinen (2) kohdissa kannattavuus, ympäristö ja yhteiskunta. Turvallisuus sai arvon epätodennäköinen (3). Yhteinen suhteellinen riskiluokitus 2,3.

Lastin palamisen todennäköisyydeksi arvioitiin epätodennäköinen (3) ja vahingon todennäköisyydeksi erittäin epätodennäköinen (2). Vahingon suhteelliseksi todennäköisyydeksi muodostui olematon (1). Vahingon seurauksien todennäköisyys sai arvon epätodennäköinen (3) perusarvojen kohdissa kannattavuus ja turvallisuus sekä arvon olematon (1) kohdissa ympäristö ja yhteiskunta. Vahingollisen seurauksen vaikutus sai arvon erittäin epätodennäköinen (2) kohdissa kannattavuus ja turvallisuus sekä olematon (1) kohdissa ympäristö ja yhteiskunta. Vahingon suhteellisiin seurauksiin ja suhteellisiin riskiluokituksiin muodostui arvot erittäin epätodennäköinen (2) kannattavuuteen ja turvallisuuteen, ympäristöön ja yhteiskuntaan olematon (1). Yhteinen suhteellinen riskiluokitus 1,5.

Proomun karilleajossa seuraukset olivat lastin tuhoutuminen ja mahdollinen ympäristövahinko. Tapahtuman todennäköisyydeksi annettiin epätodennäköinen (3) ja vahingon todennäköisyydeksi erittäin epätodennäköinen (2), jotka muodostivat vahingon suhteelliseksi todennäköisyydeksi olemattoman (1). Vahingon seurauksien todennäköisyydessä perusarvot kannattavuus ja turvallisuus saivat arvon epätodennäköinen (3), ympäristö ja yhteiskunta arvon erittäin epätodennäköinen (2). Vahingollisen seurauksen vaikutukset arvioitiin kannattavuuden kannalta epätodennäköiseksi (3) ja turvallisuuden, ympäristön sekä yhteiskunnan kannalta erittäin epätodennäköiseksi (2). Vahingon suhteelliset seuraukset olivat epätodennäköinen (2) kannattavuuden kohdalla ja erittäin epätodennäköinen turvallisuuden, ympäristön ja yhteiskunnan kohdilta. Suhteellinen riskiluokitus oli kaikissa perusarvokohdissa erittäin epätodennäköinen (2). Yhteinen suhteellinen riskiluokitus 2,0.

9 POHDINTA

9.1 Pohdintaa tutkimustuloksista

Pyhäsalmi Mine Oy:n kuljetusketjussa on tapahtunut harvoin vakavia vahinkoja, mutta niiden riskien kartoittaminen on luonnollisestikin tarpeellista. Tutkimustuloksista ilmeni, että riskien todennäköisyys oli edelleenkin suhteellisen pieni. Riskianalyysissä tunnistettiin yhteensä 18 poikkeamatilanneskenaariota, jotka voisivat aiheuttaa häiriötä kaivoksen pyriittirikasteen kuljetuksiin asiakkaille. Perusarvojen saamat yhteiset suhteelliset riskiluokitukset liikkuvat alueella olematon - epätodennäköinen (1,0-3,3).

Perusarvot eli kannattavuus, turvallisuus, ympäristö ja yhteiskunta saivat yhteisessä riskiluokituksessa arvon olematon (1) seuraavissa tapahtumissa:

- konerikko tai sääolosuhteet, jotka johtavat lastauksen keskeytymiseen tai viivästymiseen rikastamolla.
- junaonnettomuus/ratalaitehäiriö, vaihtotyövaurio ja liikennehäiriö, jotka aiheuttavat poikkeamatilanteen rautatiekuljetusten viivästyminen.
- laitevaurio ja virheet työsuunnittelussa, johtavat lastauksen viivästymiseen Kokkolan satamassa.
- vääränlaiset varastointiolosuhteet Rotterdamin satamassa johtavat rikasteen laadun heikkenemiseen.

Perusarvot eli kannattavuus, turvallisuus, ympäristö ja yhteiskunta saivat yhteisessä suhteellisessa riskiluokituksessa arvon (1,5 - 2,3) eli pyöristettynä arvon erittäin epätodennäköinen (2) seuraavissa tapahtumissa:

- kaluston vaurioituminen (2,0), joka johtaa rautatiekuljetusten viivästymiseen
- työselkkäus (1,5), joka johtaa lastauksen viivästymiseen Kokkolan satamassa
- lastin palaminen (1,5), karilleajo (2,0) ja terrorismi (1,5), jotka johtavat lastin tuhoutumiseen laivakuljetusten aikana

- sääolosuhteet (2,0), johtaa rikasteen laadun heikkenemiseen Rotterdamin satamassa
- proomun uppoaminen (2,3), lastin palaminen (1,5) ja proomun karilleajo (2,0), jotka johtavat lastin tuhoutumiseen proomukuljetuksissa

Perusarvot eli kannattavuus, turvallisuus, ympäristö ja yhteiskunta saivat yhteisessä suhteellisessa riskiluokituksessa arvon (3,3) eli pyöristettynä arvon epätodennäköinen (3) seuraavassa tapahtumassa:

- laivan uppoaminen, joka johtaa lastin tuhoutumiseen laivakuljetusten aikana.

Edellä mainitut tapahtumat ja niiden aiheuttamat seuraukset eivät siis ole kovin todennäköisiä. Niiden mahdollisuus on pieni, eikä niistä sen vuoksi aiheudu merkittäviä negatiivisia seurauksia kannattavuuteen, turvallisuuteen, ympäristöön tai yhteiskuntaan. Jos kuitenkin käy niin, että esimerkiksi proomu uppoaa, yksittäiset perusarvot nousevat, koska seuraukset ovat väistämättömät. Esimerkkitapahtumassa turvallisuuden arvoksi muodostuu keskimääräinen (4). Lopullinen riskiluokitusarvo määräytyy kuitenkin VVA-ohjelman käyttämän kaavan mukaisesti.

Tämä tutkimus voisi toimia pohjana jatkotutkimukselle, joka voisi kohdistua esimerkiksi poikkeamatilanteiden yksityiskohtaisempaan tarkasteluun sekä riskien minimoimisen toimintamalleihin. Jatkotutkimuksen toteuttamista helpottaisi tiiviimpi yhteistyö tutkijan ja muiden kuljetusketjun yhteistyökumppaneiden välillä.

9.2 Tutkimuskohteen ja tutkimusmenetelmien arviointi

Työn kohteena oli Pyhäsalmi Mine Oy:n pyriittirikasteen kuljetusketju. Tarkoituksena oli kuvailla kuljetusketjun eri toiminnot mahdollisimman yksityiskohtaisesti, esitellä kuljetusketjun yhteistyökumppanit ja laatia riskianalyysi kuljetusketjusta käyttäen vika- ja vaikutusanalyysiä (VVA). Analyysin tehtävänä oli löytää kuljetusketjusta riskikohteita sekä arvioida riskien ja niiden seurausten todennäköisyys.

Tämän tutkimuksen teoria muodostuu Pyhäsalmi Mine Oy:n käyttämän kuljetusketjun ympärille. Teorian alussa käsitelty logistiikka muodostaa perustan kuljetusketjulle ja siinä tehtyjen valintojen ymmärtämiselle. Alussa tarkoitukseni oli perehtyä tarkemmin siihen, mitä riskit kuljetusketjussa voivat olla ja miten niitä on aikaisemmin analysoitu. Kirjallisuuteen perehtyessäni en voinut sivuuttaa logistiikan merkitystä tutkimukselle. Ymmärrykseni kuljetusketjun kokonaisuudesta laajeni kirjallisuuden kautta.

Teoriassa esiteltiin myös Pyhäsalmi Mine Oy:n kuljetusketjun yhteistyökumppanit. Yhteistyökumppaneiden merkitys kuljetusketjun riskianalyysiin jäi kuitenkin tutkimuksen suppean luonteen vuoksi hieman pinnalliseksi. Vaikka tutustuin yhteistyökumppaneiden laatimiin poikkeustilanteiden toimintaohjeisiin, päädyin tutkimaan tutkimusaihetta vain kaivoksen näkökulmasta.

Pyhäsalmi Mine Oy:ssä on suoritettu Inmet-toimintapolitiikan mukaisesti osastoittain riskien arviointi. Tämän tutkimuksen voidaankin katsoa olevan yksi osa koko kaivoksen riskien analysoinnin kokonaisuutta. Kuljetusketjun riskianalyysiä ei ole aikaisemmin suoritettu VVA-analyysin menetelmällä. Tutkimuksen tarkoitus ei siis ollut laatia toimintamenetelmiä kuljetusketjun riskien minimoimiseksi, vaan kartoittaa kuljetusketju riskeineen.

VVA-analyysin tarkoituksena on vastata kysymyksiin, mitkä ovat tutkittavan kohteen riskikohdat ja mitkä ovat riskien sekä riskien seurauksien todennäköisyydet. Menetelmä sopii ensisijaisesti materiaali- ja laitevikojen tunnistamiseen, mutta soveltuu myös karkeammalla tasolla laajempienkin kokonaisuuksien ja prosessien tarkasteluun. (VTT:n verkkosivut.)

VVA-analyysi tutkimusmenetelmänä sopi mielestäni kuljetusketjun riskianalyysimenetelmäksi hyvin, joskin ohjelmassa käytetyt laskentamenetelmät jäivät minulle hieman epäselväksi. Ohjelma oli helppokäyttöinen, mutta taulukon tulkitseminen oli ajoittain hankalaa. Toisaalta minulla ei ole aikaisempaa kokemusta muista analyysimenetelmistä, joten vertailupohjaa ei juuri ole.

VVA-analyysillä saatujen tutkimustulosten luotettavuutta on syytä tarkastella, koska tutkijan rooli poikkeamatilanteiden laadinnassa on suuri. Tutkimustuloksia tarkasteltaessa on syytä pohtia, onko tutkija löytänyt oikeat poikkeamatilanteet ja niihin vaikuttavat tekijät ja osannut arvioida riskien ja seurauksien todennäköisyydet realistisesti. Nämä seikat ovat suoraan verrannollisia VVA-analyysillä saatuihin tutkimustuloksiin. Tämän tutkimuksen tulokset eivät ole yleistettäviä, koska tutkimus on suoritettu tapauskohtaisena Pyhäsalmi Mine Oy:lle.

Tässä tutkimuksessa ongelmalliseksi tekijäksi VVA-analyysin laatimisessa muodostuikin tutkittavien realististen poikkeamatilanteiden muodostaminen tarpeeksi suppeassa mittakaavassa. Onnistuin mielestäni löytämään ongelmat pääkohdittain, joskin tutkimuksen rajaaminen ammattikorkeakoulun opinnäytetyön mittakaavaan sopivaksi tuntui haastavalta.

LÄHTEET

- Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2002. Johdatus logistiseen ajatteluun. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisu 13.
- Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2004. Logistisen ajattelun perusteet. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisu 38.
- Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. Kuljetukset ja varastointi. Helsinki: Suomen logistiikkayhdistys ry.
- Karhunen, J. & Hokkanen, S. 2007. Kansainväliset tavarakuljetukset. Jyväskylä: Sho Business Development Oy.
- Karrus, K.E. 1998. Logistiikka. Porvoo: WSOY.
- Liiketaloudellinen tutkimuslaitos 1995. Sarja b114.
- Luukkainen, P. 1997. Mineraalitekniikka. Helsinki: Insinööritaito Oy.
- Mäkelä, T., Mäntynen, J. & Vanhatalo, J. 2005. Logistiikka ja kuljetusjärjestelmät. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, Liikenne- ja kuljetustekniikan laitos, opetusmoniste 38.
- Pehkonen, E. 2000. Vienti- ja tuontitoiminta. Porvoo: WSOY.
- Pouri, R. 1997. Businesslogistiikka. Helsinki: Suomen logistiikkayhdistys ry.
- Pyhäsalmen kaivoksen esite 2009. Pyhäjärvi: Pyhäsalmi Mine Oy.
- Pyhäsalmen kaivoksen vuosikertomus 2009. Pyhäjärvi: Pyhäsalmi Mine Oy.
- Reinikainen, P. & Mäntynen, J. 1996. Logistiikan perusteet. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu, Liikenne- ja kuljetustekniikka.
- Reinikainen P., Mäntynen J., Rantala J. & Viitanen S. 2002. Logistiikan perusteet. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu, liikenne- ja kuljetustekniikka.
- Tissari, E. 2000. Vahtimiehen laivatieto ja merimiestaito. Kotka: Kotkan sopusointu.

Haastattelut

- Kouvalainen, R. Haastattelu 3.8.2009. Pyhäjärvi: Pyhäsalmen kaivos.

Himmi, M. Haastattelu 10.8.2009. Pyhäjärvi: Pyhäsalmen kaivos.

Internetlähteet

ESL Shipping verkkosivut. Saatavissa:

http://www.eslshipping.com/portal/en/esl_shipping_ltd/ (Viitattu 20.12.2010)

Huolintaliiton verkkosivut. Saatavissa:

<http://www.huolintaliitto.fi/huolintaliikkeidenliitto/fi/huolinta-ala/tehtavat.php> (Viitattu 20.12.2010)

Kokkolan sataman verkkosivut. Saatavissa:

http://www.portofkokkola.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=43 (Viitattu 20.12.2010)

Liikenneviraston verkkosivut. Saatavissa:

http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/fi/uutiset/2010/12_2010/20100203_meriliikenne (Viitattu 20.12.2010)

M. Rauanheimon verkkosivut. Saatavissa:

http://www.backman-trummer.fi/In_English/Port_and_Sea (Viitattu 20.12.2010)

Merenkululaitoksen verkkosivut. Saatavissa:

www.fma.fi/file:///C:/DOCUME~1/Pedro/LOCALS~1/Temp/kot_tavararyhmat_satamittain.html (Viitattu 20.12.2010)

Tiehallinnon verkkosivut. Saatavissa:

http://www.tiehallinto.fi/servlet/page?_pageid=71&_dad=julia&_schema=PORTAL30&menu=5197&_pageid=71&linkki=1018&julkaisu=552&kieli=fi (Viitattu 20.12.2010)

VR Group verkkosivut. Saatavissa:

http://www.vrgroup.fi/fi/index/vr_konserni_2/Konserniesittely.html (Viitattu 20.12.2010)

VR Track verkkosivut. Saatavissa:

http://www.vrtrack.fi/fi/index/oy_vr_track_ab/toimintaymparisto/suomen_rataverkko.html
1 (Viitattu 20.12.2010)

VTT:n verkkosivut. Saatavissa:

http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit_vika_ja_vaikutusanalyysi_vva.jsp
(Viitattu 20.12.2010)

LIITE 1.

Riskinarviointi	Tyhjä	Tapahtuma joka laukaisee vahingon	Seuraukset	Muuttuja		Muuttuja		Taulukosta		Muuttuja		Muuttuja		Taulukosta		Suhteellinen riskiluokitus
				1	2	1	2	3	4	3	4	1	2			
				Tapahtuman todennäköisyys kaivoksen jäljellä olevana toiminta-aikana	Vahingon todennäköisyys, jos tapahtuma toteutuu			Vahingon suhteellinen todennäköisyys		Vahingollisen seurauksen todennäköisyys	Vahingollisen seurauksen vaikutus			Vahingon suhteelliset seuraukset		
Kuljetukset Lastauksen keskeytyminen tai viivästyminen rikastamolla	Konerikko	Junan lähtö myöhästyy. Mahdollisesti ymärästövahinko	Keskimääräinen	4	Olema ton	1	1	Olema ton	Kannattavuus	Olema ton	1	Olema ton	1	1	Olema ton	1
				0				Turvallisuus	Olema ton	1	Olema ton	1	1	Olema ton	1	
				0				Ympäristö	Olema ton	1	Olema ton	1	1	Olema ton	1	
				0				Yhteiskunta	Olema ton	1	Olema ton	1	1	Olema ton	1	
	Sääolosuhteet	toimitus viivästy	Olema ton	0				Painotettu Kannattavuus								1,0
				1	Erittäin epätodennäköinen	2	1	Olema ton	Olema ton	1	Olema ton	1	1	Olema ton	1	
				0				Turvallisuus	Olema ton	1	Olema ton	1	1	Olema ton	1	
				0				Ympäristö	Olema ton	1	Olema ton	1	1	Olema ton	1	
				0				Yhteiskunta	Olema ton	1	Olema ton	1	1	Olema ton	1	
				0				Painotettu Kannattavuus								
Rautatiekuljetuksen viivästyminen	Junaonnettomuus tai ratalaitehäiriö	Lastin tuhoutuminen tai kuljetuksen viivästyminen	Epätodennäköinen	3	Epätodennäköinen	3	1	Olema ton	Kannattavuus	Epätodennäköinen	3	Erittäin epätodennäköinen	2	2	Erittäin epätodennäköinen	2
				0				Turvallisuus	Erittäin epätodennäköinen	2	Erittäin epätodennäköinen	2	2	Erittäin epätodennäköinen	2	
				0				Ympäristö	Erittäin epätodennäköinen	2	Erittäin epätodennäköinen	2	2	Erittäin epätodennäköinen	2	
				0				Yhteiskunta	Olema ton	1	Olema ton	1	1	Olema ton	1	
	Vaihtotyöväurio	Kuljetuksen viivästyminen	Epätodennäköinen	0				Painotettu Kannattavuus								1,8
				3	Epätodennäköinen	3	1	Olema ton	Olema ton	1	Olema ton	1	1	Olema ton	1	
				0				Turvallisuus	Olema ton	1	Olema ton	1	1	Olema ton	1	
				0				Ympäristö	Olema ton	1	Olema ton	1	1	Olema ton	1	
				0				Yhteiskunta	Olema ton	1	Olema ton	1	1	Olema ton	1	
				0				Painotettu Kannattavuus								
Liikennehäiriö	Kuljetuksen viivästyminen	Epätodennäköinen	3	Epätodennäköinen	3	1	Olema ton	Kannattavuus	Olema ton	1	Olema ton	1	1	Olema ton	1	

				0				Turvallisuus	Olematon	1	Olematon	1	1	Olematon	1
				0				Ympäristö	Olematon	1	Olematon	1	1	Olematon	1
				0				Yhteiskunta	Olematon	1	Olematon	1	1	Olematon	1
				0				Painotettu Kannattavuus							1,0
	Kaluston vaurioituminen	Kuljetuksen viivästyminen	Keskimääräinen	4	Epätodennäköinen	3	2	Erittäin epätodennäköinen	Olematon	1	Olematon	1	1	Olematon	2
				0				Turvallisuus	Olematon	1	Olematon	1	1	Olematon	2
				0				Ympäristö	Olematon	1	Olematon	1	1	Olematon	2
				0				Yhteiskunta	Olematon	1	Olematon	1	1	Olematon	2
				0				Painotettu Kannattavuus							2,0
Lastauksen viivästyminen Kokkolan satamassa	Laitevauriot	Lastauksen viivästyminen	Keskimääräinen	4	Erittäin epätodennäköinen	2	1	Olematon	Olematon	1	Olematon	1	1	Olematon	1
				0				Turvallisuus	Olematon	1	Olematon	1	1	Olematon	1
				0				Ympäristö	Olematon	1	Olematon	1	1	Olematon	1
				0				Yhteiskunta	Olematon	1	Olematon	1	1	Olematon	1
				0				Painotettu Kannattavuus							1,0
	Työselkkaukset	Lastauksen viivästyminen	Epätodennäköinen	3	Epätodennäköinen	3	1	Olematon	Epätodennäköinen	3	Erittäin epätodennäköinen	2	2	Erittäin epätodennäköinen	2
				0				Turvallisuus	Olematon	1	Olematon	1	1	Olematon	1
				0				Ympäristö	Olematon	1	Olematon	1	1	Olematon	1
				0				Yhteiskunta	Epätodennäköinen	3	Erittäin epätodennäköinen	2	2	Erittäin epätodennäköinen	2
				0				Painotettu Kannattavuus							1,5
	Virheet työsuunnitelussa	Lastauksen viivästyminen	Erittäin epätodennäköinen	2	Erittäin epätodennäköinen	2	1	Olematon	Olematon	1	Olematon	1	1	Olematon	1
				0				Turvallisuus	Olematon	1	Olematon	1	1	Olematon	1
				0				Ympäristö	Olematon	1	Olematon	1	1	Olematon	1
				0				Yhteiskunta	Olematon	1	Olematon	1	1	Olematon	1
				0				Painotettu Kannattavuus							1,0
Lastin tuhoutuminen laivakuljetuksen aikana	Laivan uppoaminen	Lasti tuhoutuu. Mahdollisia ympäristövaikutuksia	Erittäin epätodennäköinen	2	Todennäköinen	5	2	Erittäin epätodennäköinen	Keskimääräinen	4	Epätodennäköinen	3	3	Epätodennäköinen	3
				0				Turvallisuus	Todennäköinen	5	Todennäköinen	5	5	Todennäköinen	5
				0				Ympäristö	Keskimääräinen	4	Erittäin epätodennäköinen	2	2	Erittäin epätodennäköinen	2
				0				Yhteiskunta	Keskimääräinen	4	Epätodennäköinen	3	3	Epätodennäköinen	3
				0				Painotettu Kannattavuus							3,3
	Lastin	Lasti tuhoutuu.	Epätodennäköinen	3	Erittäin	2	1	Olematon	Epätodennäköinen	3	Erittäin	2	2	Erittäin	2

palaminen	Mahdollisia ympäristövaikutuksia	en	epätodennäköinen	us	öinen	epätodennäköinen	n	epätodennäköinen	
			0						
			0						
			0						
			0						
Terrorismi	Lasti tuhoutuu. Mahdollisia ympäristövaikutuksia	Erittäin epätodennäköinen	2	Erittäin epätodennäköinen	2	1	Olematon		1,5
			0						1
			0						1
			0						1,5
Karilleajo	Lastia joudutaan keventämään rikastetta poistamalla. Mahdollisia ympäristövaikutuksia	Epätodennäköinen	3	Erittäin epätodennäköinen	2	1	Olematon		2
			0						2
			0						2
			0						2
			0						2,0
Rikasteen laadun huononeminen Rotterdamon satamassa	Sääolosuhteet	Kosteuden lisääntyminen / rikasteen liettyminen	Keskimääräinen	Keskimääräinen	4	3	Epätodennäköinen		2
			0						2
			0						2
			0						2
			0						2,0
Varastointi olosuhteet	Kosteuden lisääntyminen. Epäpuhtaudet	Epätodennäköinen	3	Erittäin epätodennäköinen	2	1	Olematon		1
			0						1
			0						1

				0					Yhteiskunta	Olematon	1	Olematon	1	1	Olema- ton	1
				0					Painotettu							1,0
Lastin tuhotuminen proomukuljetu- ksessa	Proomun- uppoamine- n	Lasti tuhoutuu. Mahdollisia ympäristövaikut- uksia	Erittäin epätodennäköin- en	2	Todennäköine- n	5	2	Erittäin epätodenn- äköinen	Kannattavu- us	Keskimääräin- en	4	Olematon	1	1	Olema- ton	2
				0					Turvallisuu- s	Todennäköine- n	5	Erittäin epätodenn- äköinen	2	3	Epäto- dennä- köinen	3
				0					Ympäristö	Keskimääräin- en	4	Erittäin epätodenn- äköinen	2	2	Erittäi- n epäto- dennä- köinen	2
				0					Yhteiskunta	Keskimääräin- en	4	Olematon	1	1	Olema- ton	2
				0					Painotettu							2,3
	Lastin palaminen	Lasti tuhoutuu. Mahdollisia ympäristövaikut- uksia	Epätodennäköin- en	3	Erittäin epätodennäkö- inen	2	1	Olematon	Kannattavu- us	Epätodennäk- öinen	3	Erittäin epätodenn- äköinen	2	2	Erittäi- n epäto- dennä- köinen	2
				0					Turvallisuu- s	Epätodennäk- öinen	3	Erittäin epätodenn- äköinen	2	2	Erittäi- n epäto- dennä- köinen	2
				0					Ympäristö	Olematon	1	Olematon	1	1	Olema- ton	1
				0					Yhteiskunta	Olematon	1	Olematon	1	1	Olema- ton	1
				0					Painotettu							1,5
	Karilleajo	Lasti tuhoutuu. Mahdollisia ympäristövaikut- uksia	Epätodennäköin- en	3	Erittäin epätodennäkö- inen	2	1	Olematon	Kannattavu- us	Epätodennäk- öinen	3	Epätodenn- äköinen	3	3	Epäto- dennä- köinen	2
				0					Turvallisuu- s	Epätodennäk- öinen	3	Erittäin epätodenn- äköinen	2	2	Erittäi- n epäto- dennä- köinen	2
				0					Ympäristö	Erittäin epätodennäkö- inen	2	Erittäin epätodenn- äköinen	2	2	Erittäi- n epäto- dennä- köinen	2
				0					Yhteiskunta	Erittäin epätodennäkö- inen	2	Erittäin epätodenn- äköinen	2	2	Erittäi- n epäto- dennä- köinen	2
				0					Painotettu							2,0