

# Rautatiekuljetusten riskienhallinta

## Esiselvitys



Erika Kallionpää - Tommi Mäkelä - Riikka Salkonen -  
Essi Sinisalo



RATAHALLINTOKESKUS  
BANFÖRVALTNINGSCENTRALEN

Ratahallintokeskuksen  
julkaisu A 18/2008

## Rautatiekuljetusten riskienhallinta

### Esiselvitys

Erika Kallionpää  
Tommi Mäkelä  
Riikka Salkonen  
Essi Sinisalo

Helsinki 2008

**Ratahallintokeskus**

Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 18/2008

ISSN 1455-2604

ISBN 978-952-445-266-3

Verkkajulkaisu pdf ([www.rhk.fi](http://www.rhk.fi))

ISSN 1797-6995

ISBN 978-952-445-267-0

Kannen ulkoasu: Proinno Design Oy, Sodankylä

Kansikuva: Tommi Mäkelä

Paino: Kopijyvä Oy, Kuopio

Helsinki 2008

**Kallionpää, Erika – Mäkelä, Tommi – Salkonen, Riikka – Sinisalo, Essi: Rautatiekuljetusten riskienhallinta. Esiselvitys.** Ratahallintokeskus, Investointiosasto. Helsinki 2008. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 18/2008. 66 sivua ja 2 liitettä. ISBN 978-952-445-266-3, ISBN 978-952-445-267-0 (pdf), ISSN 1455-2604, ISSN 1797-6995 (pdf).

**Asiasanat:** rautatiet, kuljetus, tavaraliikenne, riskienhallinta, turvallisuus

## TIIVISTELMÄ

Turvallinen liikennöinti rautateillä perustuu turvallisuusmääräysten ehdottomaan noudattamiseen. Turvallisuuden varmistaminen perustuu sekä määräyksiin ja ohjeisiin että teknisiin järjestelmiin. Turvallisuuteen panostaminen ja riskien tiedostaminen tukee myös muiden tavoitteiden saavuttamista, kuten luotettavuuden paranemista. Kuljetusasiakkaalle luotettavuus merkitsee tavarankuljettamista ehjänä perille sovittuna aikana. Riskienhallinta on osa turvallista toimintaa ja turvallisuusjohtamista. Kehittämällä riskienhallintaa voidaan tuntuvasti vaikuttaa tavaraliikenteen turvallisuuteen.

Tutkimuksen tavoitteena on ollut selvittää rautatiekuljetusten turvallisuuteen liittyvät keskeiset riskit ja käytössä olevia keinoja ja menetelmiä riskien tunnistamiseksi ja hallitsemiseksi. Työssä on kartoitettu myös rautatiekuljetusten riskienhallinnan tilaa ja riskianalyysimenetelmiä muissa Euroopan maissa.

Suurin osa rautatiekuljetusten vaaratilanteista ja onnettomuuksista tapahtuu kuormauksessa ja vaihtotyössä ratapihoilla kuljetuksen lähtö- tai määränpäässä. Virheellisen kuormauksen seurauksena tavara voi liikkua, jolloin tavara voi vaurioitua, vaunu voi kaatua tai suistua raiteilta. Tyypillisimmät onnettomuudet vaihtotöiden yhteydessä ovat vaunujen suistumiset ja törmäykset. Vahingot eivät kuitenkaan ole yleensä kovin suuria. Työtapaturmia, yleisimmin kompastumisia ja liukastumisia, sattuu kuitenkin melko usein.

Rautatieliikenteen turvallisuus liitetään usein liikennöinnin, henkilöliikenteen tai vaarallisten aineiden kuljetusten turvallisuuteen. Kuljetuksien osalta erityisesti vaarallisten aineiden kuljetuksia on tutkittu paljon, ja niistä on myös tehty monia riskianalyyskejä. Rautatiekuljetuksien turvallisuus rinnastetaan usein henkilöliikenteen ja vaarallisten aineiden kuljetuksien turvallisuuteen. Euroopan tasolla rautatiealalta puuttuvat toistaiseksi yhtenäiset riskienhallintamenetelmät. Siksi EU:ssa kehitetään parhaillaan riskienhallintaan yhtenäisiä yleisen tason ohjeita, jotka on tarkoitus panna täytäntöön kaikissa EU-maissa. Nämä ohjeet kattavat myös rautatiekuljetukset.

Riskien analysointimenetelmille on kysyntää, kun riskejä on tarpeen analysoida yhä enemmän. Rautatiekuljetusten riskejä on kartoitettu ja analysoitu hyödyntäen yleisiä riskienhallintamenetelmiä. Yleiset riskianalyysimenetelmät ovat menetelminä käyttökelpoisia, mutta ne eivät suoraan sovellu erityisen hyvin rautatiekuljetusten riskien ja vaarojen tunnistamiseen. Rautatiekuljetuksille tulisi yleisiä menetelmiä soveltaen kehittää omia riskianalyysimenetelmiä, joissa tarkastellaan systemaattisesti koko kuljetusketjua ja sen kaikkia osia. Tarkastelun tulisi liittyä saumattomasti myös muihin kuljetusmuotoihin ja koko logistiseen ketjuun. Riskien tunnistamisessa ja analysoinnissa tulisi hyödyntää myös muiden alojen kokemuksia.

**Kallionpää, Erika – Mäkelä, Tommi – Salkonen, Riikka – Sinisalo, Essi: Riskhantering vid järnvägstransporter. Förstudie.** Helsingfors 2008. Banförvaltningscentralens publikationer A 18/2008. 66 sidor och 2 bilagor. ISBN 978-952-445-266-3, ISBN 978-952-445-267-0 (pdf), ISSN 1455-2604, ISSN 1797-6995 (pdf).

**Nyckelord:** järnvägar, transport, godstrafik, riskhantering, säkerhet

## SAMMANDRAG

En förutsättning för en säker trafikerings på järnvägar är att säkerhetsföreskrifter följas ovillkorligt. Att säkerställa säkerhet baserar sig på såväl föreskrifter och anvisningar som tekniska system. En satsning på säkerhet och identifiering av risker understöder också andra mål, såsom förbättring av pålitligheten. Ur transportkundens perspektiv innebär pålitligheten att godset hinner fram oskadat och inom utsatt tid. Riskhantering är en del av en säker och smidig verksamhet och säkerhetsledning. Säkerheten vid godstrafik kan påverkas avsevärt genom att utveckla riskhantering.

Målet i denna forskning har varit att utreda de centrala riskerna vid järnvägstransporter samt medel och metoder som utnyttjas att identifiera och hantera riskerna. I arbetet ingår en kartläggning om riskhanteringsens nuläge och riskanalysmetoder vid järnvägstransporter i de europeiska länderna.

De mesta olyckstillbudena och olyckorna i järnvägstransporter inträffar vid lastning och växlingsarbete på bangårdar på avgångs- och destinationsorter. Felaktig lastning kan leda till att lasten flyttar sig, vagnen välter eller spårar ur. Typiska olyckor vid växlingsarbete är urspårningar och sammanstötningar. Skador är oftast bara måttliga. Yrkesskador, oftast snubblingar och halkningar, är relativt frekventa.

Järnvägstrafikens säkerhet förbindas ofta endast med trafikerings säkerhet, persontrafikens säkerhet eller säkerhet vid transport av farliga ämnen. Transport av farliga ämnen är en väl undersökt tema – talrika riskanalyser av dessa transporter har också genomförts. Säkerheten vid järnvägstransporter jämföras ofta med säkerheten vid persontrafiken och vid transport av farliga ämnen. Det saknas enhetliga riskhanteringsmetoder på den europeiska nivån. Därför utvecklas det inom EU enhetliga direktiv för riskhantering på allmän nivå. Dessa direktiv omfattar också järnvägstransporter.

Det finns efterfrågan på riskanalyseringsmetoder på grund av de ökande behoven att bedöma risker. Risker vid järnvägstransporter har kartlagts genom att utnyttja de allmänna riskhanteringsmetoder. Dessa metoder är inte speciellt tillämpliga för att identifiera de risker och faror som är typiska för järnvägstransporter. Därför borde det utvecklas egna riskhanteringsmetoder för järnvägstransporter som stöder sig på de allmänna riskhanteringsmetoderna. Dessa metoder borde omfatta hela transportkedjan och alla dess delar systematiskt. Dessutom borde granskningen anknytas till de övriga transportsätten och hela den logistiska kedjan. Erfarenheten att identifiera och analysera risker inom andra branscher borde också utnyttjas.

**Kallionpää, Erika – Mäkelä, Tommi – Salkonen, Riikka – Sinisalo, Essi: Risk management in rail freight transport. Preliminary study.** Finnish Rail Administration, Helsinki 2008. Publications of the Finnish Rail Administration A 18/2008. 66 pages and 2 appendices. ISBN 978-952-445-266-3, ISBN 978-952-445-267-0 (pdf), ISSN 1455-2604, ISSN 1797-6995 (pdf).

**Keywords:** railways, freight transport, risk management, safety

## SUMMARY

Following the safety regulations is the main foundation to safe railway traffic. Ensuring safety is based on both regulations and instructions, but also on technical systems. Devoting to safety and knowing risks make it also possible to achieve other targets, like improving reliability. For the transport customer, reliability means transporting the goods undamaged to the right place at the right time. Development of the risk management has an influence on safety of freight transport.

The objective of the study was to identify the central risks related to rail transport safety. One target was to identify instruments and methods available in rail transport risk management. The study also discusses the condition of the rail transport risk management and risk analysis methods in other European countries.

The most of the rail transport accidents and dangerous situations occur in loading and shunting on yards. Because of the incorrect loading, goods can be damaged, a railway wagon can fall or derail. The most typical accidents related to shunting are derailments and collisions. However, damages are usually not so significant. Occupational accidents, typically stumbling and slipping, occur quite often.

Safety of rail transport is often associated with traffic, passenger services or transportation of dangerous goods. Especially transportation of dangerous goods have been examined a lot, and also many risk analyses have been made. Safety of rail transport is usually considered equal to passenger traffic safety or safety of transportation of dangerous goods. The common risk management methods are still missing in Europe. Therefore, the common safety methods and instructions are widely developed in the European Union. Purpose is to implement these methods and instructions in every EU country. These instructions include also rail transport.

There is a clear demand for risk analysis methods, and it is necessary to analyze risks increasingly. Risks in rail transport has been analyzed and investigated using the widely known and general risk management methods. General risk analysis methods are useable, but they are not especially good suited to determine specific risks and dangers in rail transport. For rail transport, there is a clear need to develop own risk analysis methods, in which the whole transport chain and its different parts are considered systematically. In addition, also all other transport modes and the whole logistics chain should be taken into account. Experiences in other fields should be exploited in identifying and analyzing risks.

## ALKUSANAT

Ratahallintokeskus käynnisti syksyllä 2007 esiselvitystyön, jonka tavoitteena oli kartoittaa rautatiekuljetusten turvallisuuteen liittyviä riskejä sekä riskienhallinta- ja riskianalyysimenetelmiä.

Tutkimuksen on tilannut ja rahoittanut Ratahallintokeskus. Työtä on ohjannut turvallisuuspäällikkö Simo Sauni. Tutkimuksessa haastateltiin keskeisiä alan toimijoita ja viranomaisia.

Tutkimus on tehty Tampereen teknillisen yliopiston tiedonhallinnan ja logistiikan laitoksella. Raportin ovat kirjoittaneet tutkija Erika Kallionpää, tutkija Tommi Mäkelä, tutkimusapulainen Riikka Salkonen ja tutkija Essi Sinisalo.

Helsingissä, joulukuussa 2008

Ratahallintokeskus  
Investointiosasto

## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	3
SAMMANDRAG.....	4
SUMMARY .....	5
ALKUSANAT.....	6
1 TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT .....	8
1.1 Taustaa .....	8
1.2 Tavoite, rakenne ja menetelmät .....	9
2 RAUTATIEKULJETUSTEN TURVALLISUUS.....	11
2.1 Turvallisuuden hallinta ja nykytila .....	11
2.2 Rautateiden turvallisuusjohtamisjärjestelmien kehittäminen.....	14
2.3 Turvallisuuden varmistaminen ja keinot.....	18
2.4 Ohjeet ja määräykset.....	20
2.5 Onnettomuuksien tutkinta ja raportointi .....	22
2.6 Tilastoidut vahingot ja onnettomuudet .....	24
3 RISKIENHALLINTA.....	29
3.1 Riskit ja riskienhallinta .....	29
3.2 Riskianalyysi.....	29
3.3 Riskien arviointi.....	33
3.4 Riskienhallinnan kehittäminen.....	34
3.5 Yhteiset turvallisuusmenetelmät (common safety methods) .....	35
3.6 Riskienhallinnan toimintamalleja ulkomailla .....	36
4 TURVALLISUUSRISKIT.....	45
4.1 Rautatiekuljetusjärjestelmän rakenne Suomessa .....	45
4.2 Riskit kuljetusketjussa.....	47
4.3 Vaarallisten aineiden kuljetukset .....	54
4.4 Henkilöstön koulutus ja osaaminen .....	55
5 TULEVAISUUDEN HAASTEITA JA KEHITYSNÄKYMIÄ.....	56
6 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	57
LÄHTEET .....	60
LIITTEET	
Liite 1 Haastatellut asiantuntijat	
Liite 2 Rautatiekuljetusten onnettomuudet ja vaaratilanteet Suomessa 1996–2007	



# 1 TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT

## 1.1 Taustaa

Rautatiekuljetukset ovat kiinteä osa teollisuuden logistisia prosesseja ja toimitusketjuja. Rautateillä on Suomen kuljetusjärjestelmässä eurooppalaisittain suuri merkitys, sillä rautatiekuljetusten osuus valtakunnallisesta kuljetussuoritteesta on noin 25 %. Vuonna 2007 Suomen rataverkolla kuljetettiin 40,3 milj. tonnia tavaraa. (VR 2007)

Rautatiekuljetukset ovat kilpailukykyisiä erityisesti suurissa tavaravirroissa, jotka mahdollistavat pendelimäisen kokojunaliikenteen. Rautatiekuljetusten rooli perusteellisuuden kuljetusjärjestelmissä on ennustettu myös tulevaisuudessa olevan keskeinen. Rautatiekuljetusten tavaramäärän kasvuksi vuoteen 2025 mennessä on ennustettu 25 %, jolloin tavaramäärä on noin 52 milj. tonnia. (Iikkanen & Varjola 2002, Ratahallintokeskus 2006)

Kasvatavat kuljetusmäärät ja junaliikenne tuovat haasteita turvallisuudelle, joka on liikennöinnin lähtökohta. Turvallisuutta kehitetäänkin eri toimijoiden toimesta aktiivisesti osana jatkuvaa parantamista. Elinkeinoelämän kuljetusten turvallisuus määräytyy tavallisesti viranomaisten ja yksityisen sektorin toimijoiden toimenpiteiden yhteisvaikutuksesta. Turvallisuuteen panostaminen ja sen lisäämiseen tähtäävät toimenpiteet vaikuttavat usein myös muihin tavoitteisiin myönteisesti. Turvallisuuden paraneminen merkitsee esimerkiksi luotettavuuden paranemista. Asiakkaalle luotettavuus merkitsee kuorman kuljettamista ehjänä perille sovittuun aikaan. (Kallberg et al. 2005)

Luotettavuuden tavoitteeseen päästään varmistamalla kuljetuksien turvallisuus. Turvallisuuden varmistaminen ja kehittäminen edellyttää riskien tunnistamista ja niihin varautumista. Riskienhallinta on osa turvallista toimintaa ja turvallisuusjohtamista. Kehittämällä riskienhallintaa voidaan tuntuvasti vaikuttaa turvallisuuteen. Koko kuljetusketjun riskit tulisi tunnistaa systemaattisesti ja toiminnan tulisi olla riskit tiedostavaa toimintaa.

Rautatieliikenteen turvallisuudesta on maailmalla tehty paljon tutkimuksia. Rautatiealan kirjallisuudesta ja lehdistä löytyy paljon turvallisuuteen liittyviä artikkeleita. Turvallisuus ja riskienhallinta liitetään kuitenkin usein henkilöliikenteeseen. Tavaraliikenteessä on keskitytty paljon vaarallisten aineiden kuljetuksiin, niiden riskeihin ja riskienhallintaan. Tavaraliikenne on kuitenkin paljon muutakin kuin vain vaarallisten aineiden kuljetuksia ja tavaraliikenteeseen tarvitaan omia riskianalyysimenetelmiä.

Suomessa rautatieliikenteelle on tehty riskianalyyskejä ja onnettomuusriskejä on kartoitettu erilaisin selvityksin. Esimerkiksi VR:llä tehdään vuositasolla n. 30 erilaista riskienarviointia. Rautatieliikenteen onnettomuusriskeistä ja turvaamistoimenpiteistä on esimerkiksi tehty tutkimus, jonka tavoitteena oli Suomen rautatieliikenteen onnettomuusriskien kartoitus ja toimenpiteiden ideointi suurimmiksi arvioitujen riskien pienentämiseksi (Kallberg et al. 2001). VR:llä on vuosina 1996 ja 1998 tehty kolme laajempaa tutkimusta rautatieliikenteen turvallisuudesta. 2000-luvun alussa VR:llä on tehty useampia ratapihakohtaisia riskiselvityksiä sekä yksi henkilöliikenteen junan kulkua koskeva turvallisuusselvitys. (Kallberg et al. 2005)

Tavarankuljetusten riskianalyysimenetelmän kehittämistä on tehty raportti, jossa selvitettiin koko Suomen elinkeinoelämän tavarankuljetuksia koskevan tie-, rautatie- ja vesikuljetukset sekä tavarankuljetusten välikäsitteilyt kattavan riskianalyysimenetelmän kehittämismahdollisuuksia. Raportin tuloksena esitettiin tavarankuljetusten riskianalyysin kokonaisuutta koskeva ehdotus. (Kallberg et al. 2005)

Näiden lisäksi Elinkeinoelämän kuljetusten riskianalyysi -projektin (EKRA) kolmannessa vaiheessa kehitettiin tietokoneella käytettävä tavarankuljetusten riskinarviointityökalun prototyyppi, jolla voidaan arvioida yksittäisen kuljetuksen tai kuljetusketjun turvallisuutta sekä verrata erilaisten kuljetustapojen ja -reittien turvallisuutta tie-, rautatie- ja laivakuljetuksissa (Kallberg et al. 2006). VR-konsernilla on käytössään turvallisuusjohtamisjärjestelmässä mainittu riskien arviointiin tehty junaturvallisuusriskien hallinta -menettelyohje.

## 1.2 Tavoite, rakenne ja menetelmät

Tämän tutkimuksen ensisijaisena tavoitteena on ollut selvittää rautatiekuljetusten turvallisuuteen liittyvät keskeiset riskit sekä miten ja millaisilla menetelmillä riskejä voidaan tunnistaa. Turvallisuutta on selvityksessä käsitelty laaja-alaisesti. Tavoitteena on ollut selvittää myös rautatiekuljetusten riskienhallintaa ja siihen liittyviä menettelyjä. Rautatiekuljetusten turvallisuutta ja niihin vaikuttavia tekijöitä on tarkasteltu myös yleisesti. Selvityksen tavoitteena on ollut kartoittaa myös muiden Euroopan maiden riskienhallintaa rautatiekuljetusten osalta, jolle selvityksessä annetaan paljon painoarvoa. Eri maiden riskianalyysimenetelmistä on myös haettu esimerkkejä.

Tutkimus on luonteeltaan esiselvitys, jonka tavoitteena on tuottaa tausta-aineistoa ja toimia valmistelevana työnä laajempaa Tekesin tutkimusohjelmaan tarkoitettua tutkimushanketta varten, joka liittyy rautatiekuljetusten turvallisuuteen, logistiikkaan ja riskienhallintaan. Tutkimushankkeen aikana aloitetaan myös yhteistyöverkoston kokoaminen laajempaa tutkimushanketta varten.

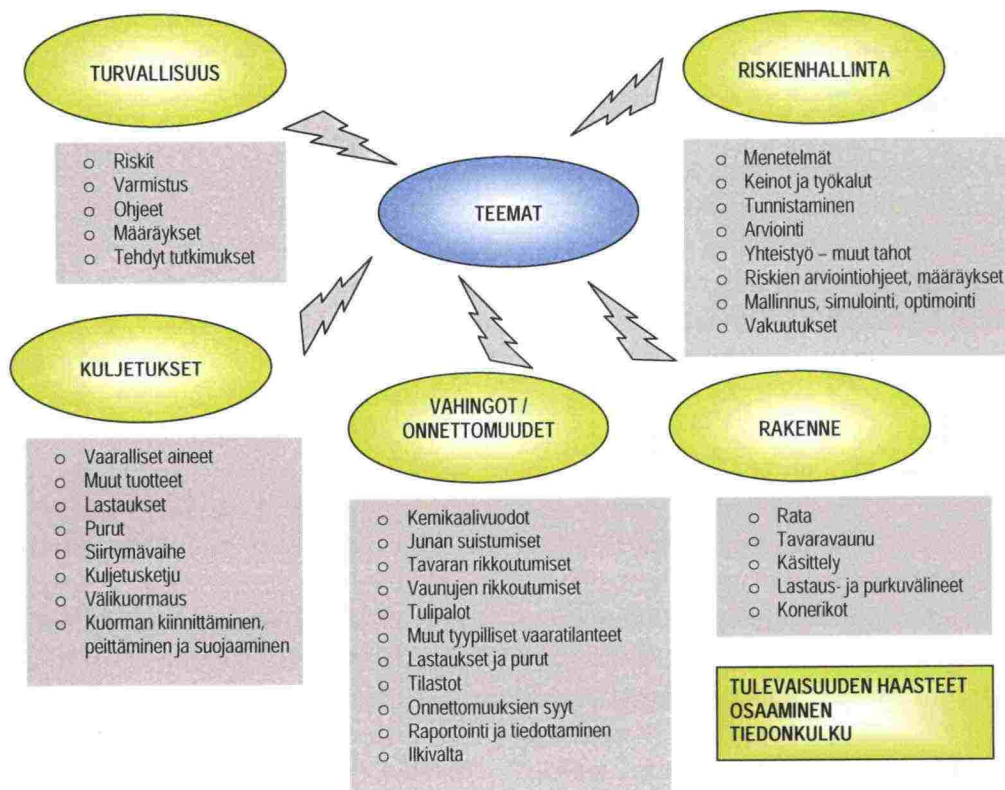
Tämä raportti muodostuu kuudesta itsenäisestä pääluvusta. Ensimmäisessä luvussa kuvataan tutkimuksen lähtökohdat sekä tutkimukselle asetetut tavoitteet ja rajaukset. Lisäksi tässä luvussa käydään läpi työn rakenne ja tutkimuksen viitekehys. Luvussa 2 tarkastellaan rautatiekuljetusten turvallisuutta ja tapahtuneita onnettomuuksia. Luku 3 esittelee riskienhallintaa ja riskianalyysimenetelmiä; myös ulkomaan esimerkkejä riskienhallinnasta käsitellään tässä luvussa. Luvussa 4 tarkastellaan lähemmin rautatiekuljetuksiin liittyviä turvallisuusriskejä ja luku 5 keskittyy tulevaisuuden haasteisiin. Luku 6 esittelee tutkimuksen johtopäätökset ja mahdolliset jatkotutkimuskohteet.

Tutkimus perustuu kirjallisuuskatsaukseen, onnettomuustilastojen ja onnettomuustutkintaraporttien analysointiin sekä asiantuntijoiden haastatteluihin. Kirjallisuuskatsauksen lähteinä on käytetty rautatiealan lehtiä, rautatiealan toimijoiden vuosikertomuksia ja raportteja sekä muuta aiheeseen liittyvää lähdekirjallisuutta. Analysoitavat onnettomuustilastot ja tutkintaraportit saatiin Onnettomuustutkintakeskukselta.

Asiantuntijoiden haastattelut tehtiin teemahaastatteluina, joka on niin sanottu puolistrukturoitu haastattelumenetelmä. Teemahaastattelu sijoittuu tutkimushaastattelumenetelmien joukossa lomakehaastattelun ja avoimen haastattelun välimaastoon. Teema-

haastattelussa tutkijaa ei sido lomakehaastattelun strukturoitu muotoilu ja kysymysten järjestys, vaan tutkijalla on mahdollisuus syventää keskustelua lisäkysymyksillä niin kauan kuin tutkimuksen kannalta on tarpeellista. Teemahaastattelu kohdistuu usein tiettyihin ennalta sovittuihin teemoihin, joista haastattelun aikana keskustellaan. (Hirsjärvi & Hurme 2001)

Kuvassa 1.1 on esitetty tutkimuksen viitekehys, jossa tutkittava aihepiiri on jaettu käsiteltäviin pääteemoihin. Tutkimuksen pääteemat ovat turvallisuus, riskienhallinta, kuljetukset, vahingot ja onnettomuudet sekä rakenne. Teemat toimivat pohjana myös haastatteluille, joissa jokaisen teeman alle syvennyttiin tarkemmin.



Kuva 1.1 Tutkimuksen viitekehys.

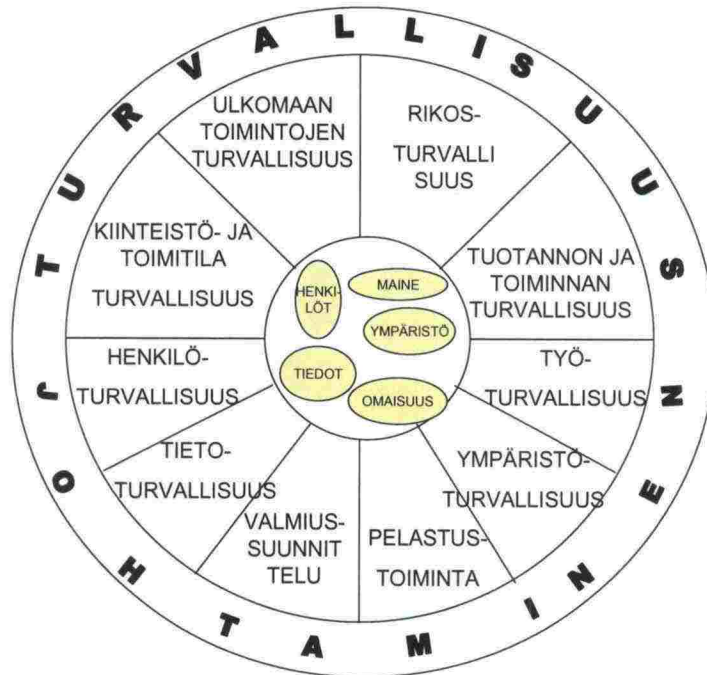
Turvallisuusteemaan kuuluvat kaikki rautatiekuljetuksiin liittyvät turvallisuusriskit, turvallisuuden varmistamisen keinot, turvallisuuteen liittyvät ohjeet ja määräykset sekä aikaisemmin tehdyt tutkimukset. Myös turvallisuuden nykytila kuuluu tämän teeman alle. Riskienhallinnan osalta tarkastellaan erilaisia olemassa olevia riskianalyysimenetelmiä sekä keinoja ja työkaluja riskienhallintaan. Riskien tunnistaminen ja arviointi kuuluvat myös tämän teeman alle.

Kuljetukset muodostavat oman pääteeman, jonka alla pohditaan muun muassa lastauksiin ja purkuihin liittyviä vaaratilanteita, siirtymävaiheen ja välikuormauksen riskejä, kuormauksiin liittyviä asioita ja koko kuljetusketjun aikaisia vaaratilanteita. Vahinkojen ja onnettomuuksien osalta tarkastellaan tapahtuneita onnettomuuksia ja niiden syitä, onnettomuustyyppijä, raportointia ja tutkintaa. Rakenneteemaan kuuluvat kaikki rakenteisiin ja tekniikkaan liittyvät riskit ja turvallisuustekijät.

## 2 RAUTATIEKULJETUSTEN TURVALLISUUS

### 2.1 Turvallisuuden hallinta ja nykytila

Turvallisuusjohtaminen on osa normaalia yrityksen johtamista, jossa turvallisuusnäkökohdat on otettu mukaan strategiaan ja päätöksentekoon. Turvallisuusjohtaminen ohjaa ennen kaikkea yritysturvallisuustyötä. Yritysturvallisuuden osa-alueet voidaan jakaa kaikkiaan kymmeneen eri osa-alueeseen (kuva 2.1). (Yritysturvallisuus EK 2005)



Kuva 2.1 Yritysturvallisuuden osa-alueet. (Yritysturvallisuus EK 2005)

Selvityksessä tehtyjen haastattelujen mukaan turvallisuusjohtamisen avulla voidaan hallita riskejä. Turvallisuustavoitteita asettaa lainsäädäntö, mutta yrityksillä voi olla omia tiukempia tavoitteita. Turvallisuus luodaan työtä tehdessä ja tärkeää on määritellä tavoitteet, joihin tähdätään. Turvallisuus lähtee aina ihmisistä. Jokaisella ihmisellä on niin sanottu sisäinen torjunta- ja arviointijärjestelmä. Jokaisella on luonnostaan ymmärrys ympäristössä olevista riskeistä. Samalla tavalla voidaan toimia työtä tehdessä eli käyttää luonnollista harkintaa. Riskitietoisuus eri tilanteista kuitenkin vaihtelee ja ihmisten riskitietoisuudet ovat erilaisia.

Rautateiden turvallisuuden keskeiset osa-alueet ovat matkustajien, henkilöstön, taso-risteysten ja kuljetusten turvallisuus. VR-Yhtymä Oy jakaa turvallisuuden seuraaviin osa-alueisiin: *junaturvallisuus*, *tietoturvallisuus*, *toimitilaturvallisuus*, *työturvallisuus*, *talousturvallisuus* ja *ympäristöturvallisuus*. Junaturvallisuudella tarkoitetaan kaiken rautatieliikenteen eli junaliikenteen ja vaihtotöiden turvallisuutta. Junaturvallisuus takaa keskeytymättömän ydintoiminnan ja estää sidosryhmille aiheutuvat vahingot. VR tarkastelee junaliikenteen turvallisuutta kokonaisuutena, joka sisältää sekä tavara-liikenteen että henkilöliikenteen turvallisuuden. Toimitilaturvallisuus pitää sisällään käytössä olevien rakennusten turvallisuuden sekä estää ulkopuolisten asiattoman pääsyn toimitiloihin. Työturvallisuudella huolehditaan työntekijöiden turvallisuudesta ja ehkäistään tapaturmia. Talousturvallisuus mahdollistaa maksuliikenteen ja varain-

hallinnan turvallisuuden sekä estää rahavarojen ja sijoitusomaisuuden väärinkäytön ja hävittämisen. Ympäristöturvallisuuden tavoitteena on ehkäistä vaarallisten aineiden kuljetuksien tai muun toiminnan ympäristön vahingoittaminen. Olennainen osa VR:n liiketoimintojen turvallisuutta on myös avaintoimintoja koskeva riskien arviointi, joka toteutetaan vuosittain. (VR-Yhtymä 2006, VR 2007) Rautatieliikenteen turvallisuusasioissa junaturvallisuus on ollut hallitseva turvallisuuden osa-alue. Turvallisuuskokonaisuuden hallitsemisessa on vielä kehitettävää.

Tietoturvallisuudella varmistetaan, että tarvittavat tiedot ovat käytettävissä ja ettei tärkeät tiedot joudu ulkopuolisten haltuun. (VR-Yhtymä 2006) Jokaisessa yrityksessä on tietoja, jotka ovat sen toiminnalle kriittisiä. Tietoturvallisuus on osa koko yrityksen riskienhallintaa. Tietoturvallisuustyö lähtee tietoriskien arvioinnista ja niiden hallinnasta. Sen lisäksi tarvitaan yleisiä periaatteita ja ohjeita tietoturvallisuudesta yrityksessä. (Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliitto 2001)

Tänä päivänä harva yritys on enää vastuussa vain omasta tietoturvallisuudestaan. Informaatiojärjestelmät yritysten ja niiden sidosryhmien välisessä verkottuneessa toimintaympäristössä lisäävät tietoturvallisuuden vaatimuksia ja vastuuta. Suomen lainsäädäntö on kansainvälisesti arvioiden varsin edistyksellinen tiedon salassapidon ja yritysvakoilun, erityssalaisuuden rikkomisen osalta. Tietoturvallisuuteen liittyvää lainsäädäntöä on myös viime vuosina lisätty ja kehitetty edelleen. (Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliitto 2001)

Useimmat tietoturvallisuuden ongelmat liittyvät inhimillisiin tekijöihin kuten huolimattomuuteen ja ymmärtämättömyyteen. Myös osaamattomuus ja muut tietojärjestelmien teknisen toteutuksen ja käytön laadulliset tekijät voivat olla ongelmien lähteitä. Esimerkiksi yli puolet tietoturvallisuuden ongelmista johtuu ihmisen toiminnasta, vain pieni osa laitteista, olosuhteista ja ohjelmistoista. Tietotekniikalla ja tietoteknisellä turvallisuudella on kuitenkin keskeinen merkitys tietojärjestelmien toimivuuden ja toiminnan takaamiseksi. (Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliitto 2001)

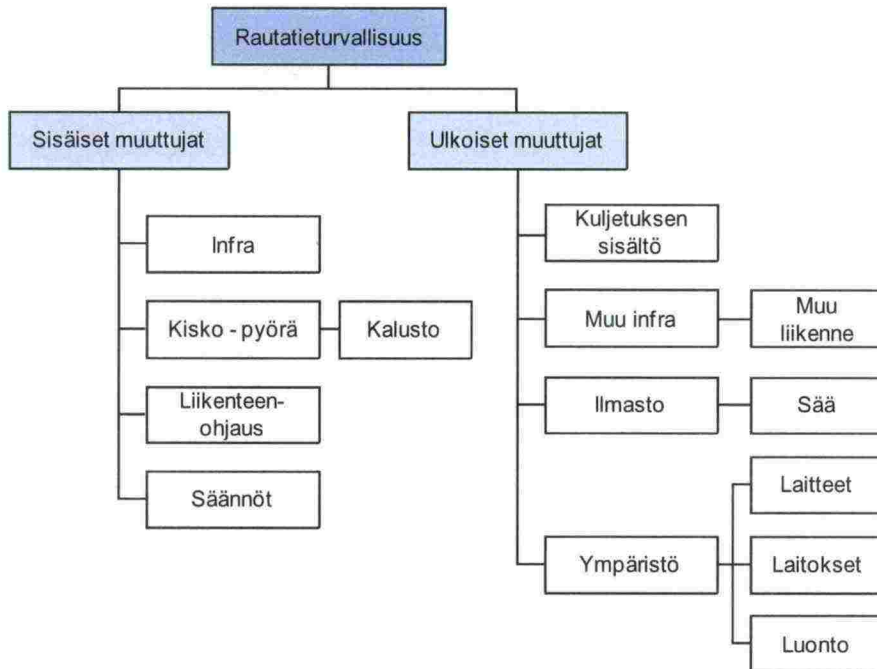
Ratahallintokeskuksen turvallisuusjohtamisjärjestelmä kattaa rautatieturvallisuuden osa-alueet, jotka ovat: junaturvallisuus, ratatyöturvallisuus, tavariteysturvallisuus ja järjestelmäturvallisuus. Turvallisuusjohtamisjärjestelmä ohjeistaa ja kertoo, miten Ratahallintokeskus rataverkon haltijana huolehtii ja varmistaa turvallisuuden vastuullaan olevassa toimintaympäristössä. (Ratahallintokeskus 2007a)

VR-Yhtymä Oy:n turvallisuusjohtamisjärjestelmän tavoitteena on junaturvallisuuden jatkuva parantaminen ja erityisesti riskien hallinnan tehostaminen. Järjestelmä on ollut käytössä vuodesta 1998 ja sitä noudatetaan kaikessa VR:n toiminnassa. (VR-Yhtymä 2006)

Rautateiden turvallisuusdirektiivin täytäntöönpanon myötä Suomeen perustettiin 1.9.2006 Rautatievirasto. Rautatieviraston tehtävänä on valvoa ja kehittää rautatiejärjestelmän turvallisuutta ja yhteentoimivuutta eli RHK:n rautatiejärjestelmän turvallisuuteen liittyvät viranomaistehtävät siirtyivät Rautatievirastolle. RHK:n toiminta painottuu Rautatieviraston perustamisen jälkeen yhä enemmän radanpitoon ja rautatiejärjestelmän kehittämiseen sekä rautatieliikenteen hallintaan. (Ratahallintokeskus 2007b)

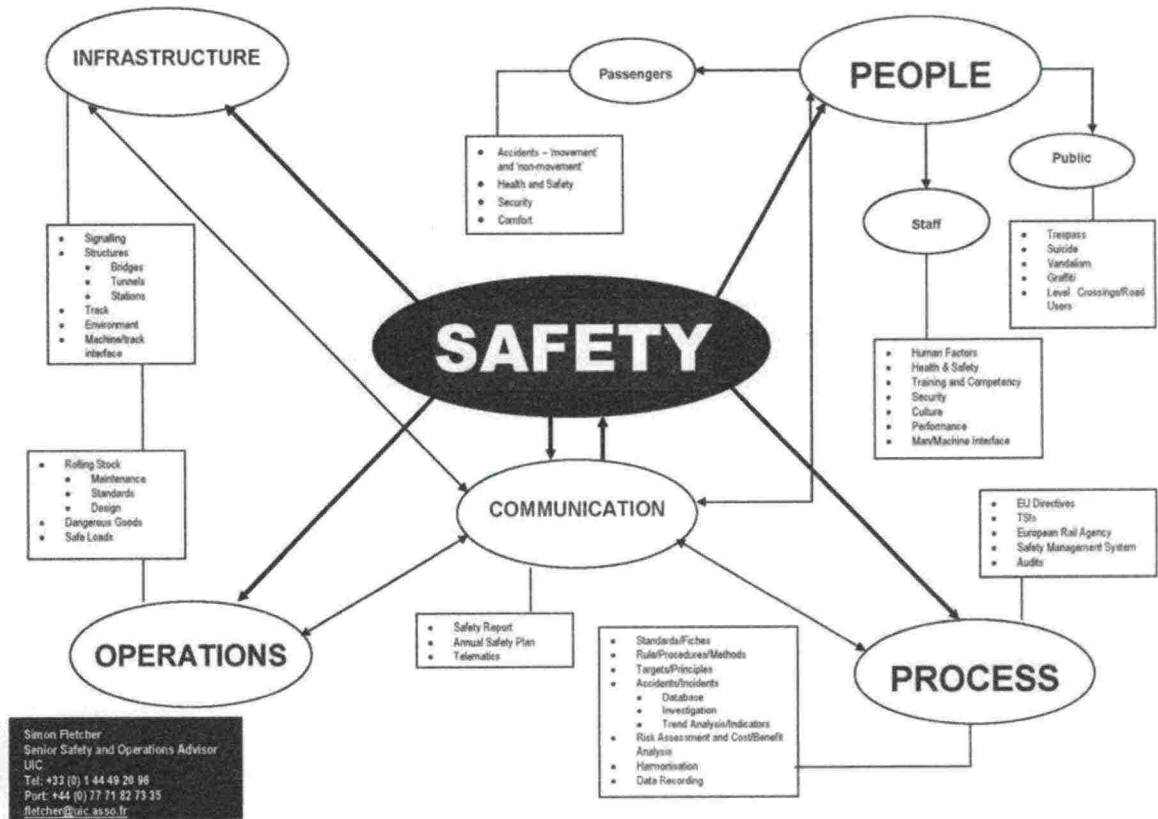
Rautatieliikenteen turvallisuus on ennen kaikkea eri toimijoiden yhteispeleä. Julkisen sektorin toimenpiteet määräävät suurelta osin puitteet, joissa kuljetukset käytännössä toteutetaan. Muut osapuolet, kuten kuljetuspalvelun ostajat ja myyjät, toteuttavat näissä puitteissa omia päämääriään. (Kallberg et al. 2005)

Kuvassa 2.2 on esitetty rautatieturvallisuuden vaikuttavat tekijät, jotka voidaan jakaa sisäisiin ja ulkoisiin muuttujiin. (Niemi 2004)



Kuva 2.2 Rautatieturvallisuuden muuttujat. (Niemi 2004)

Turvallisuus on oleellinen osa rautateiden liikennejärjestelmää ja sen toimivuutta. Se liittyy infrastruktuuriin, liikennetuotantoon, toimintoihin, tiedonvälitykseen, sääntelyyn ja kehittämiseen sekä ihmisiin niin matkustajina, työntekijöinä kuin muissakin yhteyksissä. Kuvassa 2.3 on esitetty turvallisuuden yhteydet ja rajapinnat rautateiden liikennejärjestelmässä.



Kuva 2.3 Turvallisuuden yhteydet rautateiden liikennejärjestelmään. (Fletcher 2007)

Tutkimusten mukaan Suomen rautatiekuljetuksissa on suhteellisen hyvä turvallisuustaso ja yleisesti rautatieliikenteen turvallisuuskehitys on ollut suotuisaa sekä henkilöstön turvallisuuden että matkustajien turvallisuuden kannalta. Todennäköisyys joutua onnettomuuteen on paljon suurempi tieliikenteessä kuin rautatieliikenteessä. Vaikka rautateillä sattuu harvemmin onnettomuuksia, niin onnettomuuden sattuessa tuhot saattavat olla suurempia kuin tieliikenteessä. EU:n sisäisessä vertailussa Suomen rautateiden turvallisuus on suunnilleen keskitasoa, kun mittarina käytetään onnettomuuksissa kuolleiden lukumäärää suhteutettuna junakilometrien määrään. (Haastattelut)

## 2.2 Rautateiden turvallisuusjohtamisjärjestelmien kehittäminen

Rautateiden turvallisuusjohtamisen nykytilaa ja kehittämistarpeita on selvitetty mm. EU:n tukemassa SAMRAIL-projektissa (*Safety management in railways*). Aihetta on käsitelty mm. seuraavista näkökulmista: (SAMNET 2006)

- turvallisuusjohtamisjärjestelmän lähtökohdat
- nykyisten toimintatapojen analysointi
- hyväksyttävät riskitasot.

Lähtökohdaksi esitetään, että turvallisuusjohtamisjärjestelmä (*safety management system, SMS*) muodostuisi seuraavista osista. Rakenne noudattaa PDCA-sykliä (*plan-do-check-act*), jota myös ISO suosittaa käytettäväksi määriteltäessä johtamisjärjestelmiä. (SAMRAIL Consortium 2004a)

1. Yrityksen tai organisaation toiminnan luonne ja laajuus. Tähän sisältyy myös kuvaus niistä rautatieliikennejärjestelmän osista, joita toimija kehittää, harjoittaa tai ylläpitää.
2. Turvallisuuteen liittyvät menettelytavat (*safety policy*).
3. Organisaatorakenne ja vastuut.
4. Pätevyys, koulutus ja sopivuus. Toimijan on varmistettava, että sen työntekijöillä on tehtävän edellyttämät tiedot ja osaaminen sekä kyky ja sopivuus tehtävään. Pätevyyttä on seurattava ja ylläpidettävä säännöllisesti.
5. Riskien hallinta (*risk management*). Toimijalla tulee olla menettelytavat, joilla se tunnistaa riskit, arvioi niiden merkityksen ja määrittelee järjestelmät, joilla riskit poistetaan tai niiden vaikutuksia vähennetään. Riskin arvioinnin tulee perustua yhteisiin turvallisuusmenetelmiin (*common safety methods, CSM*). Jäljelle jäävien riskien tulee olla yhdenmukaisia yhteisten turvallisuustavoitteiden kanssa (*common safety targets, CST*)
6. Riskivakuutukset. Jos riski ei ole toimijan suorassa hallinnassa, riski on hallittava muulla, turvallisuusjohtamisjärjestelmän mukaisella tavalla.
7. Raportointi vaaratilanteista ja onnettomuuksista ja niistä oppiminen.
8. Häätä- ja poikkeustilanteiden hallinta (*emergency management*). Näiden toimien tulee minimoida riskit ja turvata ja vakauttaa rautatieliikenne ja sen toiminnot ja tarjota keinot palata normaaleihin toimintoihin.
9. Turvallisuuteen liittyvä tiedonvälitys ja tiedon oikeellisuus.
10. Sääntöjen ja standardien ja niiden noudattamisen hallinta ja kehittäminen.
11. Seuranta, auditointi, korjaavat toimet ja turvallisuusraportit. Määritellään menettelytavat, joilla turvallisuusjohtamisjärjestelmää seurataan ja valvotaan ja miten turvallisuusasioista raportoidaan viranomaisille.

Edellä kuvattu rakenne on yhteensopiva turvallisuusdirektiivin kanssa. Ehdotettu rakenne kattaa siis turvallisuusjohtamisjärjestelmän kaikki osat. (SAMRAIL Consortium 2004a)

Nykyisten toimintatapojen analyysissä on perehdytty turvallisuusjohtamiseen seuraavista näkökulmista: (SAMRAIL Consortium 2003)

- turvallisuusjohtamisjärjestelmiä käsittelevä kirjallisuus
- kansalliset ja kansainväliset onnettomuuksien raportointijärjestelmät
- rautateitä koskevat EU-direktiivit
- magneettilevitaation, ydinvoimateollisuuden ja avaruustekniikan turvallisuusstandardit
- rautateiden, siviili-ilmailun ja teollisuuden soveltamat riskitasot



- rautateillä ja teollisuudessa käytetyt riskin siedettävyyden kriteerit
- siviili-ilmailun, merenkulun ja ydinvoima-alan turvallisuuskulttuurit
- joidenkin EU-alueella toimivien rautatieyritysten turvallisuusjohtamisen menettelytavat.

Raportissa (SAMRAIL Consortium 2003) todetaan, että eurooppalaiset rautatieyritykset ylläpitävät järjestelmiä, joiden avulla ne johtavat tai käsittelevät turvallisuusasioita. Kuitenkaan erillisiä turvallisuusjohtamisjärjestelmiksi nimettyjä järjestelmiä ei raportin mukaan ole käytössä. Ainakaan toistaiseksi valtiot eivät myöskään edellytä tällaisten järjestelmien hyväksymistä. Rautatiedirektiivi kuitenkin ehdottaa turvallisuusjohtamisen järjestämistä samanlaisin järjestelyin sekä radanpidossa (*railway infrastructure managers*) että rautatieliikennettä harjoittavissa yrityksissä (*railway undertakings*). Raportissa ehdotetaan myös toimia, joilla tähän suuntaan voitaisiin edetä. Raportista poiketen on kuitenkin huomattava, että Suomessa VR:llä on ollut erillinen turvallisuusjohtamisjärjestelmä käytössä jo vuodesta 1998. Raportissa turvallisuusjohtamisen tilanne rautatiellä Britanniassa, Saksassa, Ranskassa ja Espanjassa on esitetty seuraavilta osa-alueilta: (SAMRAIL Consortium 2003)

- turvallisuuteen liittyvät menettelytavat (*safety policy*)
- turvallisuustavoitteet (*safety targets*)
- tekniset ja toimintaan liittyvät standardit
- riskien merkityksen arviointi ja riskien hallinta
- työntekijöiden koulutus ja osaamisen hallinta ja kehittäminen
- tiedon hankkiminen ja toimittaminen
- turvallisuuteen liittyvä tiedonvälitys ja tiedonhallinta
- vaaratilanteiden ja onnettomuuksien hallinta
- hätä- ja poikkeustilanteiden hallinta
- turvallisuusjohtamisjärjestelmän auditointi.

*Taulukko 2.1 Turvallisuuteen liittyviä menettelytapoja Britannian, Saksan, Ranskan ja Espanjan rautateillä. (SAMRAIL Consortium 2003)*

Member State/ Member State Organisation	UK			Germany	France	Spain
	Railway Group	Network Rail (IM)	Train Operating Company (RU)			
1. Safety Policy	No formal safety policy; Railway Group Safety Plan contains similar statement signed by the Chief Executive	Policy statement approved by board and signed by Chief Executive.	TOC Safety Cases must contain policy statement. Usually signed by CE, MD and/or other responsible personnel.	Safety strategy is managed at the DB board level and communicated to the boards of DB subsidiaries. A long term strategy exists but no formal safety policy as part of a formal SMS	The SNCF safety objectives and safety policy are contained in internal SNCF documentation.	RENFE, through its chairmanship, is responsible for establishing the safety policy included in internal documents "Circular de Presidencia nº 2, 1994" (new version under preparation). RENFE's Chief Executive is responsible for the application of this policy. There are commissions in charge of monitoring the application of this policy.

Taulukko 2.2 Riskien merkityksen arvioinnin ja riskien hallinnan menettelytapoja Britannian, Saksan, Ranskan ja Espanjan rautateillä. (SAMRAIL Consortium 2003)

Member State/ Member State Organisation	UK			Germany	France	Spain
	Railway Group	Network Rail (IM)	Train Operating Company (RU)			
<b>4. Evaluate Risk and Implement Control Measures</b>	<p>ALARP principle for decision making mandated across the UK railway industry.</p> <p>Some Group standards mandate certain risk assessment activity</p> <p>Risk assessment and control measures must be included in Safety Cases of Railway Group Members</p>	<p>Risk assessment used to define priorities, set objectives for hazard elimination and identify risk control measures.</p>	<p>Risk assessment used to define priorities, set objectives for hazard elimination and identify risk control measures.</p>	<p>It is believed that the majority of risk assessment and CBA work is undertaken by the DB central safety body. This is undertaken in consultation with the Railway Safety Managers. Measures must be authorised by Eisenbahn-Bundesamt EBA. The Railway Safety Manager must ensure that approved measures are implemented.</p>	<p>The central safety department of SNCF undertake risk assessment and analysis to support their decisions. When a new project is seeking authority to operate documentation must be supplied to SNCF and ultimately the Ministry to obtain authority.</p>	<p>Currently, this study is not performed in all lines, although it are being implemented for the new high speed line, Madrid-Lerida</p> <p>Currently, risk assessment, process and methods analysis and control measures are being included in Safety Cases of the high speed line Madrid-Lerida suppliers.</p>

Taulukko 2.3 Turvallisuuteen liittyvän tiedonvälityksen ja tiedonhallinnan menettelytapoja Britannian, Saksan, Ranskan ja Espanjan rautateillä. (SAMRAIL Consortium 2003)

Member State/ Member State Organisation	UK			Germany	France	Spain
	Railway Group	Network Rail (IM)	Train Operating Company (RU)			
<b>7. Safety Information</b>	<p>Safety Risk Model has been developed by RSSB</p> <p>Indicators exists such as, SMIS – central safety database, RAILDATA – broken rails database etc.</p>	<p>Use of and contribution to Railway Group databases.</p> <p>Key Performance Indicators (KPI) are used for monitoring contractors.</p>	<p>Use of and contribution to Railway Group databases. Internal monitoring and reporting of incidents and accidents occurs in accordance with UK RIDDOR guidelines.</p>	<p>internal monitoring and audit activity is undertaken by Railway Safety Managers</p>	<p>RFF, as infrastructure manager, has defined and monitors various indicators to improve performance, and these are collected by SNCF (only some are safety related). SNCF monitor a large number of safety indicators. Each operating branch within SNCF is responsible for the measurement of its safety performance.</p>	<p>RENFE defines: the information to collect in the event of an incident/accident; where to transmit this information and the criteria to make a first classification of the accident (human victims, dangerous goods involved, etc). The information recorded and also the safety indicators are transmitted to the Operational Units. In the same way, and in addition to the previously specified information, proactive indicators (recycling courses, medical reports) from the personnel involved are forwarded to these Operational Units.</p>

Hyväksyttäviä riskitasoja käsittelevässä raportissa (SAMRAIL Consortium 2004) esitetään suositus yhteisten turvallisuustavoitteiden (*common safety targets, CST*) muodostamisesta EU-alueen rautatiejärjestelmien turvallisuutta kuvaaviksi tasoiksi. Raportissa esitellään myös AEIF:n (*European Association for Railway Interoperability*) rautatie liikenteen toiminnallisen rakenteen ja toimintojen (työtehtävien) jäsentely (*functional structure of railway transport*), johon on SAMRAIL-projektissa esimerkinomaisesti liitetty onnettomuustyyppit ja niiden yhteys toimintoihin ja tehtäviin.

Taulukko 2.4 Esimerkki rautatieliikenteen toiminnallisen rakenteen jäsentelystä sekä toimintojen ja onnettomuustyyppien välisestä yhteydestä. Toiminnallinen rakenne ja työtehtävät perustuvat AEIF:n jäsentelyyn. (SAMRAIL Consortium 2004)

	Collision of Trains Coll. with obstacles	Derailment	Level-Crossing- Accidents	accidents to persons caused by RS in motion	fire	electrocution	other	Train Operation	Infrastructure Manager
F3 Load freight				x	x	x	x	x	x
F7 Prepare operation of trains Preparation of classical operation business of railways									
F700 Set-up rule books Set-up all kinds of internal rules	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	x	x
F701 Provide hauled stock Ensure availability of required rolling stock except motive power unit (see F704)								x	
F702 Compose a train Composition of freight and passenger train sets	x			x				(x)	
F703 Provide a train path / timetable Organisational process to plan train movements.	x		x						x
F704 Provide a motive power unit Ensure availability of required motive power units except hauled stock (see F701)								x	
F705 Provide train crew Ensure availability of required operating personnel							x	x	
F706 Shunt Movements of vehicles other than normal passage along running lines, e. g. within stations or marshalling yards; usually without train data or timetable data available	x	x		x				x	x

### 2.3 Turvallisuuden varmistaminen ja keinot

Turvallinen liikennöinti rautateillä perustuu turvallisuusmääräysten ehdottomaan noudattamiseen. Turvallisuuden varmistaminen perustuu paitsi ohjeisiin ja määräyksiin (luku 2.4) myös teknisiin järjestelmiin. Rautatieliikenteen liikenteenohjaus- ja turvajärjestelmiä ovat mm. kulunvalvonta, asetinlaitteet, suojustus ja kauko-ohjaus.

**Junien kulunvalvontajärjestelmä (JKV)** on järjestelmä, joka varmistaa junien kulkua. Järjestelmällä varmistetaan junan kullakin hetkellä sallitun suurimman nopeuden sekä junan kulkuun vaikuttavien opasteiden ja merkkien noudattaminen. Jos juna liikkuu ylinopeudella, laitteisto varoittaa siitä. Mikäli kuljettaja ei reagoi varoitukseen, laitteisto tekee automaattisen jarrutuksen. Junaa saa kuljettaa ilman toimivaa kulunvalvontalaitetta vain liikenteenohjauksen luvalla. (Ratahallintokeskus 2005, 2008)

**Liikenteenohjauksen** tehtävänä on varmistaa junien turvallinen kulku, ohjata liikennettä junien aikataulujen mukaan ja suorittaa tarvittavat raidevaraukset. Liikenteenohjaus on rautatieliikenteen käyttämien kulkuteiden turvaamista. Lisäksi liikenteenohjaukseen kuuluu junaturvallisuusilmoitusten ja liikenteessä tarvittavien lupien antamista. Liikenteenohjauksesta vastaa keskitetysti kauko-ohjaaja tai paikallisesti juna-suorittaja. Liikenteenohjaukseen voi osallistua myös esimerkiksi asetinlaite- tai vaihde-mies, vaihtotyönjohtaja, raiteella liikkuvan yksikön kuljettaja tai työn liikenneturvallisuudesta vastaava henkilö. (Ratahallintokeskus 2008, 2005)

**Kulkutie** on turvalaitejärjestelmän varmistama reitti – raide tai raiteet vaihteineen, jotka turvataan raiteella liikkuvan yksikön kulkua varten. (Ratahallintokeskus 2007e, 2005)

**Asetinlaite** on järjestelmä, jota käytetään kulkuteiden varmistamiseen. Se varmistaa kulkutie-ehtojen täyttymisen kulkutietä asetettaessa ja toteuttaa kulkutien varmistamiseen liittyvät toimenpiteet. (Ratahallintokeskus 2007e)

**Suojastus** on toimintojen kokonaisuus, jolla varmistetaan asetinlaitteen kulkutie-ehtoja vastaavat suojastusehdot linjalla. Ehtoina ovat mm. että suojaväli on vapaa, linjan liikennesuunta on suojavälin suuntaan ja että suojavälin ja sitä seuraavan suojavälin on varauduttava liikennesuunnan mukaisessa järjestyksessä. Suojastetulla radalla liikennettä ohjataan näkyvillä opasteilla suojaväliltä toiselle. (Ratahallintokeskus 2007e)

**Kauko-ohjaus** on keskitetty liikenteenohjausjärjestelmä, jossa kauko-ohjaaja vastaa tietyn alueen liikenteenohjauksesta. Kauko-ohjausjärjestelmä on asetinlaitteesta erillinen ohjausjärjestelmä, jolla voidaan ohjata yhtä tai useampaa asetinlaitetta. Kauko-ohjattu rata on aina suojastettu. (Ratahallintokeskus 2005, 2007e)

Yksi turvallisuuden varmistamisen keinoista ovat kuvitteelliset häiriötilanteet ja lavastetut onnettomuusharjoitukset. Kuvitteellisten häiriötilanteiden avulla voidaan hahmottaa mahdollisia onnettomuustilanteita ja niissä toimimista. Tarkoituksena on kartoittaa millainen onnettomuus voisi olla mahdollinen, mitä seurauksia onnettomuudesta voi aiheutua sekä miten onnettomuustilanteessa toimitaan. Saatuja ratkaisuja ja niiden realistisuutta arvioidaan. Esimerkiksi VR:llä tehdään vuosittain useita kuvitteellisia häiriötilanteita ja liikenne- ja viestintäministeriö on ollut järjestämässä liikenteen ja kuljetusten osalta kuvitteellisia häiriötilanteita. Myös oikeita lavastustilanteita mahdollisista onnettomuuksista ja niissä selviämisestä on tehty.

Muita turvallisuuden varmistamisen keinoja ovat mm. kuumakäynti-ilmaisimet, joilla voidaan havaita tehokkaasti laakereiden kumentuminen. Ratapihat ovat suurimmaksi osaksi varusteltu erilaisilla turvallisuusjärjestelmillä. Ratojen kuntoa selvitetään geometrisilla mittausrakenteilla, joilla saadaan selville esim. ratojen suoruus. Kisko-vauriot ja viat havaitaan ultraäänellä. Tarkastuksia suoritetaan myös inhimillisesti eli ihmisen tarkastamana. Todennäköisyyslaskennan avulla voidaan laskea, millä todennäköisyydellä jokin onnettomuus tapahtuu.

Rautatiekaluston kunnossapitojärjestelmällä varmistetaan, että käytössä oleva kalusto täyttää niille asetetut vaatimukset. Myös uusi kalusto tarkistetaan aina ennen liikenteeseen pääsyä. Vaunukalustoille tehdään määräaikaistarkastuksia ja säännöllisiä huoltoja. Kaikilla vaunuilla on katsastusmenettely ja huollot ovat tietyn kilometrimäärän (4000 km) välein tai ajallisesti kahden vuoden välein. Huollon yhteydessä todetut puutteet ja tiedot menevät Rautatievirastolle. Vaunujen kuntoa kontrolloidaan ja vialliset vaunut asetetaan käyttökieltoon. Tavaravaunujen kuntoa kontrolloidaan lähtötarkastuksissa, joissa tehdään jarrujen koestus ja yleiskontrolli eli vaunut tarkastetaan päällisin puolin ennen liikkeelle lähtöä. Rautatievirasto valvoo kunnossapitojärjestelmää.

## 2.4 Ohjeet ja määräykset

### Keskeistä lainsäädäntöä

Rautatieliikenteen harjoittamisen kannalta keskeiset säädökset löytyvät rautatielaista. Lain tarkoituksena on edistää rautatieliikennettä, rautatiejärjestelmän yhteentoimivuutta ja rataverkon käyttöä sekä kehittää rautateiden turvallisuutta. (Laki 555/2006). Laki perustuu monelta osin Euroopan yhteisön direktiivien määräyksiin.

Rautatielaissa asetetaan rautatieliikenteen harjoittajalle ammatillinen pätevyysvaatimus, jossa korostuu turvallisuusasioiden hallinta: toimiluvan hakijalla on oltava tarvittavat tiedot ja kokemus rautatieliikenteen turvalliseen harjoittamiseen ja sen valvontaan, turvallisuudesta vastaavalla henkilökunnalla on tehtävien edellyttämä pätevyys ja hakija voi taata korkean turvallisuustason tarjoamisensa palveluissa henkilöstönsä, liikkuvan kalustonsa ja organisaationsa osalta. (Laki 555/2006)

Rautatiejärjestelmän turvallisuuteen liittyvät säännökset perustuvat rautatieturvallisuusdirektiivin (Direktiivi 2004/49/EY) vaatimuksiin. Näihin liittyvät mm. yhteiset turvallisuustavoitteet, yhteiset turvallisuusmenetelmät (ks. luku 2.2), vaatimus turvallisuusjohtamisjärjestelmästä ja yhteentoimivuuden tekniset eritelmät. Liikenneturvallisuustehtäviä hoitavia henkilöitä koskevat tietyt kelpoisuusvaatimukset, joita on käsitelty erillisessä laissa (1167/2004). Laissa on erikseen määräykset onnettomuuden tai muun uhkaavan tilanteen estämisestä ja rautateitä uhkaavaan vaaraan ja onnettomuuteen varautumisesta. Onnettomuuden ja vaaratilanteen tutkinnasta säädetään erillisessä laissa (373/1985). (Laki 555/2006)

Rautatiekuljetukseen sovelletaan rautatiekuljetuslakia (1119/2000). Laissa on mm. määräykset vastuusta koskien kuljetettavaa tavaraa ja siitä, mikä taho vastaa erityisestä riskistä. Vaarallisten aineiden rautatiekuljetukseen sovelletaan lakia vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/1994). Lain tarkoituksena on ehkäistä ja torjua vahinkoa ja vaaraa, jota vaarallisten aineiden kuljetus saattaa aiheuttaa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle (Laki 719/1994). Raideliikenteessä aiheutuneiden henkilövahinkojen ja esinevahinkojen korvaamiseen sovelletaan raideliikennevastuulakia (113/1999).

Rautatieturvallisuusdirektiivin (Direktiivi 2004/49/EY) mukaisia kansallisia turvallisuusmääräyksiä on eri laeissa ja asetuksissa, Rautatieviraston määräyksissä sekä mm. liikkuvaa kalustoa koskevissa ohjeissa, verkkoselostuksessa ja sähköratamääräyksissä. (Rautatievirasto 2008b, 2008c)

## **Yhteentoimivuuden tekniset eritelmat ja kansalliset määräykset**

Rautatiejärjestelmän eri osajärjestelmien ominaisuudet määritellään yhteentoimivuuden teknisissä eritelmissä (YTE, *technical specifications for interoperability, TSI*), jotka perustuvat pääasiassa komission päätöksiin. Yhteentoimivuus tarkoittaa pyrkimystä saattaa jäsenvaltioiden erilaiset kansalliset rautatiejärjestelmät yhteensopiviksi ja yhteentoimiviksi. Eritelmät liittyvät suurten nopeuksien rautatiejärjestelmään tai tavanomaiseen rautatiejärjestelmään. Eritelmiin liittyvistä kansallisista määräyksistä vastaa Suomessa nykyään Rautatievirasto; osa voimassaolevista määräyksistä on kuitenkin vielä Ratahallintokeskuksen antamia. (Rautatievirasto 2008b, Direktiivi 2004/49/EY, Directive 2004/49/EC)

Osajärjestelmiä ovat mm.

- energia
- telemaattiset sovellukset
- huolto
- infrastruktuuri
- käyttötoiminta ja liikenteen hallinta
- ohjaus, hallinta ja merkinanto
- liikkuva kalusto
- melu.

Infrastruktuuriin liittyviä kansallisia määräyksiä ovat Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO), jotka jatkossa korvataan Rautatieviraston määräyksillä ja Ratahallintokeskuksen julkaisemina Ratateknisinä ohjeina (RATO). Liikkuvaa kalustoa koskevia kansallisia normeja ovat mm. Liikkuvan kaluston määräykset ja ohjeet (LIMO) ja Liikkuvan kaluston sähköohjeisto (LISO). (Rautatievirasto 2008b)

## **Junaturvallisuuden liittyvät määräykset**

Rautatieviraston määräysten mukaan junaturvallisuuden liittyvät toimenpiteet ovat ensisijaisia, ja ne on suoritettava huolella ja niihin keskittyen. Liikennöinti valtion rataverkolla jaetaan junaliikenteeseen, vaihtotyöhön ja rautatiellä tehtävään työhön. Määräykset ohjeistavat liikenneviestinnän, junaliikenteen, vaihtotyön ja rautatiellä tehtävän työn toimintatavat ja antavat ohjeita liikennöinnin erityistilanteisiin. (Rautatievirasto 2008c)

Aiemmin junaturvallisuussääntöön (Jt) ja junaturvallisuussääntöön liittyviin teknisiin määräyksiin ja ohjeisiin (Jtt) sisältyneet määräykset sisältyvät 1.11.2008 alkaen seuraaviin Rautatieviraston määräyksiin:

- Liikennöinti ja ratatyö rautatiejärjestelmässä
- Rautatiejärjestelmän opasteista, opastimista ja liikennöintiin liittyvistä merkeistä
- Viestintä rautatiejärjestelmässä
- Määräys tavaravaunujen suurimmasta sallitusta kuormasta, junapainosta ja junan kokoonpanosta
- Junan jarrutuskyky sekä jarrujen tarkastus ja koettelu
- Museoliikenne. (Rautatievirasto 2008c)

Rataan liittyvät tiedot Ratahallintokeskus julkaisee erillisenä rataverkon kuvauksena. Tulevaisuudessa Kalustotekniset tiedot julkaistaan Rautatieviraston verkkopalvelussa. (Rautatievirasto 2007a, 2008a, 2008c)

### **VR Cargon kuormausohjeet**

VR Cargolla on kuormausohjeet, jotka sisältävät yleiset ohjeet vaunuista ja kuormaamisesta sekä kuorman tukemisesta, kiinnittämisestä ja peittämisestä sekä tavaralaji-kohtaiset ohjeet.

Ohjeiden tavoitteena on (VR Cargo 2006)

- varmistaa rautateiden liikenneturvallisuus
- ehkäistä vaunuille ja tavaroille kuljetuksen aikana aiheutuvat vauriot
- päästä mahdollisimman yksinkertaiseen kuormaamis- ja purkamistapaan.

Ohjeita noudatetaan kotimaan tavaraliikenteessä, paitsi jos jollekin tavaralle on annettu erilliset ohjeet. Vaarallisia aineita kuormattaessa noudatetaan lisäksi liikenne- ja viestintäministeriön asetusta. Rajanylittävässä liikenteessä ovat voimassa omat määräykset. (VR Cargo 2006)

### **2.5 Onnettomuuksien tutkinta ja raportointi**

*Onnettomuustutkinta suoritetaan turvallisuuden parantamiseksi ja uusien onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi.*

Onnettomuustutkintakeskus tutkii kaikki Suomessa sattuneet suuronnettomuudet riippumatta niiden laadusta. Myös ilmaisu-, vesiliikenne- ja raideliikenneonnettomuudet ja vaaratilanteet kuuluvat tutkintaan. Onnettomuuksien tutkinnan tavoitteena on turvallisuuden lisääminen ja uusien onnettomuuksien ehkäiseminen. Tutkinnassa selvitetään onnettomuuden kulku, syyt ja seuraukset sekä pelastustoimet. Jokaisesta tutkinnasta tehdään tutkintaselostus, jossa esitetään myös tutkinnan tuloksena olevat suositukset. (Onnettomuustutkintakeskus 2008a)

Onnettomuustutkintakeskus on oikeusministeriön yhteydessä. Onnettomuustutkintakeskus huolehtii tutkintavalmiuksien ylläpitämisen ja kehittämisen lisäksi tutkintalautakuntien jäsenten kouluttamisesta, tutkinnan ohjeista, tutkintaselostusten julkaisemisesta ja kansainvälisestä yhteistyöstä. (Onnettomuustutkintakeskus 2008a)

Raideliikenneonnettomuuden tutkinta suoritetaan (Onnettomuustutkintakeskus 2008b)

- junaliikenteessä tapahtuneesta onnettomuudesta
- junaliikenteessä tapahtuneesta onnettomuuden vaaratilanteesta
- rautateiden vaihtotöissä tapahtuneesta onnettomuudesta, jossa joku on kuollut tai loukkaantunut vakavasti
- rautateiden vaihtotöissä tapahtuneesta onnettomuudesta tai vauriosta, joka liittyy vaarallisten aineiden (VAK) kuljetukseen
- metro- tai raitiotieonnettomuudesta, jossa useita ihmisiä on kuollut tai loukkaantunut vakavasti tai jonka tutkintaan on jokin erityinen, yleiseen turvallisuuteen liittyvä syy.

Tasoristeysonnettomuuksista Onnettomuustutkintakeskus tutkii kaikki kuolemaan johtaneet ajoneuvoille tapahtuneet tasoristeysonnettomuudet sekä sellaiset tasoristeysonnettomuudet, joissa juna on suistunut kiskoilta tai junan matkustajia tai henkilökuntaa on kuollut tai loukkaantunut vakavasti. (Onnettomuustutkintakeskus 2008b)

Onnettomuudella tarkoitetaan tapahtumaa, jossa rautatiekalusto on liikkunut, ja jossa joku on kuollut tai vakavasti loukkaantunut tai jonka seurauksena on omaisuusvahinkoja. Tasoristeyksessä tapahtunut törmäys on onnettomuus myös silloin, kun juna ei liiku. Vaaratilanne on vaaraa aiheuttanut tilanne, joka olisi saattanut johtaa onnettomuuteen. (Pajunen & Niemimuukko 2003) Taulukossa 2.5. on esitetty eri onnettomuustyyppit (Kallberg et al. 2001).

*Taulukko 2.5 Onnettomuustyyppit. (Kallberg et al. 2001)*

<b>Onnettomuustyyppit</b>	
Suistuminen vaihteessa	Matkustajan tapaturma
Suistuminen muualla kuin vaihteessa	Teollisuus -ja satamaratojen onnettomuudet
Kahden junan törmäys	Kuormauksesta johtuvat onnettomuudet
Tasoristeysonnettomuus	Tulipalot ja räjähdykset
Vaihtotyöonnettomuus	Tunnelionnettomuudet
Ratatyöonnettomuus	Sähkötapaturmat

Onnettomuuksien tutkinta on riskienhallintaa ja onnettomuuksissa tarkastellaan aina koko tapahtumaketju. Onnettomuuksista ja vaaratilanteista tehdään selvitys, mutta kaikki vaaratilanteet eivät tule julkiseen tietoon. VR:llä on käytössä oma poikkeamatilanneraportointijärjestelmä (PORA), jossa on raportoinnit myös läheltä piti -tilanteista ja vaaratilanteista. Vuodessa tulee noin 7500 poikkeamaraporttia, joista turvallisuuspoikkeamia on noin 3500. Rautatievirastolla on käytössään Synergi-niminen onnettomuuksien ja vaaratilanteiden rekisteröintijärjestelmä.

Onnettomuustutkinnat ohjautuvat onnettomuustyypeittäin eri toimijoille rautatielain mukaisesti. Kaikki junaliikenteessä tapahtuneet onnettomuudet tutkitaan. Vaihtotyöonnettomuudet tutkitaan, kun mukana on ollut vaarallisia aineita tai jos ihmisiä on kuollut tai loukkaantunut vakavasti. Pienempien vaaratilanteiden tutkinta jää VR:lle, Rautatievirastolle ja Ratahallintokeskukselle.

Rautatiellä tapahtuneen onnettomuuden ja vaaratilanteen tutkinnasta säädetään onnettomuuksien tutkinnasta annetussa laissa. Rautatieliikenteen harjoittajan ja Ratahallintokeskuksen on ilmoitettava Onnettomuustutkintakeskukselle ja Rautatievirastolle viipymättä niiden tietoon tulleista onnettomuuksista ja vaaratilanteista. Rautatievirasto voi tutkia muut kuin 1 momentin mukaan tutkittavana olevat vaaratilanteet ja tapahtumat, jos se on tarpeen rautateiden turvallisuuden edistämiseksi. (Rautatielaki 555/2006 50§)

Ratahallintokeskus seuraa ja käsittelee turvallisuuspoikkeamia, joita tapahtuu radanpidon töissä, liikenteenohjauksessa, rataverkossa, radalla tai sen läheisyydessä harjoitusta toiminnasta, ilkeistä tai vahingonteosta johtuen ja luonnonilmiöistä johtuen. Junaliikenteessä ja vaihtotyössä tapahtuneita turvallisuuspoikkeamia Ratahallintokeskus käsittelee silloin, kun poikkeama on aiheuttanut vahinkoa tai on voinut aiheuttaa vahinkoa rataverkolle. Ratahallintokeskus selvittää myös turvallisuuspoikkeamat, joita tapahtuu rautatiealueella tapahtuneissa liikenneonnettomuuksissa. (Ratahallintokeskus 2007c)



Junaliikenteen onnettomuuksista valtaosan tutkii Onnettomuustutkintakeskus. Onnettomuustutkinnassa saatujen tulosten perusteella annetaan suositukset jatkotoimenpiteiksi, turvallisuuden edistämiseksi ja vastaavien onnettomuuksien ehkäisemiseksi. Suosituksia annetaan muun muassa VR:lle, Rautatievirastolle, Ratahallintokeskukselle ja liikenne- ja viestintäministeriölle. Myös pelastustoimipuolelle (pelastustoimi, hätäkeskuslaitos) ja yksityisille radanomistajille (esim. satamalaitokset) annetaan suosituksia. Rautatiejärjestelmä on osa yhteiskunnan infrastruktuuria ja yhteiskunnan toiminnan kannalta tärkeää toimintaa. Onnettomuustapauksissa on tärkeää, että toiminta saadaan jatkumaan mahdollisimman nopeasti.

## 2.6 Tilastoidut vahingot ja onnettomuudet

Onnettomuustilastot tehdään onnettomuustyypeittäin. Henkilö- ja tavaraliikenteen onnettomuudet tilastoidaan yhdessä. Virallisesti erillistä seuranta tavaraliikenneonnettomuuksille ei ole. Onnettomuustutkintakeskuksen tutkijoilla on kuitenkin omia seurantatilastoja henkilöliikenteen ja tavaraliikenteen onnettomuuksille.

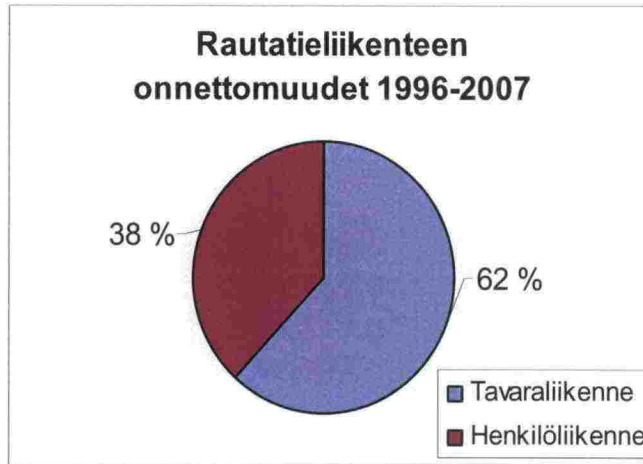
Onnettomuudet luokitellaan tyypeittäin A-, B-, C- ja D-luokan onnettomuuksiksi. A-tyyppin onnettomuus tarkoittaa suuronnettomuutta, B onnettomuutta tai suuronnettomuuden vaaratilannetta, C vaaratilannetta, vauriota tai vähäistä onnettomuutta ja D vähäistä vauriota tai vaaratilannetta (D:n määritelmä muuttunut 1.1.2006). (taulukko 2.6)

*Taulukko 2.6 Onnettomuustyyppien määritelmät.*

Onnettomuustyyppit	
<b>A</b>	Suuronnettomuus
<b>B</b>	Onnettomuus tai suuronnettomuuden vaaratilanne
<b>C</b>	Vaaratilanne, vaurio tai vähäinen onnettomuus
<b>D</b>	Vähäinen vaurio tai vaaratilanne (määritelmä muuttunut 1.1.2006)

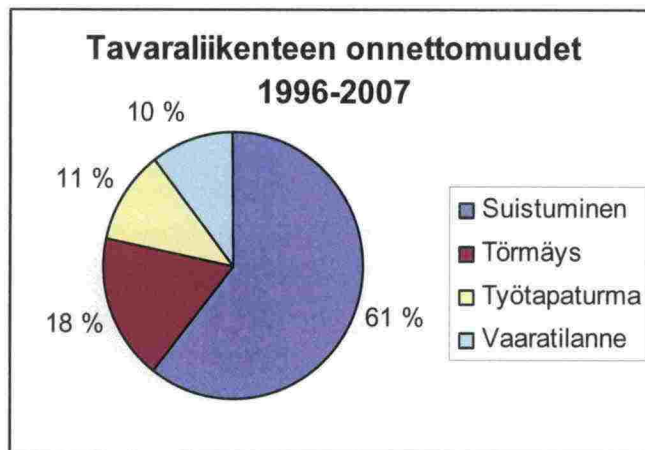
Onnettomuustyypeistä on tässä selvityksessä tarkasteltu A-, B- ja C-luokan onnettomuustyyppisiä, jotka tutkitaan ja raportoidaan julkisten tutkintaraporttien muodossa. D-luokan onnettomuuksia ei tässä ole tarkasteltu. D-luokan onnettomuudet kirjataan ja annetaan asianomaisten tietoon, mutta niistä ei suoriteta varsinaista tutkintaa, eivätkä ne siten ole julkisia.

Haastattelujen perusteella suurimmassa osassa tapahtuneista onnettomuuksista onnettomuusriski on ollut tiedossa ja tunnistettu, mutta siitä huolimatta onnettomuutta ei ole pystytty estämään. Joukossa on kuitenkin onnettomuuksia, jotka ovat olleet tiedostamattomia riskejä. Vuosina 1996–2007 rautatieliikenteessä tapahtui kaikkiaan 179 onnettomuutta (A, B ja C onnettomuudet). Näistä tavaraliikenteen onnettomuuksia oli 111. Valtaosa rautatieliikenteen onnettomuuksista (62 %) oli tavaraliikenteen onnettomuuksia. Henkilöliikenteessä onnettomuuksista tapahtui 38 %. (kuva 2.4)



Kuva 2.4 Junaliikenteen onnettomuudet vuosina 1996–2007.

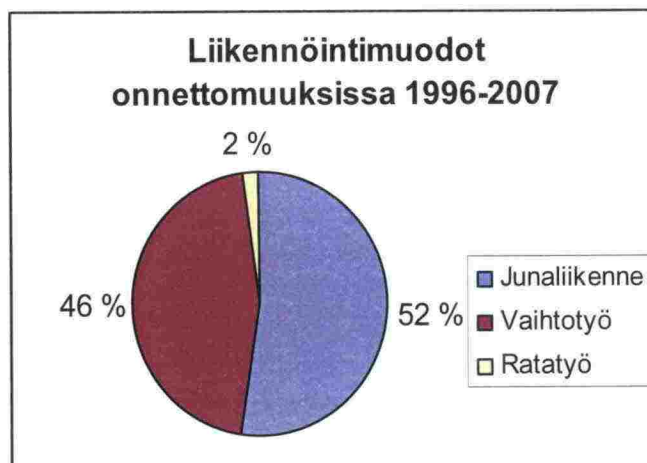
Suurin osa tavaraliikenteen onnettomuuksista oli C-luokan onnettomuuksia, mutta mukana on myös muutama B-luokan onnettomuus. Kaikista tavaraliikenteen onnettomuuksista 70 oli suistumisia ja 21 törmäyksiä. Työtapaturmia oli kaikkiaan 13 ja muita vaaratilanteita 12. Onnettomuuksista 61 % oli tavaravaunujen suistumisia. (kuva 2.5)



Kuva 2.5 Tavaraliikenteen onnettomuudet tyypeittäin vuosina 1996–2007.

Eniten onnettomuuksia tapahtui kuormassa oleville tavaravaunuille. Onnettomuuksissa mukana olleista tavaravaunuista 70:ssä onnettomuudessa vaunut olivat kuormassa ja 27:ssä tyhjinä. Vaarallisia aineita kuljetettiin kaikkiaan 36 onnettomuudessa.

Yleisin liikennemuoto tutkituista onnettomuuksista oli junaliikenne (56 kpl, 52 %). Toiseksi eniten onnettomuuksia tapahtui vaihtotöiden yhteydessä (49 kpl, 46 %). Rata-töiden yhteydessä tapahtui ainoastaan 2% (2 kpl) onnettomuuksista. (Kuva 2.6)



Kuva 2.6 Liikennöintimuodot tavaraliikenteen onnettomuuksissa vuosina 1996–2007.

Liitteessä 2 on listaus tavaraliikenteessä tapahtuneista onnettomuuksista vuosina 1996–2007. Tutkituissa rautatieonnettomuuksissa ja vaaratilanteissa kuljetettavalle tavaralle aiheutuu vain harvoin vaurioita. Suistumisista ja törmäyksistä aiheutuu sen sijaan yleensä myöhästymistä aikatauluista, mikä saattaa heijastua koko kuljetusketjuun. Tavaraan rautatiekuljetuksissa kohdistuvat vauriot johtuvat pääosin varomattomasta tavarantoiminnan tai vaunujen käsittelystä tai liikkeestä, ja nämä tapaukset selvitetään yleensä kuljetuksen-antajan ja kuljetusyrityksen välillä ilman julkista raportointia. Suurin osa tutkinnan kohteina olleista tavaraliikenteessä sattuneista tapauksista liittyy liikenteen, liikenteen-ohjauksen ja radanpidon toiminta- ja menettelytapoihin ja työturvallisuuteen.

### Esimerkkejä onnettomuuksista ja vaaratilanteista

#### Tavarajunan suistuminen kiskoilta Nokialla ja Pieksämäellä

##### Onnettomuuden kohdistuminen

- paikka ja aika: Nokia 9.6.1996 ja Pieksämäki 10.6.1996
- tutkintaselostus: B 1/1996 R ja B 2/1996 R
- kuljetustoiminto ja paikka: junaliikenne ratapihalla (Nokia), junaliikenne ratalinjalla (Pieksämäki)
- onnettomuustyyppi (Kallberg et al. 2001): suistuminen muualla kuin vaihteessa alusrakenteen tai tuennan pettämisen seurauksena (tyyppi 2A)
- kohdistuminen: kuljetus, tavara, vaunut, rata

Kahden paperilastissa olleen junan vaunuja suistui kiskoilta peräkkäisinä päivinä. Nokian ratapihalla raiteilta suistui kolme vaunua, ja niiden paperilasti putosi rata-alueelle. Pieksämäen lähellä suistui seitsemän vaunua, joista yhden lasti kaatui. Molemmissa onnettomuuksissa vaurioitui lisäksi rataa useiden satojen metrien matkalta. (Onnettomuustutkintakeskus 1997)

Onnettomuuspaikoilla olivat käynnissä ratatyöt, joissa vaihdettiin ratapölkkyt ja uusittiin radan tukikerros. Ratapölkkyjen tuentatyöt olivat suistumisten aikaan kesken. Nokialla kiskot antoivat epätasaisesti myöten kuormituksen alla, koska rakennetta ei ollut tuettu.

Pieksämäellä uuden ja vanhan radan päällysrakenteen liittymäkohta oli puutteellisesti tuettu ja epätasaisesti joustava. Molemmissa tapauksissa junat jatkoivat kulkuaan satoja metrejä onnettomuuden tapahtumisen jälkeen, koska veturinkuljettajat eivät havainneet suistumista. Junien nopeus oli säännösten mukainen, mutta radan tilaan nähden liian suuri. (Onnettomuustutkintakeskus 1997)

Kuljetukseen liittyvinä suosituksina tutkintaselostuksessa esitettiin mm. seuraavaa:

- Poikkeavista havainnoista tiedottamista operatiiviselle organisaatiolle tulee kehittää. Suositus on toteutettu.
- Veturinkuljettajan mahdollisuutta havaita vaunun suistuminen kiskoilta on kehitettävä. Asian selvittämisestä ei ole tietoa.
- Raskaiden ja painopisteeltään korkeiden kuljetusten kuormansidontatarpeita ja -mahdollisuuksia tulee selvittää. VR on selvittänyt asiaa, ja on todettu, että suositus ei edellytä muutoksia toimintatapoihin. (Onnettomuustutkintakeskus 1997, 2008c)

### **Vaihtotyöyksikön ja kurottajan törmäminen Helsingin Länsisatamassa**

#### **Onnettomuuden kohdistuminen**

- paikka ja aika: Helsinki Länsisatama 29.6.2004
- tutkintaselostus: C 8/2004 R
- kuljetustoiminto ja paikka: vaihtotyö satama-alueella
- onnettomuustyyppi (Kallberg et al. 2001): teollisuus- ja satamaratojen onnettomuudet, vaihtotyöyksikön törmäys muuhun kuin junaan (tyyppi 8A)
- kohdistuminen: ihminen, veturi, sataman työkone, kuljetus

Onnettomuudessa vaihtotyöyksikön veturin eteen ajoi konttipinojen välistä kurottaja ja veturi törmäsi kurottajan kylkeen. Onnettomuuden tapahtuessa vaihtotyöyksiköllä oli nopeutta 21 km/h ja kurottajalla 20 km/h. Veturinkuljettaja loukkaantui onnettomuudessa vakavasti. Veturi ja kurottaja vaurioituivat onnettomuudessa. (Onnettomuustutkintakeskus 2004)

Onnettomuuden välittömänä syynä oli kurottajan ajaminen kiskoille konttien välisestä kujasta. Uusia suosituksia ei tutkintaselostuksessa annettu, sillä alueella oli jo ennen onnettomuutta ollut tarkoitus järjestää kontit niin, ettei raiteiden vieressä olevien konttien välistä pääsisi ajamaan kiskoille, eikä raidealuetta käytettäisi enää konttien järjestelyyn. Selostuksessa todetaan, että myös muissa satamissa tulisi harkita järjestelyjä, joilla huolehditaan, että työkoneet ja kiskoliikenne eivät käytä samoja alueita samanaikaisesti. (Onnettomuustutkintakeskus 2004)

### Vaihtotyöonnettomuus Joensuun ratapihalla

#### Onnettomuuden kohdistuminen

- paikka ja aika: Joensuu 2.2.2007
- tutkintaselostus: C 1/2007 R
- kuljetustoiminto ja paikka: vaihtotyö ratapihalla
- onnettomuustyyppi (Kallberg et al. 2001):vaihtotyöonnettomuudet ja -tapaturmat, alle jäämiset (tyyppi 5G)
- kohdistuminen: ihminen

Joensuun ratapihalla tapahtui vaihtotyönjohtajan hengen vaatinut onnettomuus. Vaihtotyönjohtaja menehtyi välittömästi jäätyään tavaravaunun pyörän alle. Ratapihalla oli tarkoitus työntää automaattikytkimellä varustetulla venäläisellä vaunulla kotimaista, ruuvikytkinvetolaitteella varustettua konttivaunua. Vaihtotyönjohtaja oli ilmeisesti mennyt ohjaamaan hitaasti liikkuvan venäläisen vaunun automaattikytkintä kohti konttivaunun vetokoukkua. Vaihtotyönjohtaja oli kaatunut kiskon päälle, jolloin hänen takanaan tulleen vaunun pyörä kulki hänen ylitseen. Vaihtotyönjohtajan kaatumisen välitön syy ei selvinnyt tutkinnassa, mutta kaatuminen on ilmeisesti aiheutunut liukastumisesta tai työntävän vaunun tönäisystä. (Onnettomuustutkintakeskus 2007)

Onnettomuuskeskus suosittaa vastaavanlaisten onnettomuuksien ehkäisemiseksi ratapihatyöskentelyä koskien ohjeiden täydentämistä siten, että liikkuvien vaunujen väliinmeno olisi aina kiellettyä. Ratapihatyöskentelyssä käytettävien jalkineiden pitävyyttä olisi myös parannettava. Tutkintaselostuksessa annetaan myös hätäilmoituksen tekoon ja hälytykseen liittyviä tarkennuksia. (Onnettomuustutkintakeskus 2007)

### 3 RISKIENHALLINTA

#### 3.1 Riskit ja riskienhallinta

Riski tarkoittaa määrätyn vaarallisen tapahtuman esiintymistaajuuden, tai todennäköisyyden, ja seurauksen yhdistelmää. Riskin käsitteeseen liittyy aina kaksi osatekijää: 1) taajuus tai todennäköisyys, jolla vaarallinen tapahtuma esiintyy ja 2) vaarallisen tapahtuman seuraus. (VTT 2008)

Riskienhallinnan peruslähtökohtana voidaan pitää tilanteen säilyttämistä ennallaan ja epävarmuuden välttämistä (Kuusela & Ollikainen 1999). Riskienhallinta on johtamisperiaatteiden, menettelytapojen ja käytäntöjen järjestelmällistä hyväksikäyttämistä riskien analysoimiseksi, merkityksen arvioimiseksi ja valvomiseksi (VTT 2008).

Epävarmuus kuuluu kaikkeen toimintaan sekä ihmisten ja yritysten elämään. Epävarmuus on tietämättömyyttä ja epätietoisuutta tulevia tapahtumia kohtaan. Olemassa olevat riskit vaarantavat toimintojen jatkuvuutta ja uhkaavat niiden tuloksia. Esimerkiksi yritystä uhkaavat niin onnettomuudet, markkinoiden yllättävät muutokset kuin omien virhearviointien seuraukset. Riskien kanssa on osattava elää, mutta onneksi niitä voi oppia hallitsemaan. Tähän on olemassa muun muassa seuraavanlaisia keinoja:

- riskialttiin toiminnan välttäminen
- tietoinen riskin otto
- huolellinen suojautuminen ja vahingon rajoittaminen riskin toteutuessa. (Kuusela & Ollikainen 1999)

#### 3.2 Riskianalyysi

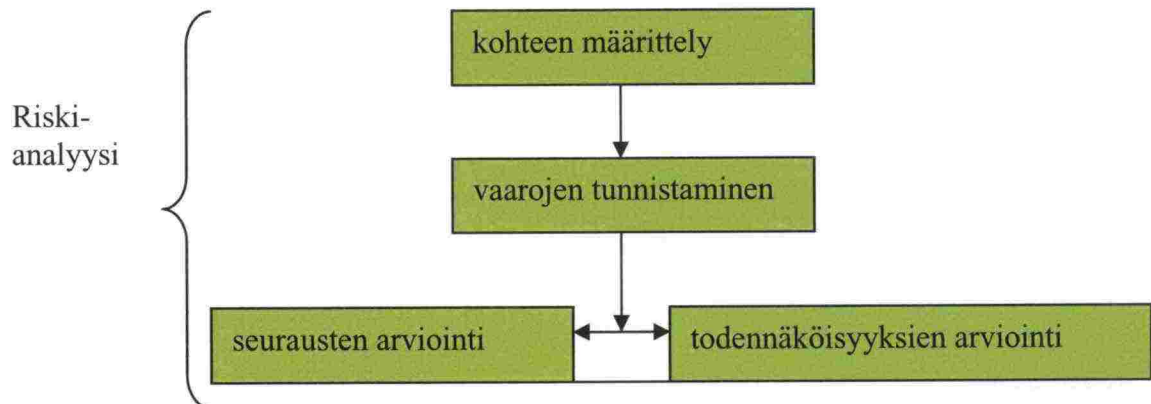
Tietoa rautatiekuljetusten turvallisuuden tasosta ja riskeistä saadaan onnettomuustilastoista. Onnettomuudet ovat kuitenkin yleensä niin harvinaisia, ettei pelkästään onnettomuustilastojen perusteella saada riittävää kuvaa turvallisuuden tasosta ja vaaratekijöistä. Vaarojen tunnistamiseksi sekä ihmisiin, omaisuuteen tai ympäristöön kohdistuvan riskin suuruuden arvioimiseksi tarvitaan tilastojen lisäksi myös riskianalyysimenetelmiä. (Rata 2002)

Riskianalyysillä tarkoitetaan saatavissa olevan tiedon järjestelmällistä käyttämistä vaarojen tunnistamiseksi ja riskin suuruuden arvioimiseksi. Riskianalyysin tavoitteena on löytää teknisistä laitteista tai järjestelmistä, ihmisen toiminnasta sekä ympäristöolosuhteista onnettomuuden tai tapaturman synnyn mahdollistavat tekijät, arvioida näistä aiheutuvat seuraukset sekä etsiä parhaimmat parannusvaihtoehdot. (VTT 2008)

Tavoitteena on tunnistaa ja poistaa vaarat jo ennen onnettomuuksien tai muun haitan syntyä. Lisäksi riskianalyysillä on muita etuja:

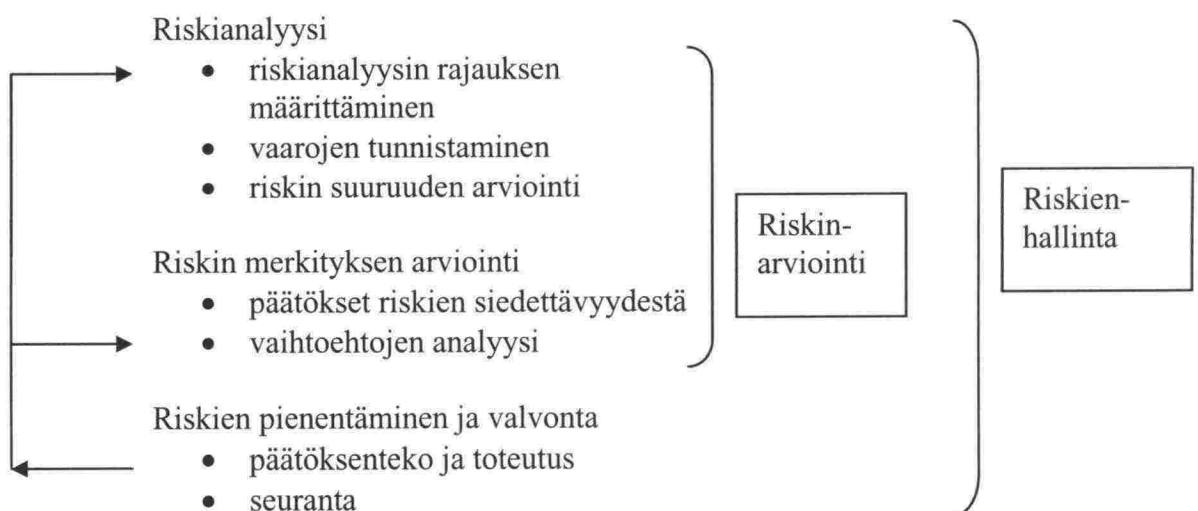
- vähemmän häiriöitä ja onnettomuuksia
- tarkat tiedot vaaroista parannusehdotusten pohjaksi
- saadaan tietoa turvallisuutta parantavien toimien priorisointia varten
- saadaan käsitys järjestelmän turvallisuustasosta ja sen hyväksyttävyydestä
- aineistoa voidaan käyttää hyväksi informoitaessa henkilökuntaan, yleisöä ja viranomaisia
- työmenetelmät kehittyvät
- turvallisuus- ja työohjeiden laadinta helpottuu
- vaarojen taustalla olevat organisatoriset tekijät löytyvät (VTT 1988).

Riskianalyysimenetelmiä on useita, mutta analyysien periaate ja kulku ovat sama. Riskianalyysi (turvallisuusanalyysi) on prosessi, joka alkaa aina kohteen määrittämisellä ja kohteeseen liittyvien vaarojen tunnistamisella. (Ennen prosessin käynnistämistä on tärkeää myös määrittellä, miksi ja miten tuloksia on tarkoitus käyttää. Tämän pohjalta voidaan valita käytettävät menetelmät.) Tämän lisäksi tehdään usein subjektiiviseen arviointiin perustuva tunnistettujen vaarojen luokittelu ja arvioidaan riskin suuruus. Riskin suuruus arvioidaan todennäköisyyden ja seurausten vakavuuden perusteella. (VTT 2008, Ala-Risku et al.1996.)



Kuva 3.1 Riskianalyysin kulku.

Varsinaista riskianalyysiä seuraa riskien merkityksen arviointi. Riskien suuruuden avulla päätetään riskin merkittävyydestä eli päätetään, onko riski hyväksyttävä vai onko tarvetta ryhtyä toimenpiteisiin. Riskien priorisoinnin ja toimenpiteistä päättämisen jälkeen voidaan ryhtyä toimiin riskien pienentämiseksi. (Ala-Risku et al.1996)



Kuva 3.2 Riskianalyysin ja muiden riskin hallintatoimintojen yksinkertaistettu riippuvuus (SFS-IEC 60300-3-9).

Erilaisia riskianalyysimenetelmiä on useita ja yksittäiset analyysimenetelmät eroavat merkittävästi tulosten laadun, toteutustavan ja kustannusten suhteen. Riskianalyysi voi vaihdella huomattavasti tavoitteiden muodon ja laadun suhteen. Tavoitteet vaihtelevat nopeasta, karkeasta riskien luokittelusta ja maksimimenetyksen arvioimisesta laajaan kvantitatiiviseen riskien tarkasteluun tai yksityiskohtaiseen vikojen ja virhetoimintojen tunnistamiseen turvallisuuden parantamiseksi. Analyysimenetelmät voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- vaarojen tunnistamismenetelmät
- onnettomuuksien mallintamismenetelmät
- seurausanalyysit. (VTT 1988)

Vaarojen tunnistamismenetelmät soveltuvat rajattujen kohteiden yksityiskohtaiseen tutkimiseen. Onnettomuuksien mallintamismenetelmät kuvaavat yksityiskohtaisesti tapahtumien kulkua ja antavat pohjan onnettomuuksien todennäköisyyden arvioinnille. Seurausanalyysillä arvioidaan mahdollisten onnettomuuksien, kuten vaarallisten aineiden päästöjen, tulipalojen ja räjähdysten välittömiä seurausvaikutuksia. (VTT 2008)

Vaaroja kartoitettavia menetelmiä ovat

- potentiaalisten ongelmien analyysi
- reaktiomatriisi
- organisaation turvallisuusanalyysi (MORT).

Vaarojen tunnistamismenetelmiä ovat

- poikkeamatarkastelu
- toimintovirheanalyysi
- työn turvallisuusanalyysi
- vioittumis- ja vaikutusanalyysi.

Onnettomuuksien mallintamismenetelmiä ovat

- vikapuuanalyysi
- tapahtumapuuanalyysi
- syy-seurauskaavio.

Taulukossa 3.1 on esitelty eräitä yleisimmin käytettyjä vaarojen tunnistamis- ja mallintamismenetelmiä sekä niiden tavoite ja periaate.



Taulukko 3.1 Yleisimmin käytettyjen vaarojen tunnistamis- ja mallintamismenetelmien tavoite ja periaate. (Rouhiainen 1988)

Analyysimenetelmä	Tavoite	Periaate
Potentiaalisten ongelmien analyysi (POA)	Löytää kohteen keskeisimmät ongelma-alueet sekä keskeisimpiin vaaroihin liittyvät onnettomuustekijät.	Ideanhakumenetelmillä etsitään kohteen onnettomuusvaaroja ja luokitellaan ne. Tämän jälkeen analysoidaan keskeisimpien vaarojen syyt ja seuraukset.
Reaktiomatriisi (RM)	Löytää kohteen materiaalien yhdistelmät, jotka voivat aikaansaada ei-toivotun reaktion.	Asettamalla kohteeseen liittyvät materiaalit matriisiin muotoon tunnistetaan materiaalien yhdistelmiä, jotka voivat reagoida keskenään.
Poikkeamatarkastelu (HAZOP)	Löytää prosessin häiriöistä aiheutuvat vaarat.	Prosessiparametrien oletettujen muutosten pohjalta tunnistetaan prosessihäiriöihin johtavia onnettomuustekijöitä ja niistä aiheutuvia vaarallisia seurauksia.
Toimintovirheanalyysi (TVA)	Löytää ihmisen toimintovirheistä aiheutuvat vaarat.	Jakamalla rajattu työtehtävä toimintoihin tunnistetaan kuhunkin toimintoon liittyviä merkittävimpiä virhemahdollisuuksia ja niistä aiheutuvia vaaroja.
Vioittumis- ja vaikutusanalyysi (VVA)	Löytää laitevioista aiheutuvat vaarat.	Jakamalla tarkasteltava järjestelmä komponentteihin tunnistetaan kunkin komponentin vikamuodot ja niiden aiheuttamat järjestelmäviat.
Organisaation turvallisuusanalyysi (MORT)	Löytää organisaation ohjaustoimintojen puutteellisuuksiin liittyvät onnettomuustekijät.	Tutkimalla organisaation toimintaa ns. MORT-kaavion avulla tunnistetaan organisaation toimintaan liittyviä puutteita, epäkohtia ja laiminlyöntejä.
Työn turvallisuusanalyysi (TTA)	Löytää työtehtävään tai tekniseen järjestelmään liittyvät tapaturmavaarat.	Jakamalla rajattu työtehtävä toimintoihin tunnistetaan kuhunkin toimintoon liittyviä välittömiä tapaturmavaaroja sekä niiden syitä ja seurauksia.
Vikapuuanalyysi (VPA)	Löytää valittuihin järjestelmävikoihin vaikuttavat komponenttiviad ja vikayhdistelmät (ihmisen toimintovirheet mukana).	Järjestelmäviasta lähtien etsitään sen toteutumisen mahdollistavia tekijöitä. Tekijät ja niiden välinen kytkentä esitetään graafisesti ns. vikapuun avulla.
Tapahtumapuuanalyysi (TPA)	Löytää valittuihin alkutapahtumiin liittyvät onnettomuusmekanismit.	Määritellystä alkutapahtumasta lähtien etsitään graafisenpuun avulla erilaisiin seurauksiin johtavia tapahtumaketjuja.
Syy-seurauskaavio (SSK)	Löytää valittujen kriittisten tapahtumien mahdolliset seuraukset ja onnettomuustekijät.	Kahta puumenetelmää (vikapuu ja tapahtumapuu) soveltaen etsitään kriittisen alkutapahtuman syitä ja niistä aiheutuvia seurauksia.

Rautatieliikenteen puolella on tehty riskianalyysejä ja riskien tunnistamiseen on panostettu. Riskien arvioinneissa ja analyyseissä on käytetty yleisiä riskianalyysi- ja vaarojen tunnistamismenetelmiä. Haastatteluiden perusteella voidaan kuitenkin sanoa, että riskien tunnistamista ja analysointia pitäisi tehdä nykyistä enemmän. Riskienhallinta ja riskien tunnistaminen on tullut rautatieliikenteen piiriin vuosituhannen vaihteessa, joten se on vielä melko uusia asia.

Erilaisissa liikenneturvallisuuden liittyvissä tutkimuksissa riskianalyysia on rautatieliikenteessä kuljetuksien osalta sovellettu etenkin vaarallisten aineiden kuljetuksiin, mutta riskianalyysia on tarkasteltu myös yleisemmällä tasolla. (Kallberg et al. 2005)

Tavarakuljetuksien turvallisuutta ja riskejä leimaa vaarallisten aineiden kuljetuksiin liittyvät turvallisuustekijät. Riskienhallintaa tarkastellaan paljon vaarallisten aineiden kuljetuksien kautta, vaikka tavarakuljetukset ovat paljon muutakin. Rautatiekuljetuksien riskienhallintaan ei ole vielä osoitettu mitään tiettyä yksittäistä menetelmää. Vaarallisten aineiden kuljetuksien osalta on olemassa ohjeet ja säännökset EU tasolta, joissa on säädetty, että riskit ja vaaratekijät tulee kartoittaa ja tunnistaa.

Vuonna 2005 VTT kehitti ehdotuksen tavarankuljetusten riskianalyysimenetelmästä, joka on sovellettavissa kaikille kuljetusmuodoille: tie-, rautatie- ja vesikuljetuksille sekä niiden erilaisille yhdistelmille. Ehdotetussa kokonaismallissa riskiarviointi etenee vaiheittain niin, että aluksi tunnistetaan kuljetusratkaisu tarkastelun kohteena olevalle kuljetustehtävälle ja muunnetaan se erillisiksi kuljetustapahtumiksi ja kuljetusvälineiden liikkumisiksi kuljetusverkoissa. Tämän jälkeen voidaan tehdä varsinainen onnettomuusriskien arviointi tavanomaisia liikenteen riskilaskentamalleja soveltaen tarkastelemalla yksittäisiä kuljetustapahtumia niiden käyttämällä reiteillä. Liikenneverkossa liikkumisesta aiheutuvan riskin lisäksi arvioinnissa voidaan ottaa huomioon myös kuormien tekemiseen ja purkamiseen liittyvä onnettomuusriskit. Arvio kuljetustehtävään liittyvän kokonaisriskin suuruudesta saadaan yhdistämällä ratkaisuun kuuluville erillisille kuljetustapahtumille tuotetut riskiarviot. (Kallberg et al. 2005)

### 3.3 Riskien arviointi

Lainsäädäntö ohjeistaa tekemään riskien arviointityötä systemaattisesti myös rautatieliikenteessä, jotta kaikki riskialueet saataisiin kartoitettua ja selvitettyä. Riskien arviointi on kokonaisvaltainen prosessi. Riskiä voidaan arvioida sen suuruuden, todennäköisyyden ja seurausten vakavuuden avulla. Riskien arviointi ei ole itsetarkoitus, vaan se, että se johtaa tarvittaviin toimenpiteisiin. Turvallisuuden hallintaan kuuluu paitsi riskien arviointi, myös parannusehdotusten laatiminen ja niiden toimenpano. Tämän jälkeen tehdään vielä arviointiprosessi, jossa arvioidaan parannustoimenpiteiden onnistuneisuutta ja ovatko toimenpiteet tuottaneet toivottua tulosta. Arviointiprosessissa voidaan löytää myös uusia riskejä, joita ei aikaisemmin ole havaittu.

Ihmisten normaalitoiminta riskien suhteen pitäisi saada kohdennettua myös työelämän riskien arviointiin. Tämä vaatii kuitenkin työtä ja prosessointia. Riskien arvioinneissa olisi tärkeää saada tietoa kaikista vaaratilanteista ja läheltä piti -tapauksista. Kaikki läheltä piti -tapaukset eivät välttämättä tule johdon tietoon asti. Järjestelmän tulisi olla sellainen, että nämäkin saadaan kirjattua.

Tärkein riskien arviointityö tehdään työnjohdon ja työntekijän tasolla. Itse työntekijät tuntevat parhaiten työvaiheet ja mahdolliset riskit. Yksi tapa selvittää työturvallisuusriskejä on kysyä suoraan työntekijöiltä, mitkä asiat haittaavat heidän työtänsä. Vastaukset voivat liittyä tuottavuuteen, mutta esille voi tulla myös potentiaalisen vaaran tai onnettomuuden lähteitä. Lähde voi olla myös henkisen hyvinvoinnin lähde. Kun työntekijä voi työssään henkisesti hyvin, hän on myös huolellisempi ja tarkkaavaisempi.

Riskien arvioinnista vastaa yrityksen toimiva johto, jolla on vastuu yrityksen toiminnan ja työntekijöiden turvallisuudesta. Johtajien tulee olla aidosti sitoutuneita turvallisuustavoitteisiin ja ymmärtää, että riskit tulevat tavalla tai toisella selvittää. Yritysjohdon tulee miettiä, mikä rooli turvallisuudella on heidän yrityksessään. Mitä enemmän yritys on teknologian kanssa tekemisissä, sitä syvällisemmin riskien arviointia pitäisi tehdä.

Riskien arviointi ja tunnistaminen perustuu hyvin pitkälle kokemukseen. Riskien arvioimiseen käytetään yleisesti hyväksytyjä riskien arviointimenetelmiä. Olemassa olevista rakenteista pyritään paljastamaan riskikohdat. Onnettomuuksien kautta rakenteita ja järjestelmiä parannetaan siten, ettei vastaavaa onnettomuutta tapahdu uudestaan. EU:lta tulee paljon toimintaa sääteleviä normeja.

Rautatieliikenteessä riskien arviointia on tehty suhteellisen kapealle sektorille. Rautatie-sektorilla on tehty paljon muutoksia, mutta muutosten yhteydessä ei turvallisuuden osalta ole välttämättä mietitty, mihin se vaikuttaa ja miten. Rautatieliikenteen riskien arvioimisessa käytetään yleisiä riskikartoitusmenetelmiä. Erityisiä mallinnus- tai simulointiohjelmaa ei ole käytössä.

### **3.4 Riskienhallinnan kehittäminen**

Riskienhallinnan kehittäminen koettiin haastatteluissa tärkeäksi asiaksi. Riskienhallinnan kehittämisen kautta voidaan vaikuttaa rautatieturvallisuuteen. Riskienhallinta on riskien järjestelmällistä määrittelyä ja niihin varautumista. Kaikkien vaaratekijöiden kartoittaminen rautatieliikenteessä on tärkeää, sillä turvallisen pinnan alla saattaa olla tiedostamattomia riskitekijöitä. Kokonaisvaltaisessa riskienhallinnassa turvallisuusriskit ovat vain pieni osa, myös muut riskit tulee ottaa huomioon. Junaturvallisuuden puolella riskienhallinta on hoidettu hyvin, mutta kokonaisuuden hallinnassa ja osaamisessa on vielä kehitettävää. Riskienhallintaa ja riskianalyysien tekoon liittyviä yhtenäisiä ohjeita tulisi kaiken kaikkiaan rautatiealalla tehdä enemmän.

Hallitun yhtenäisen järjestelmän ja riskien arvioinnin kautta mahdollisiin riskeihin pystytään puuttumaan ajoissa. VR:llä on kehitetty tarkka menettelyohje junaturvallisuusriskien hallintaan (VR 2007a). Menettelyohje sisältää ohjeistuksen sekä riskien arvioinnin suunnitteluun että toteutukseen. Ratahallintokeskuksella on ohjeet mm. turvallisuussuunnitelmien laadinnasta, riskienhallinnasta, turvallisuuspoikkeamien käsittelystä sekä turvallisuussääntöjen, menettelyohjeiden ja turvallisuusohjeiden laadinnasta. Turvallisuussuunnitelma perustuu aina toimittajan tekemään järjestelmälliseen riskienarviointiin (Ratahallintokeskus 2007d). Rautatievirastossa tehdään parhaillaan sisäistä riskienhallintaohjetta. Työturvallisuusriskejä on sisäisesti arvioitu aivoriihityöskentelynä, joissa käytetyt riskianalyysimenetelmät ovat olleet muun muassa poikkeamatarkastelu (HAZOP) ja potentiaalisten ongelmien analyysi (POA).

### 3.5 Yhteiset turvallisuusmenetelmät (common safety methods)

Yhteiset turvallisuusmenetelmät (*common safety methods, CSM*) kuvaavat, miten turvallisuuden tasoa ja turvallisuustavoitteiden saavuttamista ja muiden turvallisuusvaatimusten noudattamista arvioidaan. Turvallisuuden tasosta, joka on vähintään saavutettava rautatiejärjestelmän eri osissa ja koko järjestelmässä ja joka määrittellään hyväksyttävää riskitasoa koskevin perusteina, käytetään nimitystä yhteiset turvallisuustavoitteet (*common safety targets, CST*). (Direktiivi 2004/49/EY, Directive 2004/49/EC)

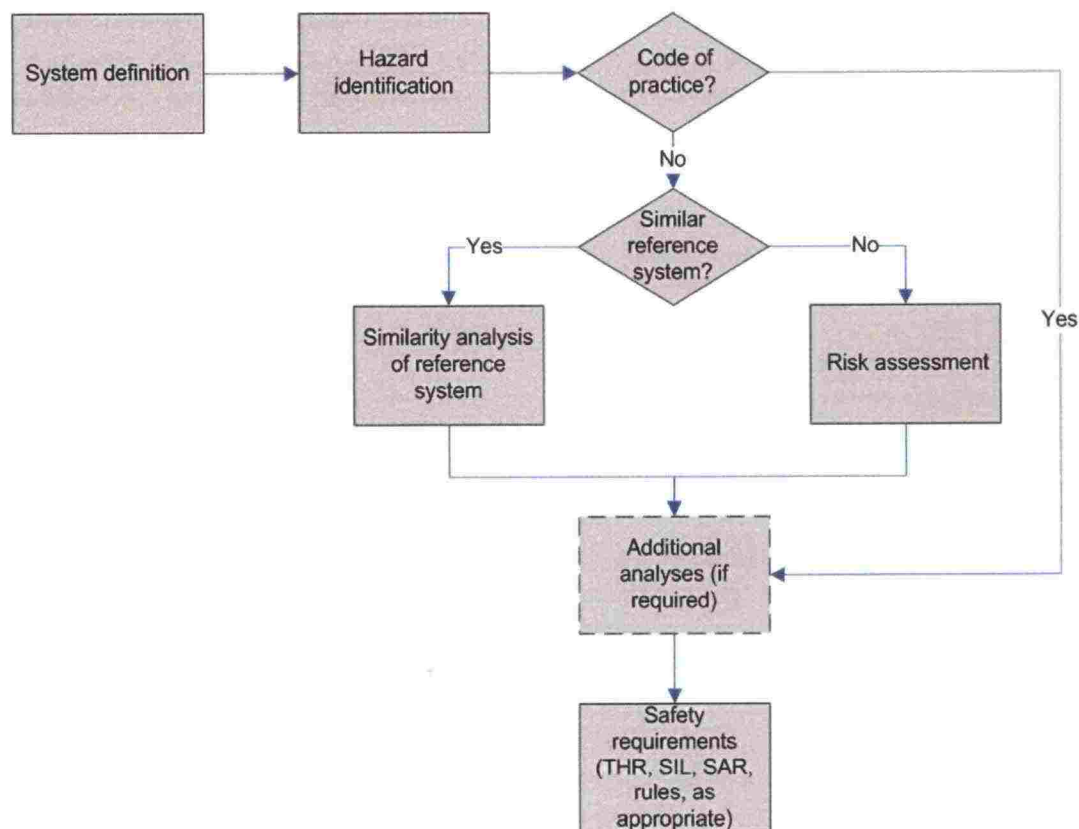
Yhteisiä turvallisuusmenetelmiä ja yhteisiä turvallisuustavoitteita kehittää komission antamin valtuuksin Euroopan rautatievirasto (ERA 2007). Yhteisiin turvallisuusmenetelmiin kuuluvat

- riskien arviointimenetelmät
- menetelmät, joilla arvioidaan turvallisuustodistusten ja turvallisuuslupien vaatimusten noudattamista
- menetelmät, joilla valvotaan, että Euroopan laajuisten rautatiejärjestelmien rakenteellisia osajärjestelmiä käytetään ja ylläpidetään niitä koskevien olennaisten vaatimusten mukaisesti, mikäli näistä ei ole vielä olemassa yhteentoimivuuden teknisiä eritelmiä (YTE). (Direktiivi 2004/49/EY)

Ensimmäiset yhteiset turvallisuusmenetelmät koskien riskin arviointia ja riskin merkityksen arviointia olivat viimeisteltävänä loppuvuodesta 2007. Ensimmäiset yhteiset turvallisuustavoitteet valmistunevat vuoden 2008 aikana, ja niissä tarkastellaan turvallisuuden nykytilaa. Sekä menetelmien että tavoitteiden määrittelyä jatketaan lähivuodet. Lisäksi direktiivin määräysten mukaisesti yhteisiä turvallisuusmenetelmiä on tarkistettava säännöllisin väliajoin. Jäsenvaltiot tekevät kansallisiin turvallisuusnormeihin yhteisten turvallisuusmenetelmien edellyttämät muutokset. (ERA 2007, 2007a, Direktiivi 2004/49/EY)

Koska eurooppalaisia turvallisuustavoitteita ei vielä ole laadittu, kansalliset viranomaiset antavat siihen saakka omat yhteiset turvallisuustavoitteensa. Suomessa Rautatievirasto on asettanut yhteiset turvallisuustavoitteet vuosille 2007–2010. Yleiset pitkän aikavälin tavoitteet liittyvät nollatoleranssiin kuolemantapausten ja vakavien loukkaantumisten osalta, turvallisuuden merkityksen korostamiseen päivittäisessä työskentelyssä, junaturvallisuuden korkean tason ylläpitämiseen ja ympäristölle ja omaisuudelle aiheutuvien vahinkojen välttämiseen. (Rautatievirasto 2007b)

Tavoitteena on, että rautatieyritysten ja infrastruktuurin haltijoiden turvallisuusjohtamisjärjestelmät yhteen sovitetaan riskien arviointiprosessin kanssa. Rautatieyrityksiltä ja infrastruktuurin haltijoilta edellytettäisiin sertifioitua turvallisuusjohtamisjärjestelmää, joka ei saa olla ristiriidassa yhteisten turvallisuusmenetelmiin liittyvän riskien arvioinnin kanssa. Muiden toimijoiden osalta tavoitteena on ottaa käyttöön turvallisuusjohtamisprosessi, jota ei tarvitse sertifioida, mutta joka ei saa olla ristiriidassa yhteisten turvallisuusmenetelmien kanssa. (ERA 2007a)



Kuva 3.3 Rautatiealan teollisuuden (UNIFE) näkemys yhteisten turvallisuusmenetelmien hyödyistä: yhtenäisten prosessien ansiosta riskien tunnistaminen ja arviointi yksinkertaistuu. (Nieuwenhuis 2006)

### 3.6 Riskienhallinnan toimintamalleja ulkomailla

#### Riskianalyysi Norjassa

Norjan rautateitä hallitseva organisaatio Jernbaneverket on laatinut turvallisuuskäsikirjan, jossa käsitellään myös riskien ja turvallisuuden arviointia. Turvallisuuskäsikirja kuvaa Jernbaneverketin turvallisuuspolitiikkaa ja -tavoitteita sekä antaa ohjeita siihen, kuinka voimassaolevaa lainsäädäntöä noudatetaan. Turvallisuuskäsikirjassa on esitettyä kaikki ne päälinjat, joiden perusteella turvallisuusjohtamista organisaatiossa toteutetaan. (Jernbaneverket 2007)

Käsikirjassa on esitettyä menetelmiä niin turvallisuuden kuin riskienkin arviointiin. Turvallisuuskäsikirjassa on jaettu erikseen turvallisuusarviointi ja riskianalyysi. Turvallisuusanalyysiprosessin menetelmä noudattelee kokonaisuudessaan kuvassa 3.4 esitettyä lohkorakennetta. (Jernbaneverket 2007)

Johdantovaihe			
Turvallisuusarvioinnin johdanto	Työryhmän perustaminen ja eri vaiheiden vastuiden suhde	Määritellään analyysin kohde	Valitaan metodit, selvitetään hyväksymiskriteerit
Analysoiva vaihe			
Uhkaidentifiointi	Taajuuden ja seurauksien arviointi	Riskiarviointi, riskien pienentämistoimenpiteet, hyväksymiskriteerien arviointi	Herkkyysarviointi
Päättävä vaihe			
Tulosten esittely		Lopetus	

Kuva 3.4 Turvallisuusanalyysiprosessi. (Jernbaneverket 2007)

Turvallisuusarvioinnin tyyppi voi vaihdella, mutta usein edellä esitetty rakenne tulee lopulta käytyä läpi ja sitä kautta päästään riittävän kattavaan lopputulokseen. Turvallisuusarviointi voi sisältää myös kaavion esittämästä poikkeavia arviointimenetelmiä. Turvallisuuskäsikirjassa kuvataan ne arviointimenetelmät, joita Jernbaneverketin turvallisuusohjaus vaatii. Menetelmän valinnassa on neljä päävaihtoehtoa. Turvallisuusarviointi voidaan tehdä käyttäen erillistä standardoitua mallia, seuraavina vaihtoehtoina voidaan arvioida, että kvalitatiivinen tai puoli-kvantitatiivinen arviointi on riittävää. Viimeisenä vaihtoehtona on kvantitatiivinen arviointi. (Jernbaneverket 2007)

Riskianalyysi on vain osa turvallisuusarviointia. Riskianalyysi sijoittuu prosessissa analysoivaan vaiheeseen ja samassa yhteydessä arvioidaan riskien lisäksi myös niiden pienentämistoimenpiteet ja hyväksymiskriteerit. Turvallisuuskäsikirja esittää myös vaatimukset riskianalyysin raportoinnille. Riskianalyysiraportoinnin vaatimukset on kirjattu (turvallisuuskäsikirjan luku 8, liite 1) ja analyysin tulee noudattaa tätä kaavaa. Vaatimuksissa on karkeasti kuvattu se, mitä riskianalyysin tulee sisältää ja mitä menetelmää (kuvatut neljä päävaihtoehtoa) käyttäessään nämä asiat tulee huomioida. (Jernbaneverket 2007)

Jernbaneverketin ohje tai tarkastuslista riskianalyysin sisällöstä kuvaa riskianalyysin rakenteen ja antaa lyhyen kuvauksen siitä, mitä kuhunkin kappaleeseen tulee vähintään sisällyttää. Esimerkiksi kappaleessa 'Riskiarviointi ja riskejä vähentävät toimenpiteet' tulee kuvata ne toimenpiteet vaikutuksineen, joita riskianalyysissa ehdotetaan sekä toimenpiteiden toteutussuosituksen. Riskianalyysin tuloksissa tulee erityisesti käsitellä yksityiskohtaisesti, mitkä odottamattomat tapahtumat aiheuttavat merkittävimmän osuuden riskistä sekä mitkä ovat näiden tapahtumien tärkeimmät vaikuttajat. Tähän lukuun tulee sisällyttää myös riskimatriisiin pohjautuva tarkastelu, kuinka eri tapahtumien riskitasoon voi puuttua. (Jernbaneverket 2007)

Turvallisuuskäsikirjassa annetaan vinkkejä myös itse riskianalyysin tekoon. Vinkit löytyvät käsikirjan liitteestä 9. Vinkkiluettelossa korostetaan, että kyseessä ei ole määräys tai ohje riskianalyysin toteuttamiselle, vain ainoastaan vinkkejä, kuinka prosessi voidaan toteuttaa. Riskianalyysivinkit jakautuvat neljään pääryhmään. Aluksi neuvotaan, kuinka suunnitella analyysintapa, seuraavaksi annetaan vinkkejä prosessiin osallistuvien määrästä ja koostumuksesta. Kolmannessa osakokonaisuudessa on riskianalyysin toteutustapaan annettu neuvoja ja viimeisessä osiossa neuvotaan viimeistely ja jatkotoimenpiteiden teko. Turvallisuuksikäsi kirjaa päivitetään ja ohjeistusta täydennetään säännöllisesti. (Jernbaneverket 2007)

### **Ruotsalainen onnettomuustoiminta**

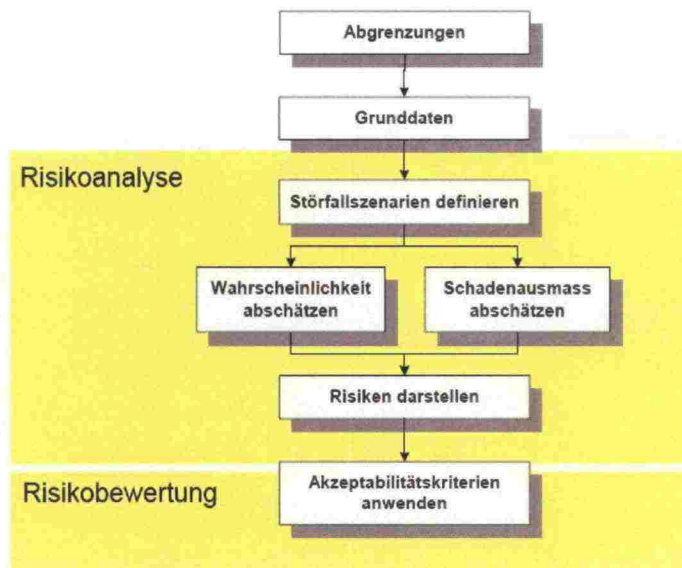
Ruotsin Banverketin riskianalyysiin menetelminä ovat riski-inventointi, laadullinen analyysi, määrällinen analyysi, riskiarviointi ja toimenpiteet. (Banverket 2007)

Banverketillä on useita erilaisia käytäntöjä onnettomuuksien käsittelyyn. Ensimmäisenä onnettomuudet on jaettu kolmeen erilaiseen tapahtumakategoriaan, joiden mukaan myös niiden käsittely jakaantuu. Kolme käsiteltävää luokkaa ovat kohtausonnettomuudet, vaaratilanteet sekä poikkeamat, jotka aiheuttavat riskejä turvallisuudelle tai ympäristölle. Onnettomuuskäsittelyyn sisällytetään luokittelun jälkeen vähintään seuraavat asiat: tapahtumaan liittyvät varmistetut faktat, tiedotus välittömästi tapahtumasta Banverketille sekä selvitysraportin valmistelu viimeistään kolmen kuukauden päästä tapahtumasta. (Banverket 2007)

### **Riskien analysoinnin lähtökohdat ja menetelmät Sveitsissä**

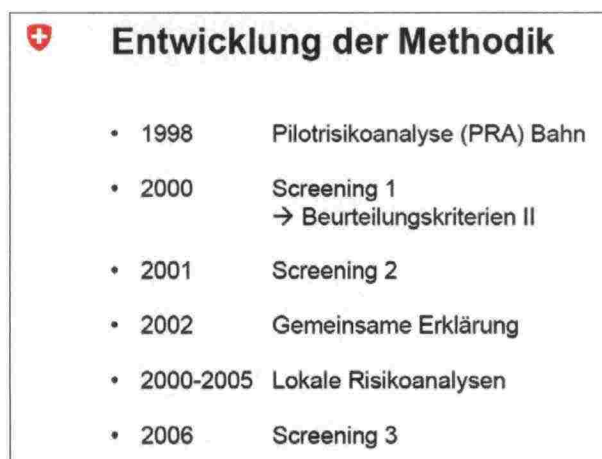
Riskianalyysien lainsäädännöllinen perusta Sveitsissä on Störfallverordnung (StFV), vaarallisten tapahtumien laki. Analysoinnissa pääroolissa ovat vaaralliset aineet ja niiden kuljetukset. Lähtökohtana on toimijoiden – tuotantolaitosten ja liikenteen – vastuu kontrolloida toimintaansa vaarojen tunnistamiseksi ja vakavien vahinkojen todennäköisyyksien arvioimiseksi. Toimija tekee riskin arvioinnin, jonka viranomainen tarkastaa. Jos riski ei ole siedettävällä tasolla, viranomainen edellyttää toimenpiteitä tilanteen korjaamiseksi. (Bonomi 2007)

Riskien selvittämisen lähtökohtana ovat tarvittavat lähtötiedot ja rajaukset. Riskianalyysissä määritellään häiriöskenaariot ja arvioidaan tapahtumien todennäköisyydet ja vaikutusten vakavuus. Näiden perusteella saadaan selville riskit. Riskien arviointi perustuu niiden hyväksyttävyyden arviointiin käytettävien hyväksyttävyyttä kuvaavien kriteerien avulla. (Bonomi 2007)



Kuva 3.5 Riskien selvittämisen toimintatapa Sveitsissä: Lähtökohtana ovat rajaukset ja lähtötiedot, joiden perusteella tehdään riskianalyysi (Risikoanalyse) ja riskien arviointi (Risikobewertung). (Bonomi 2007)

Riskien arviointiin ja sen kehittämiseen liittyen Sveitsissä on tehty mm. pilottitutkimuksia ja eri toimialojen kartoituksia. (Bonomi 2007, Balmer 2007) Riskien arviointimenetelmiä on Sveitsissä kehitetty vuosien kuluessa yhteistyössä, johon ovat ympäristö- ja liikenneviranomaisten lisäksi osallistuneet mm. Sveitsin rautatiet (SBB), teollisuus, yliopistot ja vakuutusyhtiöt. Menetelmiä ja kriteereitä on arvioitu ja valikoitu ja riskianalysoinnin tilaa on kartoitettu. Vuonna 1998 toteutettiin pilottitutkimuksena riskianalyysi vaarallisten aineiden kuljetuksista rautateillä (*Pilotrisikoanalyse für den Transport gefährlicher Güter, Fallbeispiel Bahn*). (Balmer 2007)

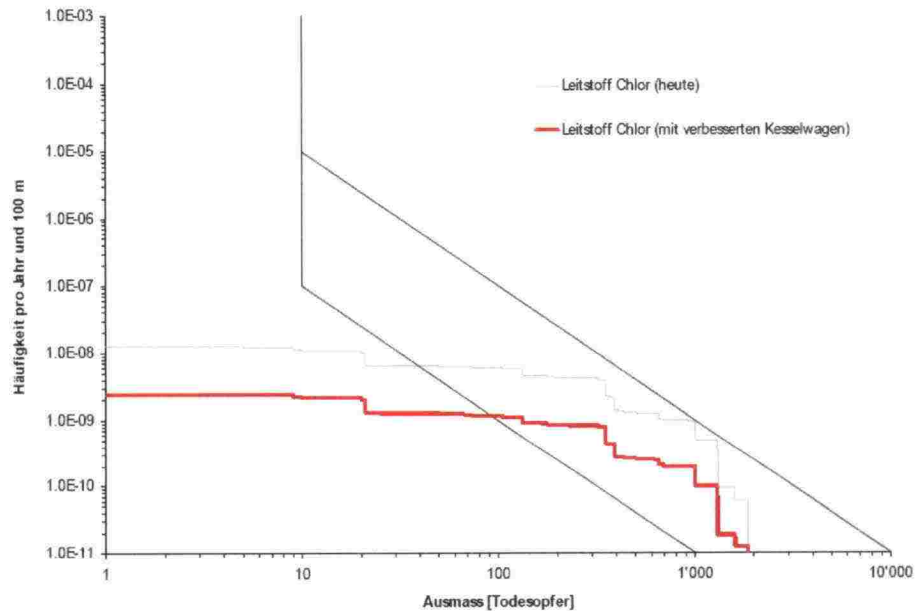


Kuva 3.6 Riskianalyysin menetelmien kehittämisen vaiheita Sveitsissä. (Balmer 2007)



Vuonna 2002 viranomaiset, SBB ja kemianteollisuus sopivat yhteisestä riskien tulkintatavasta. Vuoden 2001 arvioinnin yhteydessä todettiin mm., että kehittämällä kloorin kuljetukseen käytettäviä säiliövaunuja voidaan vähentää onnettomuuden todennäköisyyttä. Kiskoilta suistumisen syiden analysoinnissa Sveitsissä on havaittu, että lähes kolmasosa vaarallisten aineiden vuodoista voitaisiin estää suistumisen tunnistavilla ilmaisimilla. (Balmer 2007)

### Auswirkungen W-A-Diagramm, Beispiel Genf



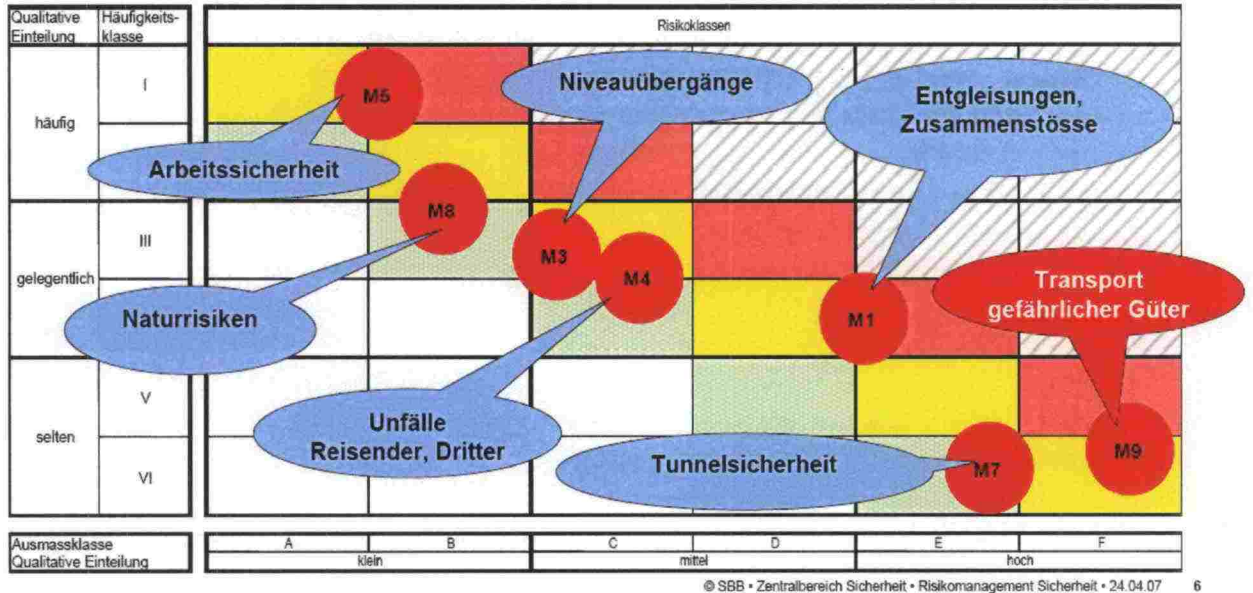
*Kuva 3.7 Kloorinkuljetukseen käytettävien vaunujen kehittämisen vaikutus onnettomuuden esiintymistäajuuteen Genevessä. Harmaa murtoviiva kuvaa perinteisen vaunun ja punainen parannetun vaunun onnettomuuden seurauksen (Ausmass) ja esiintymistäajuuden (Häufigkeit) suhdetta. (Balmer 2007)*

Sveitsissä tehdyn kehitystyön yhteydessä on todettu, että riskianalyysimenetelmät eivät voi olla muuttumattomia, vaan niitä on kehitettävä olosuhteiden ja tarpeiden muuttuessa. On myös havaittu mm. tarve kehittää ympäristöriskien arvioinnin kanssa vertailukelpoisia menetelmiä. (Balmer 2007)

### Rautatieliikenteeseen liittyvien riskien jäsentelyä SBB:llä

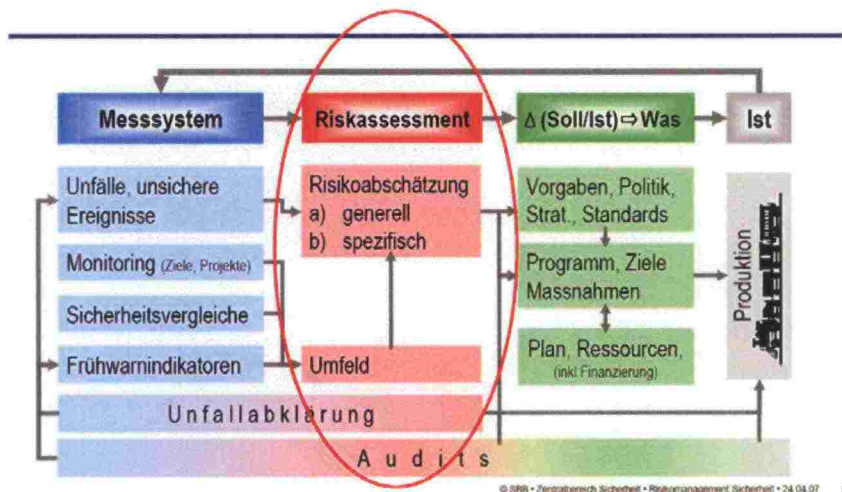
SBB on jäsenellyt rautatiekuljetuksiin liittyvät riskit seuraaviin ryhmiin alkaen usein esiintyvistä ja seurauksiltaan vähäisistä ja päättyen harvoin esiintyviin, mutta seurauksiltaan vakaviin (vrt. kuva 3.8):

- työturvallisuusriskit (kuvassa M5)
- luonnonolosuhteista johtuvat riskit (M8)
- riskit taseoristeyksissä (M3)
- matkustajille ja kolmansille osapuolille sattuvat onnettomuudet (M4)
- raiteilta suistumiset ja yhteentörmäykset (M1)
- tunnelien turvallisuusriskit (M7)
- vaarallisten aineiden kuljetusten riskit (M9). (Kuhn 2007)



Kuva 3.8 Rautatieliikenteeseen liittyvien riskien jäsentelyä. Pystyakselilla on vaarallisen tapahtuman esiintymistaajuus tai -todennäköisyys ja vaakakselilla tapahtuman seurauksen vakavuus. (Kuhn 2007)

Riskianalyysi on SBB:n mukaan keskeinen väline turvallisuuden kehittämisessä ja ohjauksessa. Riskien hallinta on välttämätön osa SBB:n toimintaa. Viranomaiset ovat tietoisia riskeistä ja niiden kohdistumisesta, mutta yrityksen kannalta on tärkeää, että selvitykset ja toimet tapahtuvat järkevissä rajoissa. Riskien hallinnassa on myös tärkeää, että tiedonvälitys toimii. Riski ei ainakaan missään tapauksessa saa kasvaa tiedon puutteista johtuen. (Kuhn 2007)



Kuva 3.9 Riskin arviointi ja riskienhallinta osana SBB:n turvallisuusjohtamisjärjestelmää. (Kuhn 2007)

## Turvallisuusjohtaminen ja riskienhallinta Iso-Britanniassa

### The Railway Strategic Plan 2008–2010

Iso-Britanniassa rautatieliikenteen turvallisuuden strategisen suunnittelun apuvälineenä on Rautatieliikenteen strateginen suunnitelma 2008–2010 (*The Railway Strategic Plan 2008–2010*). Suunnitelman tavoitteena on vastata EU:n vaatimukseen lisätä yhteisiä piirteitä terveyden ja turvallisuuden johtamiseen sekä kehittää alan omaa turvallisuusjohtamista samaan aikaan kun se vastaa ympäristön vaatimukseen. (RSSB 2007)

Suunnitelmassa on listattuna prosessinomistajien näkökulmasta kehitysalueita, joissa odotetaan riskin vähenevän suunnittelukauden aikana. Valittuna on seitsemän yhdeksästä pääriskialueesta: matkustajat asemilla, työntekijät junassa, radalla ja asemalla, infrastruktuurin suunnittelijat, rikollisuus ja tasoristeykset. Suunnitelman avulla prosessinomistajat voivat seurata toimenpiteiden vaikutusta riskitasoon. Riskin suuruus pyritään ilmaisemaan yksinkertaisesti mitattavassa muodossa. (RSSB 2007)

Suunnitelmassa riskit on jaettu kaiken kaikkiaan yhdeksään pääriskialueeseen, jotka kattavat yhteensä 95 % kokonaisriskistä rautateillä. Yhdeksän pääriskialuetta ovat matkustajien käyttäytyminen (asemilla ja junassa), työntekijöiden käyttäytyminen (juna-, rata- ja asemahenkilöstö), suunnittelu (radan ja kaluston) sekä yleinen käyttäytyminen (rikollisuus ja tasoristeykset). Kaikkien yhdeksän merkittävimmän riskialueen vaikuttavuutta on suunnitelmassa tarkasteltu niin matkustajien, työntekijöiden kuin kansalaisten osalta. Riskialueiden merkittävyys vaihtelee suuresti eri vaikutusryhmissä, esimerkiksi kansalaisiin vaikuttavat ainoastaan riskialueet rikollisuus ja tasoristeykset. (RSSB 2007)

Toimialan turvallisuusjohtamisen työkaluiksi suunnitelmassa listataan mm. vuonna 2007 julkaistu *Taking safe decisions* (RSSB) sekä yhteistyö Euroopan Rautatieviraston (ERA) kanssa ja sieltä saatavat työkalut (common safety targets, common safety indicators, common safety methods). Tavoitteena on vähentää alalla matkustajien turvallisuusriskiä 3 % sekä työntekijöiden riskiä 3 %. Strateginen suunnitelma korostaa myös tutkimuksen ja kehityksen huomioimista samoin kuin inhimillisten tekijöiden merkitystä riskinhallinnassa. (RSSB 2007)

Turvallisuustilanteen seuranta on myös yksi turvallisuusjohtamisen työkaluista. Tätä varten on rakennettu oma järjestelmä SMIS (*Safety Management Information System*), johon useimmat toimijat ovat velvoitettuja tallentamaan turvallisuustilanteensa perusteet. Toinen seurannan muoto on onnettomuustutkinnat, jota hoitaa RAIB (*The Rail Accident Investigation Branch*). (RSSB 2007)

### The Rail Accident Investigation Branch

Iso-Britanniassa onnettomuudet tutkii riippumaton rautatieonnettomuuksien tutkinta-organisaatio RAIB (*The Rail Accident Investigation Branch*). RAIB:n toteuttamien tutkimusten tavoitteena on parantaa rautateiden turvallisuutta ja ennaltaehkäistä tulevia onnettomuuksia. RAIB:n tutkinnan piiriin kuuluvat kakki suistumis- ja törmäysonnettomuudet, joissa on tapahtunut tai on ollut kuoleman tai vakavan loukkaantumisen riski tai vakavia vaurioita ympäristölle, infrastruktuurille tai kalustolle. (RAIB 2008)

Onnettomuusraporteissa on osoitettu niin onnettomuuden syyt sekä tekijät, jotka vaikuttivat onnettomuuden seurauksiin. Onnettomuudet on jaettu seuraaviin onnettomuustyyppeihin: suistuminen, törmäys, tasonisteys, vaihtotyö, ratatyö, teollisuus- ja satamaradat, kuormauksesta johtuvat, tulipalot, tunnelionnettomuudet, sähkötapaturmat, vaaralliset aineet. (RAIB 2008)

### **Rail Safety and Standards Board**

RSSB:n (*Rail Safety and Standards Board*) ydintehtäviä on mitata rautatieturvallisuuden suorituskykyä ja tuottaa Iso-Britannian rautateitä koskevia riskianalyysejä, joissa tunnistetaan vaaralliset tapahtumat, niiden syyt ja arvioidaan niiden merkitys. RSSB:n strategia turvallisuusinformaation hallintaan on ilmaistu turvallisuus informaatiostategiassa (*The Safety Information Strategy*). Strategian neljä merkittävintä osaa ovat turvallisuustiedon kokoaminen ja käsittely, turvallisuuden suorituskyvyn seuranta, turvallisuusosaamisen jakaminen ja vaihto sekä tiedon laadun ja määrän parantaminen. (RSSB 2007a)

Riskien arviointiin RSSB antaa oman ohjeistuksen. Iso-Britannian tämänhetkinen lainsäädäntö velvoittaa Railway Groupin jäsenet riskienhallintatyöhön. RSSB:n riskienarviointiryhmä neuvoo riskienarvioinnissa niin yksityisiä toimijoita kuin luo yleisiä ohjeita riskien analysointiin ja osallistuu laajoihin koko alaa koskeviin riskienanalysointeihin. (RSSB 2007b)

### **Safety Management Information System**

SMIS (*Safety Management Information System*) on Iso-Britannian kansallinen verkkopohjainen järjestelmä, johon kaikki Railway Groupin jäsenet tallentavat turvallisuuteen liittyvät poikkeamat, jotka tapahtuvat Network Railin hallinnoimalla verkolla. Järjestelmän käytöstä määrää laki, jonka perusteella sinne syötetty tieto on kaikkien Railway Groupin jäsenten käytettävissä. Järjestelmästä saatavaa tietoa voidaan käyttää riskien analysointiin, tulevaisuuden trendien ennakointiin sekä toimintojen keskittämiseen turvallisuuden kannalta merkittäviin toimintoihin. Järjestelmä on otettu käyttöön vuonna 2003 ja siihen on tehty useita parannuksia tämän jälkeen. Järjestelmää käyttää yli 60 erillistä organisaatiota. (RSSB 2007c)

### **Safety Risk Model**

SRM (*Safety Risk Model*) on määrällinen kuvaus potentiaalisista liikennöinnin tai kunnossapidon aiheuttamista onnettomuuksista Iso-Britannian rautateillä. Malli koostuu 120 itsenäisestä tietokonemallista, josta jokainen kuvaa yhtä vaarallista tapahtumaa. Mallia käytetään riskienhallinnan työkaluna ja sen avulla käyttäjä voi tunnistaa toimintojensa merkittävimmät riskitekijät ja priorisoida hankintansa turvallisuuden näkökulmasta käyttäen perusteltua riskitarkastelua. Mallissa käytetään mahdollisuuksien mukaan todellista SMIS:stä saatavaa tietoa. Riskimallin ylläpidosta vastaa RSSB ja sen riskiryhmä. (RSSB 2007d)

Riskimallin (SRM) tulokset on julkaistu *Risk Profile Bulletin* -julkaisussa. Siitä saadaan kattavasti tietoa 125 vaarallisen tapahtuman yleisyydestä, seurauksista ja riskistä sekä tapahtumien syistä. Arvioinnin avulla voidaan tunnistaa rautateiden merkittävimmät riskit ja arvioida turvallisuutta parantavien toimenpiteiden vaikutuksia sekä saada kuva tulevaisuuden riskikehityksestä. (RSSB 2007d)

## The Yellow Book

Iso-Britanniassa käytössä oleva turvallisuuskäsikirja, Keltainen kirja (*The Yellow Book*), on RSSB:n julkaisema kaksiosainen opas turvallisuusjohtamiseen ja sen käytännön toteuttamiseen. Käsikirjan ensimmäinen osa kuvaa turvallisuustekniikan perusteita ja toisessa osassa ohjeistetaan, kuinka näitä perusteita toteutetaan sekä ratahankkeissa että kunnossapidossa. Oppaassa kerrotaan, mitä asioita organisaation tulee huomioida kun se rakentaa turvallisuusjohtamistaan ja arvioi riskejään. Sen avulla pyritään paremmin vastaamaan niiden rautatiealan ammattilaisten tarpeisiin, jotka vastaavat turvallisuusasioista, mutta hallitsevat riskiä normien, lakisäätteisten menettelyiden ja arviointimenetelmien avulla. Oppaassa ei kuitenkaan esitetä menetelmiä riskien arviointiin. (The Yellow Book 2007)

Turvallisuuskäsikirjan kotisivuilta löytyy myös muita turvallisuuteen liittyviä työkaluja. Sivuilla on esitelty kolme erilaista riskimallia: (The Yellow Book 2008)

- Rail Safety and Standards Board: Profile of safety risk on the UK mainline railway
- LUL's Quantified Risk Assessment, 2000 Update.  
Network and Business Unit Summary
- Network Rail's Infrastructure Risk Models.

RSSB:n ja LUL:n tarjoamat mallit ovat samankaltaisia tarjoten riskiprofiileja, eli ensiksi turvallisuusriski arvioidaan rautatietasolla ja sen jälkeen se jaetaan joko maantieteellisesti tai syyn perusteella. Riskiprofiilit on ilmaistu riskinä koko väestölle. Kolmas malleista, Network Railin malli on täydentävä malli, jossa aloitetaan väylän osatekijöistä ja järjestelmän vaarojen tunnistamisesta, jonka jälkeen vasta arvioidaan vaarojen mahdolliset syyt ja seuraukset. Network Railin riskimalli ei suoraan arvioi riskiä. (The Yellow Book 2008)

## 4 TURVALLISUUSRISKIT

### 4.1 Rautatiekuljetusjärjestelmän rakenne Suomessa

Rautatiekuljetusten osalta kokonaisuus muodostuu ennen kaikkea lähtö- ja määräpaikkojen kuormaustoiminnasta ja siihen liittyvästä vaihtotyöstä, junanmuodostuksesta erityisesti järjestelyratapihoilla ja junaliikenteestä runkoyhteyksillä. Kuljetusjärjestelmän toimivuuden kannalta on tärkeää, että järjestelmän kaikki osat toimivat. (Mäkelä 2008)

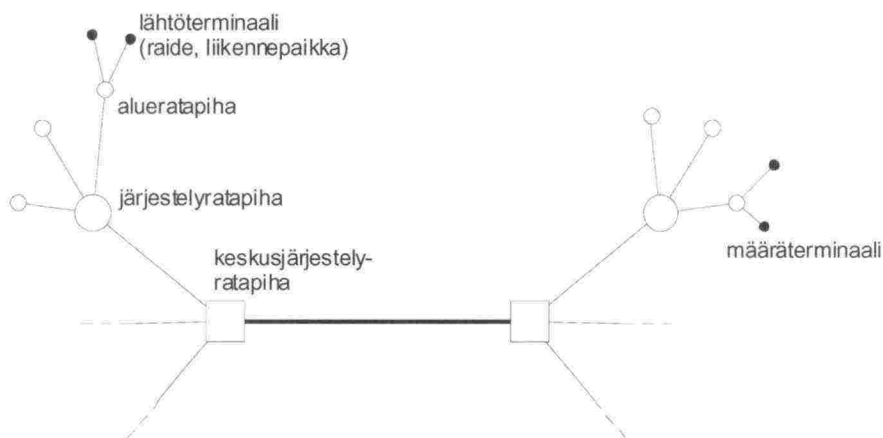
Kuljetuksen aikana kuormaan kohdistuvat tai vaikuttavat seuraavat toiminnot:

- kuormaus vaunuun ja vaunusta
- vaunujen käsittely kuormauksen yhteydessä
- vaihtotyöt ja junanmuodostus: vaunun siirtäminen ja lajittelu terminaalin, liikennepaikan tai ratapihan raiteilla
- veturin kytöntä ja irrotus lähtö- ja määräpaikassa tai matkan aikana
- liikenne ratalinjalla yleensä junana ja siihen liittyvät pysähdykset.

VR Cargon rautatiekuljetusjärjestelmässä kuljetuksen solmupisteitä ovat

- lähtöterminaali: raide tai liikennepaikka
- alueratapiha
- järjestelyratapiha
- keskusjärjestelyratapiha.

Juna kulkee lähtöpaikasta määräpaikkaan eri hierarkkisen tason ratapihojen kautta. Junalajista, reitistä ja kuljetustehtävästä riippuen juna voi ohittaa ratapihoja. Suora kokojuna ei välttämättä kulje lainkaan ratapihojen kautta – ainakaan sen vaunuston kokoonpanoa ei muuteta matkan aikana



Kuva 4.1 VR Cargon kuljetusjärjestelmän rakenne. (lähde: VR Cargo)

Tavaraliikenteen ratapihavisiossa ja -strategiassa (Ratahallintokeskus 2004) ratapihat on luokiteltu osin niiden verkollisen sijainnin, osin niihin liittyvän liikenteen ja niillä tehtävien toimintojen perusteella seuraavasti:

- pääsolmuratapihat (2 kpl)
- perussolmuratapihat (10 kpl)
- pääteratapihat (36 kpl)
- muut ratapihat (noin 200 kpl), joista monet toimivat raakapuun kuormauspaikkoina.

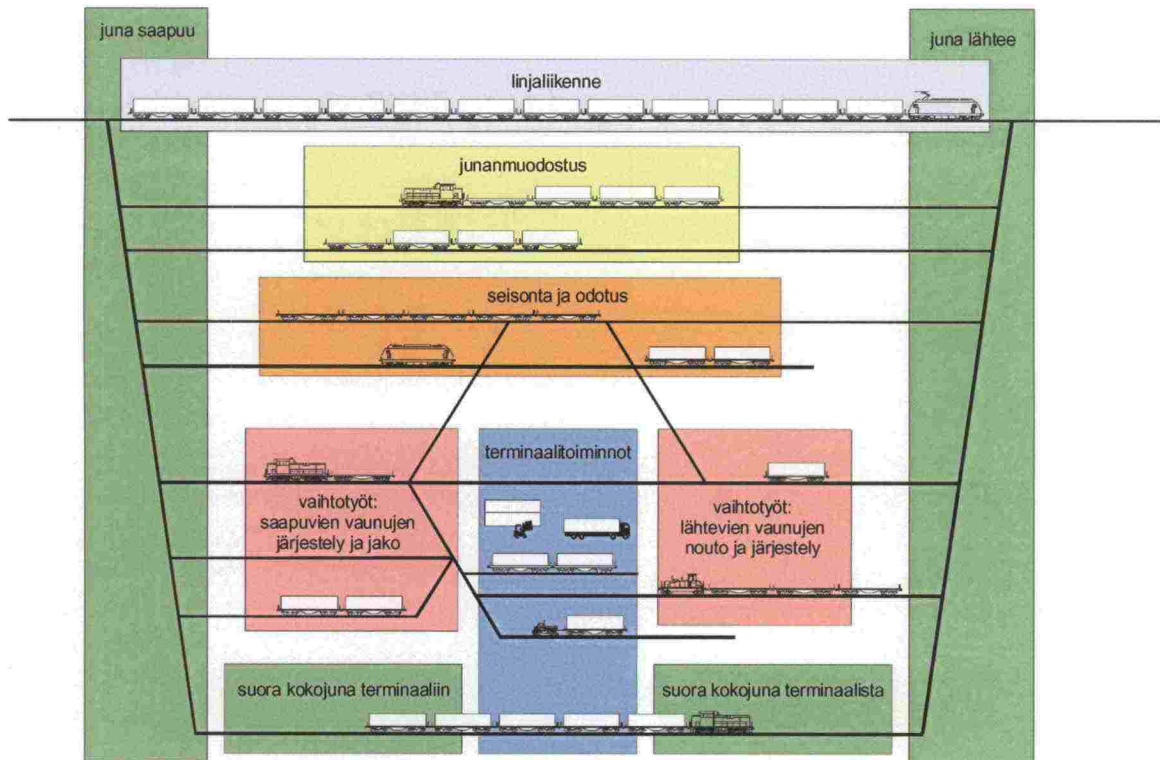
Pääteratapihat ovat tuotantolaitoksiin, satamiin ja rajanylityspaikkoihin liittyviä ratapihoja, jotka ovat kuljetusten lähtö- ja määräpaikkoja. Niihin voi liittyä myös muuta logistisiin ketjuihin tai liikenteenhoitoon liittyviä toimintoja. Solmuratapihat ovat keskeisten kuljetusreittien solmukohtia, joissa tehdään junanmuodostusta tai muutoksia junan kokoonpanoon. Pääsolmuratapihat – Tampere ja Kouvola – ovat keskusjärjestelyratapihoja eli ratapihoja, joissa ”harjoitetaan jatkuvaa ja merkittävää junanmuodostusta”. Perussolmuratapihat palvelevat lähinnä oman alueensa liikenteen, junanmuodostuksen ja vaihtotöiden keskuksina. (Ratahallintokeskus 2004)

Alueratapiha ja järjestelyratapiha vastaavat likimain perussolmuratapihaa ja keskusjärjestelyratapiha on pääsolmuratapiha. Lähtö- ja määräterminaalit voivat liittyä mihin tahansa ratapihaluokkaan.

Ratapihan raiteita käytetään erilaisiin toimintoihin, joita ovat mm.

- linjaliikenne
- junanmuodostus
- vaihtotyöt
- pysäköinti (seisonta) ja odotus
- terminaalitoiminnot.

Linjaliikennettä lukuun ottamatta yksi juna voi jakautua useampaan toimintoon. Eri toiminnoissa voidaan tehdä samanlaisia työvaiheita. Nämä toiminnot ovat osana erilaisia rautatiekuljetusta ja kuljetusketjuja. Kuljetusjärjestelmän toimivuus edellyttää, että nämä kaikki järjestelmän osat toimivat. Ratapihan näkökulmasta ratapihan toiminnot ja niihin käytettävissä oleva infrastruktuuri, työpanos ja aika muodostavat kokonaisuuden, jonka kautta voidaan arvioida ratapihan toimivuutta ja kapasiteettia. (Mäkelä & Tanhuamäki 2004)



Kuva 4.2 Ratapihatoiminnot. (Mäkelä & Tanhuamäki 2004)

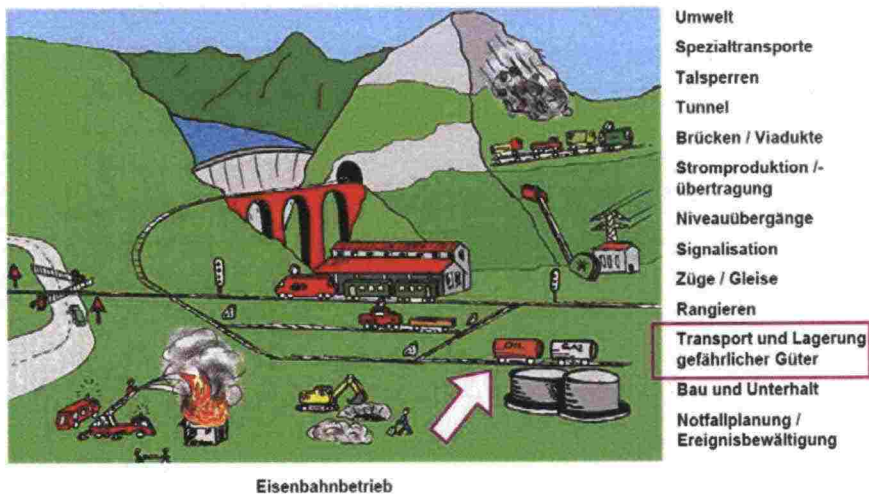
Toiminnot, joita ratapihalla tehdään, riippuvat kuljetusyrityksen asiakkaiden tarpeista ja liikenteenhoidon peruseräistä, ratapihan sijainnista rataverkolla ja suhteessa kuljetusketjuihin, ratapihan infrastruktuurista ja sen käytettävyydestä toimintoihin.

## 4.2 Riskit kuljetusketjussa

Rautatiekuljetusten toimintaympäristöön liittyy monenlaisia vaaroja ja riskejä (kuva 4.3). Tässä tutkimuksessa on selvitetty rautatiekuljetuksiin liittyviä keskeisimpiä riskejä. Käsitteet keskeisistä riskeistä on muodostettu kirjallisuuden, teemahaastattelujen ja onnettomuustilastojen perusteella. Onnettomuustilastoista on analysoitu tapahtuneita onnettomuuksia ja riskejä on täydennetty teemahaastattelujen avulla. Havaitut riskit on jäsennetty seuraavien teemojen alle: rataverkko, tekniset järjestelmät, kuormaus ja kuorman käsittely, tavaravaurioitumisriski, kuljetuskalustoon liittyvät riskit, vaihtotyöt, junan tai vaunun liikkuminen, hallinta, tieto, ihminen ja yksilö, onnettomuustyyppit ja muut riskit ja uhat.



### Risikolandschaft Eisenbahnverkehr



Kuva 4.3 Rautatieliikenteen toimintaympäristö ja siihen liittyvät vaarat. (Kuhn 2007)

### Rataverkko

Suurin osa rautatiekuljetusten vaaratilanteista ja onnettomuuksista tapahtuu ratapihoilla; erityisesti lähtö- ja tulo ratapihoilla. Tyypillinen onnettomuus ratapihalla on vaunun suistuminen. Ratapihoilla vaunujen nopeudet ovat kuitenkin pieniä, jolloin myös onnettomuuksien ja vaaratilanteiden seuraukset ovat pienempiä.

Radan ja rataverkon kunto on kuljetuksien kannalta tärkeä asia. Ratojen huono kunto voi aiheuttaa vaunujen suistumisia ja siten vahingoittaa kuljetettavaa tavaraa. Radan huono kunto voi aiheuttaa myös tärinää ja heilahtelua kuljetuksiin. Ratojen kunnostustöiden yhteydessä riskeinä ovat henkilöstöön kohdistuvat normaalit työtapaaturmat; esimerkiksi jalkojen ja käsien jääminen puristuksiin. Puutteellinen tiedon kulku aiheuttaa myös riskin, jos tieto suoritettavista ratatöistä ei kulje. Ratatöissä käytettävät työkonet aiheuttavat törmäysriskin. Ratatöiden ja liikennöinnin samanaikaisuus aiheuttaa myös turvallisuusriskejä.

Tasoristeykset muodostavat rataverkossa merkittävän turvallisuusriskin. Erityisesti vähäliikenteisissä ja vartioimattomissa tasoristeyksissä on olemassa suuri onnettomuusriski. Suurin keskittymä tasoristeysonnettomuuksissa voidaan löytää Vaasan ympäriltä. Tasoristeysonnettomuuksia tapahtuu sekä tavaraliikenteen että henkilöliikenteen puolella. Eniten tasoristeysonnettomuuksia tapahtuu vähäliikenteisillä radoilla, joissa usein tavarajunat liikkuvat.

Suuri riskitekijä junaturvallisuudelle on tasoristeyksissä kulkevat suuret ja raskaat kuljetusvälineet. Riskitekijä on esimerkiksi tasoristeysonnettomuus, jossa vaarallisia aineita kuljettava juna törmää kuljetusrekkaan. Törmäys tarkoittaa väistämättä junan suistumista ja seuraukset voivat olla kohtalokkaat, jos vaarallista ainetta pääsee kulkeutumaan ympäristöön. Myös henkilöautoon törmäminen tasoristeyksessä voi aiheuttaa junan suistumisen. Tasoristeysonnettomuudet luokitellaan pääsääntöisesti tieliikenneonnettomuuksiksi, mutta jos junaan on tullut vaurioita niin se luokitellaan rautatieonnettomuudeksi.

## Tekniset järjestelmät

Turva- ja tekniikkajärjestelmien toimintavarmuus ja häiriöttömyys sisältävät haavoittuvuuksia ja järjestelmien toimintaan pitää kiinnittää huomiota. Toimimattomuus turva- ja tekniikkajärjestelmissä vaikuttaa läpi koko kuljetusketjun.

## Kuormaus ja kuorman käsittely

Rautatiekuljetuksien osalta lastaus- ja purkutilanteet ovat herkimmät vaiheet vahingoille, vaaratilanteille ja onnettomuuksille. Varsinaisen junakuljetuksen aikana tapahtuu harvemmin vahinkoja. Lastauksien ja purkujen yhteydessä sattuneista vaaratilanteista ei ole olemassa virallisia tilastoja. Paras tieto kuormauksen yhteydessä sattuneista vaaratilanteista ja riskeistä löytyy kuorman tekijöiltä ja rautatiekuljetukset tilanneilta teollisuusyrityksiä asiakkailta.

Lastauksissa ja puruissa on aina joku ulkopuolinen, joka lastaa tavarat vaunuun ja purkaa tavarat vaunusta. Tyypillisin vaaratilanne tavarakuljetuksissa on kuormauspuute tai -virhe eli tavara on kuormattu väärin. Virheellinen kuormaus voi aiheuttaa tavaraliikkeen kuljetuksen aikana, jonka seurauksena tavara voi vahingoittua, vaunu voi kaatua tai suistua raiteilta. Mikäli kuorma ylittää aukean tilan ulottuman, vaunu voi törmätä esimerkiksi portaaliin tai siltaan (Kallberg et al. 2005).

Kuormaustietojen puute, kuormattavan tavaratietojen puute tai inhimillinen virhe voi johtaa virheelliseen kuormaukseen. Ovia saattaa lastauksessa myös jäädä auki, mikä aiheuttaa junan kulkiessa vaaratilanteen. Tavaroiden nostojen ja siirtojen yhteydessä voi tapahtua työtaturmia. Kuorman virheellinen käsittely terminaaleissa voi myös vahingoittaa tavaraa. Rautatiekuljetuksissa, joissa ei kuljeteta kappaletavaraa, vakavuusaste vaaratilanteissa ei ole kovin suuri.

Kallberg et al. (2005) listaavat muun muassa seuraavia kuormaan liittyviä ongelmia ja vaaratilanteita:

- Liian suuret akselipainot eli ylikuormat rikkovat radan ja aiheuttavat suistumisen.
- Ylikuormitus aiheuttaa radan poikkeuksellisen nopean väsymisen.
- Vaunussa ylikuormaa, jouset pettävät ja vaunu suistuu.
- Avovaunusta irtoaa kuorma kaksoisraiteella ja osuu vastaantulevaan junaan.
- Kuorma pääsee liikkumaan matkan aikana.
- Tavarajunan kuormasta putoaa esine viereiselle raiteelle, jossa vastaantuleva juna törmää siihen.
- Kaksiraiteisella radalla vastaantulevan junan liikkunut kuorma vaurioittaa junaa.
- Tavarajunan puutavarakuorma on liikkunut ja tukki osuu vastaantulevan junan veturiin.
- Kuormasta irtoaa jokin iso esine kuljettajan tai muun henkilökunnan huomaamatta, mistä seuraa junan suistuminen.
- Suojavaatteet tarttuvat vaunun astimiin ja kaatavat työntekijän vaunun alle.
- Tavaravaunun kuormaa purettaessa kontti putoaa viereiselle raiteelle ja lähestyvä juna törmää siihen.
- Kontin ovia ei suljeta huolellisesti; aukeavat matkalla; tavarat putoavat radalle.
- Vaunu irtoaa ylämäessä ja lähtee vierimään taaksepäin.

- Tavaraliikenteessä kuorman painon tiedottamisen puutteellisuus saa aikaan väärän nopeuden valinnan ja vaihteen läpi ajon, koska nopeus ei hidastunut tarpeeksi.
- Asiakkaan ilmoittamat vaunupainot ovat aivan liian pienet, mistä seuraa ajaminen liian suurella nopeudella.
- Kuormaa suojaava pressu pääsee irti matkan aikana ja osuu ajonlankaan; seurauksena tulipalo.
- Tavaravaunun osittain purkautunut lasti (esim. raakapuu) osuu matkustajajoukkoon laiturilla.
- Epätasaisesti jakautunut kuorma (esim. raskas kuorma vaunun toisessa päässä).
- Lastaussiltoja ei poisteta (tai käännetä) kuormauksen jälkeen ennen liikkeellelähtöä.

### **Tavaran vaurioitumisriski**

Keskeinen riski kuljettamisessa on tavaran vaurioitumisriski. Tavara voi vaurioitua kuljetuksen aikana useasta eri syystä. Sääolosuhteet, kuten pakkanen, kuumuus tai sade, voivat vaurioittaa tavaraa. Tavara voi myös vaurioitua kuljetuksien aikana tulevista sysäyksistä, joita aiheutuu junan kiihdytyksistä ja pysäytyksistä. Lastauksen ja purun aikaiset tavaran vaurioitumiset ovat myös tyypillisiä. Virheellinen kuormaus voi aiheuttaa tavaran vaurioitumisriskin, jos tavara pääsee liikkumaan kuljetuksen aikana.

Radan ja vaunukaluston kunto vaikuttavat tavaran ehjänä säilymiseen. Tärinä ja heilahdellut aiheuttavat tavaran vaurioitumisriskin. Vaunujen vaihto ratapihoilla junasta toiseen on myös yksi riskitekijä. Vaunujen vaihdosta ja kytkemisestä junaan aiheutuu helposti äkkinäisiä nykäyksiä, jotka kohdistuvat suoraan kuljetettavaan tavaraan. Vaihtotyöntekijöiden huolellisuus vaikuttaa siihen, kuinka sujuvasti junavaunut saadaan vaihdettua.

Venäjältä tulevien pitkien junien jarrutuksista aiheutuvat sysäykset ovat merkittävä riski tavaran vahingoittumiselle. Esimerkiksi Raahe–Hämeenlinna-välin kelajunat ovat pitkiä junia, mutta kuljetettava tuote ei ole herkkä vaurioille. Junien jarrutus tapahtuu paine-ilmahjatulla jarrulla, joka jarrutettaessa vaikuttaa ensin junan etupäähän ja vasta sitten takapäähän. Pitkien junien kohdalla tätä on vaikeata eliminoida. Pitkässä junassa on aina enemmän väljyyksiä, sillä joustovaraa tarvitaan esimerkiksi radan kaarteissa. Joustovarot auttavat myös liike-energiaan ja junan pääsemiseen liikkeelle.

Tavaran vaurioitumiseen vaikuttavat riskitekijät koottuna:

- sääolosuhteet
- kuljetuksen aikaiset sysäykset (junan kiihdytykset, jarrutukset, vaunujen vaihto junasta toiseen)
- radan ja vaunukaluston kunto
- lastaus ja purku (tavaran käsittely, virheellinen kuormaus).

Tavaran vaurioitumisriskiä voidaan pienentää asianmukaisella suojaamisella. Tavara pitää kuormata ja kiinnittää oikein, jotta se ei pääse kuljetuksen aikana liikkumaan. Kuormantekijällä on olemassa kuormausohjeet, joiden mukaan kuorma tulee sitoa. Vastuukysymyksissä kuljetusyrityksen vastuulla on sysäysten aiheuttamat vahingot. Kuljetusyrityksen velvollisuutena on katsoa, että tavara on asianmukaisesti kuormattu ja sidottu. Radan pitäjä vastaa radan kunnosta ja radan aiheuttamista vahingoista.

## **Kuljetuskalustoon liittyvät riskit**

Onnettomuus voi myös johtua kuljetus- ja junakalustosta. Rautatiekuljetuksissa tyypillinen riski on akselin katkeaminen kuumakäynnin seurauksena. Laakerin vioittuminen voi aiheuttaa akselin katkeamisen, jonka seurauksena vaunu kaatuu. Laakeritekniikka on kuitenkin kehittynyt ja laakerivikoja on saatu poistettua. Vaunun akselin katkeaminen voi tapahtua missä kohtaa kuljetusketjua tahansa. Kalustoon liittyvissä riskeissä yksi merkittävä riski on venäläinen kalusto, jonka kunto vaihtelee huomattavasti.

Ylisuuret junat ovat myös riski. Jos radoille on määritetty tietyt akselipainot, liian painavat kuljetukset kohdistuvat suoraan rataan. Junien pituudet on hyvin säännelty ja niissä ei ole ongelmia, mutta joskus saatetaan kuljettaa liian painavaa tavaraa.

Kallberg et al. (2005) listaavat muun muassa seuraavia junakaluston vikaan tai puutteeseen liittyviä ongelmia ja vaaratilanteita:

- Junan jarrujärjestelmä pettää.
- Vaunujen jarrujentarkastus tehdään huolimattomasti.
- Junan pyörän kehä rikkoutuu ja suistaa junan.
- Liikkuvan kaluston tulotarkastuksissa ”luistetaan”, korjaukseen ohjaus puutteellista. Lähtevässä junassa on viallinen vaunu, jota ei vaihdeta.

## **Vaihtotyöt**

Vaihtotyöt ovat keskeinen riski rautatiekuljetuksissa. Vaihtotyön erilainen luonne verrattuna junaliikenteeseen tuo omat riskinsä. Tyypillisimmät onnettomuudet vaihtotöiden yhteydessä ovat vaunujen suistumiset ja törmäykset, kun vaunuja siirretään junasta toiseen. Suistumiset voivat johtua esimerkiksi sääolosuhteista (lumi ja jää) tai jos vaunujen nopeudet ovat liian suuret. Vaihtotöissä nopeudet ovat kuitenkin suhteellisen pieniä, jolloin vahingotkaan eivät ole yleensä kovin suuria.

Isoissa ratapihoissa, joissa vaunuja siirretään junasta toiseen, on omat vaaransa. Näissä suistumisia tapahtuu jonkin verran. Junan matkalla ollessa suistumisia tapahtuu vähemmän. Vaihtotöissä on vaarana myös erilaiset työtapaturmat, kuten junan alle jääminen, vaunujen väliin jääminen, kaatuminen ja liukastuminen vaunusta tai vaunuun hypättäessä.

## **Junan tai vaunun liikkuminen**

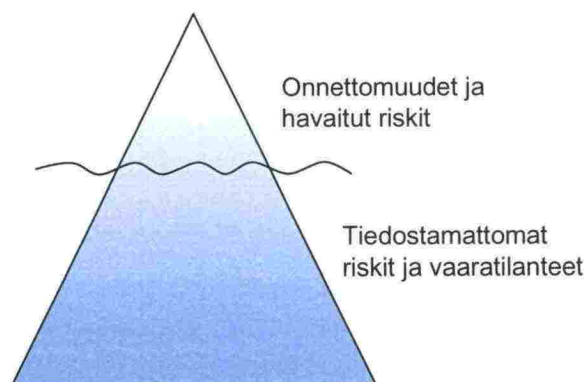
Vaaratilanteita syntyy, jos juna tai vaunu liikkuu ilman lupaa. Kun on lupa liikkua, niin kulkutie on turvattu ja törmäämisvaaraa ei ole. Vaihtotöissä voi tapahtua inhimillisiä virheitä ja riskinä on, että vaunuja liikkuu ilman lupaa, kun vaihtotyöhenkilökunta antaa liikkumisluvat radio-opastimilla. Todellinen vaaratilanne syntyy, jos juna ohittaa punaisen opastimen. Nykyisin tämä riski on kuitenkin erittäin epätodennäköinen, koska kulunvalvontajärjestelmä kattaa liikennöintiradat. Kulunvalvontajärjestelmä on poistanut sekä yhteentörmäyksiä että suistumisvaaroja. Suistumisvaara on aina olemassa, jos juna ajaa liian suurella nopeudella. Vaaratilanteita myös syntyy, jos tavarankuljetusvaunuja pääsee väärään paikkaan esim. ratapihalta raiteille. Jos tavaravaunuja pääsee ratapihalta takaa tulevan liikenteen eteen, on törmäysvaara mahdollinen.

## Hallinta

Junaturvallisuuden lisäksi tavaraliikenteessä tulee tarkastella myös muita turvallisuuden osa-alueita. Esimerkiksi työturvallisuuden puolella tapaturmataajuudet ovat suhteellisen korkeita. Yleisimmät tapaturmat ovat kompastumiset ja liukastumiset. Yksintyöskentely junassa on mahdollinen riskitekijä, mutta tilastollisesti tarkasteltuna yksintyöskentely ei näyttäisi lisäävän riskiä. Tällä hetkellä junan kuljetus on suurimmaksi osaksi yhden kuljettajan ja turvalaitteiden varassa.

Myös yritysturvallisuus on tärkeä asia ja liikeriskien hallinnassa on kehittämisen varaa. Tavarakuljetuksiin liittyy aina liiketaloudellinen riski. Esimerkiksi Venäjän puutulliasiat vaikuttavat Suomen tavaraliikenteeseen. Junakuljetuksien kannalta myös aikataululliset tekijät ovat tärkeitä asioita. Aikataulussa pysyminen vaikuttaa suoraan rautatiekuljetusten imagoon ja on yksi ratkaiseva tekijä, kun valintaa eri kuljetusmuotojen välillä tehdään.

Yhtenä riskinä voidaan pitää vaaroihin turtumista; ajatellaan, että kaikki on hyvin ja että kaikki riskit ovat tiedossa. Tunnistettuihin riskeihin on hyvin varauduttu, mutta riskejä ei ole syvällisesti analysoitu. Kuvassa 4.4 on esitetty jäävuoriteoria, jonka mukaan tapahtuneet onnettomuudet ja tiedostetut riskit ovat vain jäävuoren huippu. Pinnan alle jäävät näkymättömät riskit ja vaaran paikat ja lähteet, jotka nekin tulisi systemaattisesti tunnistaa ja saada esiin ennen kuin siihen liittyvä onnettomuus tai vaaratilanne tapahtuu. (Hans-Heinrich 2007)



Kuva 4.4 Jäävuoriteoria. (Mukaillen Hans-Heinrich 2007)

## Tieto

Tieto ja tiedon kulku ovat tärkeitä turvallisuuden varmistajia. Tieto on kuitenkin myös riski. Tietojen käsittelyn pitäisi olla luottamuksellista esim. vaarallisten aineiden osalta. Väärin käsiin joutunut tieto voi konkretisoitua vaaratilanteena missä tahansa kuljetusketjun osaa. Tiedon kulun tulisi olla myös esteetöntä asianosaisille ja aina pitäisi varmistua oikean tiedon perille menosta, jotta onnettomuuksilta ja vaaratilanteilta vältyttäisiin.

Tietojärjestelmien toimintahäiriöt ovat yksi riski. Toimintahäiriöt aiheuttavat isoja liiketoimintatappioita ja ovat myös turvallisuusriski. Koko liikenne saattaa esim. pysähtyä, jos yksikin ohjelma menee nurin. Inhimillisen erehtymisen vaara on myös aina olemassa, kun ihminen on tekemisissä tietojärjestelmien kanssa.

Tietoturvaluottisuus on sekä teknisten tietojenkäsittelyyn liittyvien riskien että henkilöistä aiheutuvien riskien hallintaa. Tieto ja tietojenkäsittely ovat keskeisiä toimintoja monissa yrityksissä ja tietoturvaluottisuuden merkitys kasvaa samalla, kun tietojenkäsittelyn merkitys kasvaa yhteiskunnassamme ja yrityksissä. Tietoturvan yhtenä tavoitteena on, että tieto pysyy muuttumattomana ja oikeansisältöisenä. Tietoa ei myöskään saa ulkopuoliset päästä käyttämään ja tiedon tulee jatkuvasti säilyä luvallisten käyttäjien käytössä. (Kuusela & Ollikainen 1999)

Tietoturvan riskit voidaan jakaa ihmisistä aiheutuviin, tahallisiin riskeihin esimerkiksi tietorikoksiin, käytössä tehtäviin tahattomiin virheisiin ja välineistön aiheuttamiin ongelmiin. Tilastollisesti suurin osa tietoturvan ongelmista aiheutuu teknisistä ongelmista ja tahattomista inhimillisistä virheistä. Tietoturvaa uhkaavia asioita ovat esim. kuluminen, sähköhäiriöt, vesivahingot, tulipalot, kosteuden ja lämmön vaihtelut ja kuljetusvahingot. (Kuusela & Ollikainen 1999)

### **Ihminen ja yksilö**

Riskien hallinnan suurin haaste on ihminen ja yksilö. Inhimillinen virhe voi syntyä monista erityyppisistä psykologisista syistä. Niihin kuuluvat sekä pienet motoriset suoritusvirheet että pitkän huolellisen harkinnan jälkeen tehdyt ajatusvirheet. Motorisia suoritusvirheitä ovat esim. virhesanonnat, kompastumiset ja väärät otteet. Monet suoritusvirheet ovat usein seurausta tarkkaavaisuuden herpaantumisesta. (Kuusela & Ollikainen 1999)

### **Onnettomuustyyppit**

Yksi riski on suuri liikenneonnettomuus. Esimerkiksi asutusalueella tapahtuva kuljetusonnettomuus on merkittävä riski. Yksi tyypillinen onnettomuustyyppi on tavara-vaunujen suistumiset. Suistumiset johtuvat usein radan tai vaihteen huonosta kunnosta, telin jäykkyydestä yhdistettynä radan huonoon kuntoon, tavaravaunujen pyörien huonosta kunnosta, akselin katkeamisista ja vaihteen väärästä asennosta. Onnettomuuksista törmäykset ovat harvinaisempia. Yleisesti junien törmäykset toisiinsa ovat lähes hävinneet kehittyneen liikenteenohjauksjärjestelmän myötä.

Tulipaloja rautatieliikenteessä tapahtuu harvoin. Tietämys ja osaaminen ehkäisevät tulipaloja ja tapahtuneet tulipalot ovat aika usein sammutettu rautatieyrityksen henkilökunnan toimesta. Tulipalot ovat usein kakkosvaiheen onnettomuuksia, jotka ovat seurausta jostakin muusta. Esimerkiksi vaunun suistuminen voi johtaa tavarankorruptumiseen, vaunun rikkoutumiseen tai tulipaloon. Vaunun rikkoutuminen voi aiheuttaa kuljetettavan aineen vuodon ympäristöön. Tulipalot tavarakuljetuksissa ovat harvinaisia, henkilöliikenteen puolella esiintyy jonkin verran. Useimmiten tulipaloja tapahtuu henkilövaunujen ja vetureiden sähkölaitteissa. Tulipaloja voi kuitenkin aiheuttaa kuljetettaessa syttymisvaarallisia aineita. Jos esimerkiksi vaunu suistuu radalta ja raakaöljyä valuu ulos vaunusta, voi sähköstä tullut kipinä aiheuttaa tulipalon.

Tyypillisimmät vaaratilanteet ja onnettomuudet ovat

- tasoristeysonnettomuudet
- vaihtotöiden yhteydessä tapahtuvat onnettomuudet tai vaaratilanteet
- junan suistumiset
- junien törmäykset toisiinsa
- kuljetuskalustosta ja vaunukalustosta johtuvat onnettomuudet
- vaarallisten aineiden kuljettamisesta johtuvat onnettomuudet.

### **Muut riskit ja uhat**

Yksi turvallisuusriski rautatiekuljetuksissa on ilkivalta, joka ilmenee esim. kiskoille laitettuina esteinä ja junien kivittämisenä. Rataa on vaikea valvoa, jolloin sinne tuotuja esineitä ei aina huomata. Ilkivallasta johtuviin onnettomuuksiin on siten vaikeampi varautua. Ilkivalta on turhaa ajattelemattomuutta, jonka seurauksia ei välttämättä käsitetä. Ilkivalta on lisääntynyt koko ajan. Tiettyjä alueellisia keskittymiä voidaan löytää.

Laajempia terroristi-iskuja ei nähdä todennäköisenä turvallisuusriskinä Suomen rautateilla. Mahdollisista iskuista on kuitenkin puhuttu ja terrorismiin liittyviä riskejä on mietitty, mutta niihin on vaikea varautua. Terrorismin mahdollisuudesta on puhuttu esim. vaarallisten aineiden kuljetusten yhteydessä. Uhka ei kuitenkaan välttämättä tule ulkopuolelta, vaan se voi tulla myös sisältä.

### **4.3 Vaarallisten aineiden kuljetukset**

Vaarallisten aineiden kuljetuksissa on yhteiset merkintätavat, jotta kaikilla kielillä voidaan tunnistaa kuljetettavat aineet. Vaarallisten aineiden kuljetuksia ohjeistavat omat säännökset sekä EY:n direktiivit. Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/1994, 642/1999, 124/2001, 419/2002 ja 215/2005) pyrkii ehkäisemään ja torjumaan vahinkoa ja vaaraa, jota vaarallisten aineiden kuljetus saattaa aiheuttaa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. (Miettinen-Bellevergue & Virtanen 2007)

Vaarallisten aineiden kuljetuksissa on aina olemassa ympäristöriski. Vaunun suistuessa ja kaatuessa mahdolliset vuodot ympäristöön ovat todellinen vaaratekijä ja riski sekä ympäristölle että alueen asukkaille. Jos vaunusäiliö syttyy palamaan, on mahdollisuus, että se räjähtää. Tällöin myös ihmishenkiä on vaarassa. Esimerkiksi yksittäinen pahin vaaratilanne on tapahtunut Riihimäellä, kun VAK-vaunuja karkasi ratapihalta raiteille. Pahimmalta törmäykseltä kuitenkin vältyttiin, kun pikajuna oli juuri ehtinyt mennä ohi ennen vaunujen pääsyä radalle.

Yhden riskitekijän muodostavat vaarallisia aineita kuljettavien vaunujen lyhytaikainen välivarastointi. Esimerkiksi kuljetusvälillä Helsinki–Uusikaupunki lastia pidetään odotamassa kuljetuksien välillä Turun keskustan ratapihalla (liikennepaikalla). Väliaikaisvarastojen vartiointi on haasteellista. Liikennepaikkoja ei ole aidattu, mikä muodostaa yhden riskitekijän. Vaarallisten aineiden kanssa saa olla myös tarkkana lastauksien kanssa. Yksi ongelma on esimerkiksi ammoniakivaunujen ylitäyttö, joka saattaa ilmetä vuotona lämpötilaerojen vuoksi.

#### 4.4 Henkilöstön koulutus ja osaaminen

*Parasta riskienhallintaa on osaava ja motivoitunut henkilöstö (Kuusela & Ollikainen 1999)*

Henkilöstöjohtaminen on tärkeä osa henkilöstöriskienhallintaa, sillä puutteellinen henkilöstöjohtaminen johtaa henkilöstöriskeihin. Epäonnistunut johtaminen voi edesauttaa työtahdin liiallista kiristymistä, loppuun palamista ja stressiä. Tämä lisää vahinkoriskien todennäköisyyttä huomattavasti. (Kuusela & Ollikainen 1999)

Riskienhallinnan kannalta henkilöstön jatkuva asianmukainen koulutus ja kehittäminen on pitkävaikutteinen turvallisuustoimenpide. Työsuoritusten kehittämällä ja perehdyttämällä varmistetaan päivittäinen työn häiriötön sujuminen ja minimoidaan tietämättömyydestä johtuvat riskit. (Kuusela & Ollikainen 1999). Ihmisten tulee olla asiansa osaavia, päteviä ja koulutettuja.

VR:n koulutuskeskus (VRKK) keskittyy tällä hetkellä rautatieammattilaisten perusammattikoulutukseen. Junaturvallisuuden kertauskoulutuksen antavat erikseen valitut Rautatieviraston hyväksymät kertauskouluttajat. Uusien toimijoiden myötä VRKK on järjestänyt myös radanpitoon liittyvää koulutusta. Rautatiealan koulutusta ollaan muuttamassa sopimaan paremmin usean toimijan tilanteeseen. VRKK tulee edelleen toimimaan osana VR-konsernia, mutta se toimii Opetushallituksen alaisuudessa, ja koulutusohjelmat hyväksyy Rautatievirasto. (VRKK-työryhmä 2006)

VR on kiinnittänyt 2000-luvulla huomiota johdon turvallisuuskoulutukseen. Tavoitteena on ollut ennakoivan ajattelutavan vakiinnuttaminen turvallisuusriskien ennalta arviointiin. Riskienarviointien tekeminen on ohjeistettu, siihen on koulutettu ja se on myös vakiintumassa osaksi omaa käytännön työtä etenkin muutosten yhteydessä. (Kallberg et al. 2001)

VR:n toiminnan neljästä arvosta tärkeimmäksi on nostettu turvallisuus. Johtoa on koulutettu tämän arvon jalkauttamiseen arkipäivän työhön. Johdon tehtävänä on kannustaa henkilöstöä turvallisten työtapojen tinkimättömään noudattamiseen ja valppauteen jokapäiväisessä työssä. Esimiehiä on koulutettu myös vaurio- ja uhkatilanteiden tutkintaan ja käsittelyyn yhdessä henkilöstön kanssa ja turvallisuusasioiden hoitamiseen kiinteästi osana omaa johtamistyötään. Tähän liittyen konsernijohto on ryhtynyt tekemään alueellisia vertailuja, joissa keskitytään erityisesti turvallisuusasioihin ja kannustetaan paikallista johtoa turvallisuuden johtamiseen. (VR 2003)



## 5 TULEVAISUUDEN HAASTEITA JA KEHITYSNÄKYMÄ

Monet rautatiealan tulevat kehityssuunnat vaikuttavat myös rautatiekuljetusten turvallisuuteen. Toimijoiden lisääntyminen ja toimintojen jakautuminen tuo mukanaan haasteen kokonaisuuden hallitsemisesta. Turvallisuuden merkitys myös lisääntyy koko ajan, mikä johtaa yhä kasvaviin turvallisuutta koskeviin vaatimuksiin. Kansainvälinen rautatieliikenteen ohjaus lisääntyy koko ajan etenkin EU:n taholta. Määräysten valmisteluun tarvitaan kotimaisten rautatiealan toimijoiden aktiivista otetta, jotta Suomen erityisolosuhteet tulevat huomioon otetuiksi.

Rautatiekuljetukset ovat osa laajempia toimitusketjuja. Toimitusketjun turvallisuuteen tullaan tulevaisuudessa kiinnittämään yhä enemmän huomiota. Kokonaisvaltaisen turvallisuuden hallitsemisen eteen tehdään parhaillaan töitä ja asiaan liittyen ollaan käynnistämässä standardisointiprojektia *Toimitusketjun Turvallisuus (Supply Chain Security)*. Standardisointiprojektin tarkoituksena on laatia eurooppalainen standardi toimintakuntoisen toimitusketjun turvallisuuden hallinnasta ja turvatoimista. Päämääränä projektissa on tehokkaampien toimien määrittäminen riskille sen kolmiportaisessa luokituksessa, menetelmän kehittäminen toimitusketjun haavoittuvuuden arviointiin toimitusketjun toimijoille sekä antaa alalle mahdollisuus kehittää yksilöllisesti toteutettuja ja kustannustehokkaita turvatoimia. Tarkoituksena on parantaa turvallisuutta toimitusketjussa eli turvata eri kuljetusmuotojen, toimijoiden ja julkishallinnon linkittyminen mahdolliset haavoittuvuudet infrastruktuurissa huomioon ottaen. (Supply Chain Security 2007)

Tulevaisuuden haasteena on myös kuljetus- ja toimintavarmuus. Avainkysymys on, miten automaation käytettävyyttä ja tekniikan toimivuutta saadaan parannettua. Haavoittuvuuden hallinta on haasteellista ja tällä hetkellä liikenteenohjauksen järjestelmien heikkoutena on, että ongelman syntyessä järjestelmä pysähtyy kokonaan. Radan peruskorjauksissa ja huoltotöissä ohjeiden mukainen toiminta on tärkeää turvallisuuden kannalta. Myös tiedon kululla on turvallisuuden kannalta merkittävä rooli, jotta tiedetään, mitä missäkin vaiheessa tapahtuu.

Rautateiden kapasiteetin riittävyys ja rataverkon hallinta tulevaisuudessa on yksi haaste. Kapasiteetin riittämättömyys on rautatieliikenteen kilpailun suurin este. Rautatieliikenne koetaan myös jäykäksi, mikä on kuljetusten antajan kannalta ongelma. Rautatieliikenteen hallintaa uudistetaan tällä hetkellä. Muutosprosessi on aina haasteellinen ja siihen liittyy monia riskejä. Kaikkiin hankkeisiin ja muutosprosesseihin pitäisi saada riskianalyysit. Ennen kuin muutosta viedään eteenpäin, olisi hyvä tietää muutokseen liittyvät riskit. Riskienhallintaa tulisi korostaa tulevaisuudessa entisestään. Tulevaisuuden haasteena on eurooppalaisen normin implementoiminen Suomeen. Riskienhallinnan tulisi näkyä koko sektorilla. Määräyskeskeisestä toiminnasta tulisi päästä riskit tiedostavaan toimintaan. Esimerkiksi radan rakentamisessa ei pelkästään riitä, että noudatetaan määräyksiä, vaan myös riskit tulee tiedostaa.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

### **Rautateiden turvallisuuden kehittämisessä kuljetuksia ei ole tarkasteltu kokonaisuutena**

Rautateiden turvallisuus on eri toimijoiden yhteispeliä. Turvallisuuden kehittäminen on kaikkien etu ja se koetaan tärkeäksi arvoksi. Arvoksi, johon halutaan panostaa ja sitouttaa ihmisiä. Turvallisuus rautateilla on ajankohtainen ja pinnalla oleva asia. Rautatieliikenteen turvallisuudesta ja sen kehittämisestä löytyy maailmalta melko paljon tutkimuksia. Kansainvälisissä yhteyksissä rautatieliikenteen turvallisuus viittaa kuitenkin usein vain henkilöliikenteen turvallisuuteen. Pelkästään tavaraliikennettä tai kuljetuksia käsitellään harvemmin. Tavaraliikenteen puolella turvallisuuskeskustelu painottuu usein vaarallisten aineiden kuljetuksiin. Vaarallisten aineiden kuljetuksia onkin tutkittu paljon, ja niistä on myös tehty paljon riskianalyysyjä. Tavarakuljetukset ovat kuitenkin paljon muutakin kuin vain vaarallisten aineiden kuljetuksia.

### **Rautatiealalta puuttuvat vielä yhtenäiset riskienhallintamenetelmät**

Rautatiekuljetusten turvallisuus Suomessa on suhteellisen hyvällä tasolla. Turvallisuus on moniulotteinen käsite ja keskeisenä osana kokonaisvaltaiseen turvallisuusjohtamiseen kuuluu riskienhallinta. Yleiset riskien hallinnan periaatteet ja turvallisuusjohtamisen lainalaisuudet pätevät myös rautatiekuljetusten puolelle. Yleinen ongelma rautatiealalla on yhtenäisten riskienhallintamenetelmien puute Euroopan tasolla. Niille nähdään kuitenkin olevan tarvetta. Parhaillaan EU-tasolla kehitetään riskienhallintaan yhtenäisiä yleisen tason ohjeita, jotka on tarkoitus implementoida jokaiseen EU-maahan ja siten myös Suomen rautatieliikenteeseen. Riskienhallinnan ohjeisiin sisältyvät yhtenä osana rautatiekuljetukset.

### **Rautatiekuljetuksille tulisi kehittää omia riskianalyysimenetelmiä**

Varsinaisia erillisiä riskianalyysimenetelmiä rautatiekuljetuksiin ei ole olemassa, vaan riskianalyysit suoritetaan käyttäen tavallisia riskianalyysimenetelmiä. Näitä ovat esimerkiksi potentiaalisten ongelmien analyysi (POA), toimintovirheanalyysi (TVA), poikkeamatarkastelu (HAZOP), työn turvallisuusanalyysi (TTA) ja erilaiset asiantuntijoiden ideariihet. Rautatiekuljetuksille tulisi kehittää omia riskianalyysimenetelmiä, joissa tarkastellaan järjestelmällisesti koko kuljetusketjuja. Yleiset riskianalyysimenetelmät ovat käyttökelpoisia, mutta ne eivät suoraan sovellu kovin hyvin rautatiekuljetusten riskien ja vaarojen tunnistamiseen. Yleisistä riskienhallintamenetelmistä tulisi jalostaa oma menetelmä rautatiekuljetusten piiriin. Yksi yksittäinen menetelmä ei välttämättä tuo esille riittävästi vaaratekijöitä, joten menetelmiä tarvitaan useita. Riskien tunnistamiseen ja analysointiin voisi alan ulkopuolelta löytyä hyviä sovellettavia innovaatioita.

Muutamien Euroopan maiden katsauksen perusteella voidaan sanoa, että ohjeita ja määräyksiä riskienhallintaan on olemassa, mutta yksityiskohtaisempia konkreettisia käytännön menetelmiä ohjeet eivät tarjoa. Esimerkiksi Norjan riskianalyysimallista löytyy yleiset puitteet ja periaatteet, mutta siitä puuttuu käytännön konkreettinen ohjeistus, miten riskien arvioiminen ja tunnistaminen tulisi toteuttaa. VR:llä on kehitetty menettelyohje junaturvallisuusriskien hallintaan, ja se on koettu toimivaksi ja riittäväksi.

Rautatiekuljetusten riskienhallintajärjestelmän tulisi painottua tietyn tyyppisten riskien hallintaan. Henkilöliikenteelle ja tavaraliikenteelle tulisi molemmille olla omat järjestelmänsä. Ongelmana on kuitenkin, että kun koko junaliikenteelle ei vielä ole olemassa yhtenäistä riskienhallintajärjestelmää, myöskään tavaraliikenteelle ei ole mietitty omaa riskienhallintaa.

### **Rautatieliikenteen onnettomuudet kattavat vain osan kuljetusten kannalta vaarallisista tapahtumista**

Tässä selvityksessä riskien tunnistamiseen käytettiin onnettomuustilastojen analysointia. Onnettomuustutkintaselvitykset eivät kuitenkaan sovellu tavarakuljetusten riskien analysointiin kovinkaan hyvin, sillä suurin osa tutkintaraporteista käsittelee liikenteenhoitoon liittyviä asioita ja liikenteenohjauksen ongelmia.

Tutkimuksen mukaan keskeiset riskit tavarakuljetusten puolella liittyvät tavarankuormaukseen ja tavarankuormituksen vaurioitumiseen. Tavara voi vaurioitua lastauksen ja purun yhteydessä, virheellisen kuormituksen seurauksena tai sääolosuhteiden vaikutuksesta. Tavarankuormituksen vaurioituminen ei välttämättä suoraan vaikuta tavaraliikenteen turvallisuuteen, kun taas virheellinen kuormitus on monen riskin ja onnettomuuden alkutapahtuma tai välittävä tapahtuma. Kuljetuksen aikana tavara voi päästä liikkumaan, konttien ovet voivat aueta, kuormituksen kiinnitys voi pettää, kuormapeite voi irrota tai kuljetettava tavara voi pudota matkan aikana kyydistä. Kuljetuskalustoon ja rataan liittyvät riskit ovat myös tavarakuljetuksissa konkreettisia vaaran lähteitä.

### **Tavaraliikenteen onnettomuudet kytkeytyvät pääosin vaihtotyöhön ja työturvallisuuteen**

Ratapihat ja toiminta terminaaleissa ja logistiikkakeskuksissa aiheuttavat myös omat vaaratilanteensa. Suurin osa tavarakuljetusten onnettomuuksista ja vaaratilanteista tapahtuvat juuri ratapihoilla, joissa vaunuja siirretään ja vaihdetaan ja tavaraa kuormataan. Lastaus- ja purkuvälineiden kunto on myös tärkeä asia. Työturvallisuus ja työtapaturmat koskettavat läheisesti tavarakuljetuksia kuljetusketjun joka vaiheessa. Tietoon liittyviin riskeihin tulee myös kiinnittää huomiota, sillä kuljetustiedon joutuessa vääriin käsiin, voi riski konkretisoitua onnettomuutena tai vaaratilanteena missä tahansa kuljetusketjun osaa. Tavarakuljetuksia koskevat myös muut tavanomaiset riskit kuten törmäykset, vaunujen suistumiset, tulipalot ja ilkivalta. Ilkivalta ilmenee esimerkiksi radoille jätettyinä esineinä.

### **Rautatiekuljetusten riskien analysointia tulee kehittää ja systematisoida**

Tutkimuksen perusteella riskien analysointimenetelmille on kysyntää ja riskejä tulisi analysoida ja kartoittaa yhä enemmän. Rautatiekuljetuksiin tarvitaan menetelmät sekä yksittäisen kuljetuksen että koko kuljetusketjun, myös yhdistettyjen kuljetusten, turvallisuuden arviointiin.

Selvityksen edetessä syntyi myös ajatuksia mahdollisista jatkotutkimusaiheista. Keskeisin jatkotutkimus on tavarakuljetusten turvallisuusriskien systemaattinen tarkastelu kattaen koko kuljetusketjun. Tällä hetkellä kuljetusketjun kokonaisriskienhallintaa, jossa olisi mukana eri alojen ihmisiä, ei ole tehty. Keskeisten alan toimijoiden ja

viranomaisten haastatteluiden lisäksi riskeihin saadaan kattavampi näkökulma case-tutkimusten avulla. Haastattelemalla teollisuusyrityksiä ja huolintayrityksiä saadaan tietoa läheltä piti -tilanteista, vaaratilanteista rautatievaunujen kuormauksessa ja tavaroihin kohdistuneista riskeistä. Riskejä voisi tunnistaa käyttäen pohjana esimerkiksi tarkistuslistaa tai prosessikuvausmenetelmää. Myös muiden maiden onnettomuustilastojen tarkempi tarkastelu voisi täydentää aihepiirin tietämystä. Keskeinen jatko-tutkimusaihe on myös rautatiekuljetusten riskianalyyssimenetelmän kehittämismahdollisuuksien selvittäminen meneillä olevat kehityshankkeet huomioon ottaen.

### **Rautatiekuljetusten ja logistisen ketjun turvallisuus ja riskienhallinta nivoutuvat saumattomasti toisiinsa**

Rautatiekuljetusten tarkastelu logistiikan näkökulmasta ja osana logistista ketjua nostaa seuraavia mielenkiintoisia turvallisuuteen liittyviä tutkimuskysymyksiä:

- Miten riskit muuttuvat tai mitä uusia riskejä syntyy, kun rautatielle tulee uusia toimijoita muilta toimialoilta?
- Mitä riskejä syntyy logistiikan kannalta, kun siirrytään kulkumuodosta toiseen?
- Mitkä ovat keskeiset riskit kuljetuksen siirrossa kuljetusmuodosta toiseen?
- Mitä riskejä liittyy logistiikkakeskuksiin, joissa yhtenä kuljetusmuotona on rautatie?
- Mitkä ovat keskeiset turvallisuuteen liittyvät riskit niissä kuljetusketjuissa, joissa rautatie on mukana?
- Miten rautatiekuljetusten logistiikkaa voidaan parantaa tehostamalla riskienhallintaa?
- Miten kuljetuksien riskienhallinnan kehittäminen vaikuttaa rautatiekuljetuksiin ja niiden logistiikkaan?
- Miten riskienhallinnan tehostamisella voidaan parantaa rautateiden kuljetusten turvallisuutta?

## LÄHTEET

Ala-Risku Mervi, Mattila Markku, Uusitalo Teuvo & Kivistö-Rahnasto Jouni. 1996. Riskin arviointi työolojen parantamisessa. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Turvallisuustekniikan laitos.

Balmer, Gery. 2007. RID 1.9 – Standardisierte Risikoanalyse: Erfahrungen BAV. Presentation. 44th Session of the Committee of Experts' on the Transport of Dangerous Goods. Report of the fourth session of the RID Committee of Experts' working group on standardized risk analysis. Bern-Ittingen 23 and 24 April 2007 (OTIF/RID/CE/2007/3). Saatavilla OTIF:n verkkosivuilta [[http://www.otif.org/otif/\\_epdf/dir\\_rid\\_2007/CE\\_2007-03\\_Annex\\_3\\_D.pdf](http://www.otif.org/otif/_epdf/dir_rid_2007/CE_2007-03_Annex_3_D.pdf)].

Banverket 2007. Olyckshantering på Banverket. [<http://www.banverket.se/sv/Amnen/Jarnvagen/Undersida-3-Jarnvagen/Olyckshantering-pa-Banverket.aspx>]. Viitattu 27.11.2007.

Bonomi, Daniel. 2007. Risikoanalysen gemäss der schweizerischen Störfallverordnung. Presentation. 44th Session of the Committee of Experts' on the Transport of Dangerous Goods. Report of the fourth session of the RID Committee of Experts' working group on standardized risk analysis. Bern-Ittingen 23 and 24 April 2007 (OTIF/RID/CE/2007/3). Saatavilla OTIF:n verkkosivuilta [[http://www.otif.org/otif/\\_epdf/dir\\_rid\\_2007/CE\\_2007-03\\_Annex\\_1\\_D.pdf](http://www.otif.org/otif/_epdf/dir_rid_2007/CE_2007-03_Annex_1_D.pdf)].

Directive 2004/49/EC. Directive 2004/49/EC of the European parliament and of the Council on safety on the Community's railways and amending Council Directive 95/18/EC on the licensing of railway undertakings and Directive 2001/14/EC on the allocation of railway infrastructure capacity and the levying of charges for the use of railway infrastructure and safety certification (Railway Safety Directive).

Direktiivi 2004/49/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/49/EY yhteisön rautateiden turvallisuudesta sekä rautatieyritysten toimiluvista annetun neuvoston direktiivin 95/18/EY ja rautateiden infrastruktuurikapasiteetin käyttöoikeuden myöntämisestä ja rautateiden infrastruktuurin käyttömaksujen perimisestä sekä turvallisuustodistusten antamisesta annetun direktiivin 2001/14/EY muuttamisesta (rautatieturvallisuusdirektiivi).

ERA 2007. Common Safety Methods / Common Safety Targets. European Railway Agency [[http://www.era.europa.eu/public/core/Safety/Pages/CSM\\_CST.aspx](http://www.era.europa.eu/public/core/Safety/Pages/CSM_CST.aspx)]. Page last modified 8.10.2007.

ERA 2007a. Guidance for use of the recommendation on the 1st set of CSM. Preliminary version. ERA Safety unit 16.11.2007.

Fletcher, Simon. 2007. Safety interfaces. UIC International Union of Railways, verkkosivut [[http://www.uic.asso.fr/download.php/securite/safety\\_interfaces.pdf](http://www.uic.asso.fr/download.php/securite/safety_interfaces.pdf)].

Hans-Heinrich Grauf. 2007. Ziele und Methodik der Untersuchung von gefährlichen Ereignissen im Eisenbahnbetrieb. Eisenbahn-Bundesamt. [[http://rzv113.rz.tu-bs.de/Bieleschweig/pdfB4/Bieleschweig4\\_Folien\\_Grauf.pdf](http://rzv113.rz.tu-bs.de/Bieleschweig/pdfB4/Bieleschweig4_Folien_Grauf.pdf)].

Hirsjärvi, Sirkka & Hurme H. 2001. Tutkimushaastattelu – Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino.

Iikkanen Pekka & Varjola Mika. 2002. Rataverkon tavaraliikenne-ennuste 2025. Ratahallintokeskus, liikennejärjestelmäyksikkö. Helsinki. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 7/2002. 68 sivua.

Jernbaneverket 2007. Jernbaneverkets sikkerhetshandbok. [[http://www.jernbaneverket.no/marked/levinfo/si\\_hb/](http://www.jernbaneverket.no/marked/levinfo/si_hb/)]. Viitattu 14.12.2007.

Kallberg, Veli-Pekka & Anila, Matti & Pajunen, Kirsi & Katajisto, Petteri & Hytönen, Jouni & Ruuhilehto, Kaarin. 2001. Rautatieliikenteen onnettomuusriskit ja turvaamistoimenpiteet. Helsinki: Ratahallintokeskus, 2001. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 13/2001. ISSN 1455-2604. ISBN 952-445-062-3.

Kallberg Veli-Pekka, Tuominen Risto, Rosqvist Tony, Sirkiä Ari & Hiljanen Harri. 2005. Tavarankuljetusten riskianalyyssimenetelmän kehittäminen. Liikenne- ja viestintäministeriö. Helsinki.

Kallberg Veli-Pekka, Tuominen Risto, Rosqvist Tony, Sirkiä Ari & Porthin Markus. 2006. Tavarankuljetusten riskinarviointityökalun prototyyppi. Rakenne ja toiminta. Liikenne- ja viestintäministeriö. Helsinki. 44 s.

Kuhn, Paul. 2007. Risikoanalysen Gefahrguttransporte. Erfahrungen bei der SBB. Presentation. 44th Session of the Committee of Experts' on the Transport of Dangerous Goods. Report of the fourth session of the RID Committee of Experts' working group on standardized risk analysis. Bern-Ittingen 23 and 24 April 2007 (OTIF/RID/CE/2007/3). Saatavilla OTIF:n verkkosivuilta [[http://www.otif.org/otif/\\_epdf/dir\\_rid\\_2007/CE\\_2007-03\\_Annex\\_4\\_D.pdf](http://www.otif.org/otif/_epdf/dir_rid_2007/CE_2007-03_Annex_4_D.pdf)].

Kuusela Hannu & Ollikainen Reijo. 1999. Riskit ja riskienhallinta. Riskien tunnistaminen, vähentäminen ja siirtäminen. Tampere University Press. 290 s.

Laki 373/1985. Laki onnettomuuksien tutkinnasta (373/1985).

Laki 719/1994. Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/1994).

Laki 113/1999. Raideliikennevastuulaki (113/1999).

Laki 1119/2000. Rautatiekuljetuslaki (1119/2000).

Laki 1167/2004. Laki rautatiejärjestelmän liikenneturvallisuustehtävistä (1167/2004).

Laki 555/2006. Rautatielaki. (555/2006).

Miettinen-Bellevergue Seija & Virtanen Liisa. 2007. Vaarallisten aineiden kuljetus rautateilla 2007 sekä merellä ja ilmassa. Ykkös-Offset Oy. Vaasa. 1146 s.

Mäkelä, Tommi. 2008. Perussolmuratapihojen merkitys ja näkymät osana kuljetusjärjestelmää. Helsinki: Ratahallintokeskus 2008. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 5/2008. ISSN 1455-2604. ISBN 978-952-445-222-9.

Mäkelä, Tommi & Tanhuamäki, Mikko. 2004. Lähtökohtia ratapihojen kapasiteetin mittaamiseen. Helsinki: Ratahallintokeskus, 2004. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 10/2004. ISSN 1455-2604. ISBN 952-445-116-6.

Niemimuukko Heidi. 2004. Rautatieliikenteen turvallisuus. Luentokalvot 12.11.2004. TKK.

Nieuwenhuis, Drewin. 2006. Common safety methods. The view of the industry. UNIFE. ERA Safety Conference 2006 [[http://www.era.europa.eu/public/core/Safety/Pages/Safety\\_conference.aspx](http://www.era.europa.eu/public/core/Safety/Pages/Safety_conference.aspx)].

Onnettomuustutkintakeskus 1997. Tavarajunan suistuminen kiskoilta Nokialla 9.6. ja Pieksämäellä 10.6.1996. Tutkintaselostus B 1/1996 R ja B 2/1996 R. ISSN 1239-5315. ISBN 951-53-1511-5.

Onnettomuustutkintakeskus 2004. Vaihtotyöyksikön ja kurottajan törmäys Helsingin Länsisatamassa 29.6.2004. Tutkintaselostus C 8/2004 R.

Onnettomuustutkintakeskus 2007. Vaihtotyöonnettomuus Joensuun ratapihalla 2.2.2007. Tutkintaselostus C 1/2007 R.

Onnettomuustutkintakeskus 2008a. Toiminta-ajatus. [<http://www.onnettomuustutkinta.fi/2497.htm>]. Viitattu 3.2.2008.

Onnettomuustutkintakeskus 2008b. Raideliikenne. [<http://www.onnettomuustutkinta.fi/2597.htm>]. Viitattu 3.2.2008.

Onnettomuustutkintakeskus 2008c. Onnettomuustutkintakeskuksen verkkosivut [<http://www.onnettomuustutkinta.fi/>]. Viitattu 20.2.2008.

Pajunen Kirsi & Niemimuukko Heidi. 2003. Rautatieliikenteen onnettomuuksien ja vaaratilanteiden raportoinnin kehittäminen. Ratahallintokeskus. Helsinki. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 3/2003. 33 s ja liite. ISBN 952-445-085-2, ISSN 1455-2604.

RAIB 2008. The Rail Accident Investigation Branch. About us. [[http://www.raib.gov.uk/about\\_us/index.cfm](http://www.raib.gov.uk/about_us/index.cfm)]. Viitattu 24.1.2008.

Ratahallintokeskus 2004. Tavaraliikenteen ratapihavisio ja -strategia 2025. Helsinki: Ratahallintokeskus, 2004. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 1/2004. ISSN 1455-2604. ISBN 952-445-094-1.

Ratahallintokeskus 2005. Junaturvallisuussääntö (Jt). Voimassa 5.6.2005 alkaen.

Ratahallintokeskus 2006. Rautatieliikenne 2030. Radanpidon pitkän aikavälin suunnitelma. Helsinki: Ratahallintokeskus, 2006. Ratahallintokeskuksen strategioita ja selvityksiä 2/2006. ISSN 1795-7540. ISBN 952-445-155-7.

Ratahallintokeskus 2007a. Turvallisuus. Turvallisuusjohtamisjärjestelmä. [[http://www.rhk.fi/ymparisto\\_ja\\_turvallisuus/turvallisuus/](http://www.rhk.fi/ymparisto_ja_turvallisuus/turvallisuus/)].

Ratahallintokeskus 2007b. Vuosikertomus 2006.

Ratahallintokeskus 2007c. Turvallisuuspoikkeaminen käsittely. Ohje. Voimassa 30.11.2007 alkaen.

Ratahallintokeskus 2007d. Turvallisuussuunnitelmien laadinta. Ohje. Voimassa 30.11.2007 alkaen.

Ratahallintokeskus 2007e. Ratatekniset ohjeet (RAMO). Osa 6 Turvalaitteet. Voimassa 3.9.2007 alkaen.

Ratahallintokeskus 2008. Ratahallintokeskuksen verkkosivut [<http://www.rhk.fi/>]. Viitattu 20.2.2008.

Rautatievirasto 2007a. Päätös RVI/1554/412/2007. Liittyen: Junaturvallisuussääntöön liittyvät tekniset määräykset ja ohjeet (Jtt).

Rautatievirasto 2007b. Yhteiset turvallisuustavoitteet 2007–2010. Rautatievirasto 24.1.2007.

Rautatievirasto 2008a. Junaturvallisuussääntöön liittyvät tekniset määräykset ja ohjeet (Jtt). 10. muutettu painos. Helsinki: Rautatievirasto, 2008.

Rautatievirasto 2008b. Rautatieviraston verkkosivut [<http://www.rautatievirasto.fi/>]. Viitattu 20.2.2008.

Rautatievirasto 2008c. Rautatieviraston määräykset korvaavat JT:n ja JTT:n. Virastouutisia 31.10.2008 [<http://www.rvi.fi/fi/virastouutisia/?a=show&id=79>].

Rouhiainen 1988. Turvallisuus- ja riskianalyysin laadun arviointi. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tutkimuksia 517. Espoo.

RSSB 2007. Rail Safety and Standards Board. 2007. The Railway Strategic Plan 2008–2010. [[http://www.rssb.co.uk/safety/safety\\_strategies/rssp.asp](http://www.rssb.co.uk/safety/safety_strategies/rssp.asp)]. Viitattu 24.1.2008.

RSSB 2007a. Rail Safety and Standards Board. 2007. Safety Information Strategy. [<http://www.rssb.co.uk/safety/spr/sis.asp>]. Viitattu 24.1.2008.

RSSB 2007b. Rail Safety and Standards Board. Risk Assessment Guidance. [<http://www.rssb.co.uk/safety/spr/rag.asp>]. Viitattu 24.1.2008.



RSSB 2007c. Rail Safety and Standards Board. 2007. Safety Management Information System (SMIS) [<http://www.rssb.co.uk/safety/spr/smis.asp>]. Viitattu 24.1.2008.

RSSB 2007d. Rail Safety and Standards Board. 2007. Safety Risk Model. [<http://www.rssb.co.uk/safety/spr/srmodel.asp>]. Viitattu 24.1.2008.

SAMNET 2006. SAMNET Safety management and interoperability thematic network for railway systems. SAMRAIL Safety management in railways. Verkkosivut [<http://samnet.inrets.fr/>]. Päivitetty 30.11.2006.

SAMRAIL Consortium 2003. Analysis of existing approaches. European Commission fifth framework programme SAMRAIL. SAMRAIL/TIFSA/JF/WP2.1/D2.1.1/V4. 28 October 2003. Saatavilla INRETSin verkkosivuilta [[http://samnet.inrets.fr/SAMNET-SAMRAIL/PublicDocuments/Deliverables/SAMRAIL\\_D2.1.1\\_V4.pdf](http://samnet.inrets.fr/SAMNET-SAMRAIL/PublicDocuments/Deliverables/SAMRAIL_D2.1.1_V4.pdf)].

SAMRAIL Consortium 2004. Acceptable risk level. European Commission fifth framework programme SAMRAIL. SAMRAIL/DB/PM/WP2.4/V1.0. 23 June 2004. Saatavilla INRETSin verkkosivuilta [[http://samnet.inrets.fr/SAMNET-SAMRAIL/PublicDocuments/Deliverables/SAMRAIL\\_D2.4.1\\_V1.pdf](http://samnet.inrets.fr/SAMNET-SAMRAIL/PublicDocuments/Deliverables/SAMRAIL_D2.4.1_V1.pdf)].

SAMRAIL Consortium 2004a. Guidelines for the safety management system. European Commission fifth framework programme SAMRAIL. SAMRAIL/SM/D2.2.2/V3.0. 20 May 2004. Saatavilla INRETSin verkkosivuilta [[http://samnet.inrets.fr/SAMNET-SAMRAIL/PublicDocuments/Deliverables/SAMRAIL\\_D2.2.2\\_V3.pdf](http://samnet.inrets.fr/SAMNET-SAMRAIL/PublicDocuments/Deliverables/SAMRAIL_D2.2.2_V3.pdf)].

Supply Chain Security. 2007. Standardointiprojekti toimitusketjun turvallisuus. Standard development. Operational supply chain security management and measures. CEN/BT TF 199 N009.

Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliitto. 2001. Ovatko yrityksesi tietoriskit hallinnassa? Käytännön tietoturvallisuusopas PK-yrityksille. Uudistettu laitos. [<http://www.ek.fi/ytnk/pdf/tietoturva.pdf>]. Viitattu 20.2.2008.

The Yellow Book 2007. Engineering Safety Management. The Yellow Book. Volume 1 and 2. Fundamentals and Guidance. Issue 4. 2007. Rail Safety and Standards Board. [[http://yellowbook-rail.org.uk/site/the\\_yellow\\_book/yellow\\_book\\_volland2\\_issue4.pdf](http://yellowbook-rail.org.uk/site/the_yellow_book/yellow_book_volland2_issue4.pdf)]. Viitattu 18.2.2008

The Yellow Book 2008. The Yellow Book. Engineering Safety Management. 2008. [<http://www.yellowbook-rail.org.uk/site/contents.html>]. Viitattu 20.2.2008.

Tilastokeskus. 2007. Suomen tilastollinen vuosikirja 2007. 102. vuosikerta. Helsinki. 714 s.

VR 2003. Vuosikertomus 2002.

VR 2007. Vuosikertomus 2006.

VR 2007a. Junaturvallisuusriskien hallinta VR-konsernissa. Voimassa 1.12.2007 alkaen.

VR Cargo 2006. VR Cargo kuormausohjeet. Versio 2.2. Päivitetty 1.12.2006. Saatavilla VR:n verkkosivuilta [[http://www.vrcargo.fi/asiakkaan\\_opas/kuormausohjeet.shtml](http://www.vrcargo.fi/asiakkaan_opas/kuormausohjeet.shtml)].

VR-Yhtymä 2006. VR-konsernin verkkosivut. Turvallisuus on VR:n tärkein arvo. [<http://www.vr-konserni.fi/index/Vastuullistatoimintaa/Turvallisuus.html>]. Viitattu 20.2.2008.

VRKK-työryhmä. Pennanen Hannu (pj) & Kouhia Pekka (siht.). 2006. Turvallisuustehtävien koulutus rautatiealalla. VR-Koulutuskeskus-työryhmän ehdotus. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 27/2006. Helsinki. 30 s.

VTT 2008. Riskianalyysit. [verkkodokumentti]. Saatavissa: [[http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit\\_maaritelmia.jsp](http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit_maaritelmia.jsp)]. Viitattu 17.1.2008.

Yritysturvallisuus EK. 2005. Yritysturvallisuuden osa-alueet. [<http://www.ek.fi/ytnk/yritysturvallisuus/index.php>]. Viitattu 17.1.2008.

### **Muuta aiheeseen liittyvää kirjallisuutta**

Bubbico, Roberto & Maschio, Giuseppe & Mazzarotta, Barbara & Milazzo, Maria Francesca & Parisi, Ettore. 2006. Risk management of road and rail transport of hazardous materials in Sicily. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 19. p. 32–38.

Davies, Hilary & Walters, Megan. 1998. Do all crises have to become disasters? Risk and risk mitigation. *Property Management*. Volume 16. Number 1. MCB University Press. p. 5–9.

Gheorghe, Adrian V. & Birchmeier, Jürg & Vamanu, Dan & Papazoglou, Ioannis & Kröger, Wolfgang. 2005. Comprehensive risk assessment for rail transportation of dangerous goods: a validated platform for decision support. *Reliability Engineering & System Safety* 88. p. 247–272.

Gilckman, Theodore S. & Erkut, Erhan. 2007. Assessment of hazardous material risks for rail yard safety. *Safety Science* 45. p. 813–822.

Glickman, Theodore S. & Erkut, Erhan & Zschocke, Mark S. 2007. The cost and risk impacts of rerouting railroad shipments of hazardous materials. *Accident Analysis & Prevention*. Elsevier Ltd. 11 p.

Godoy, S.M. & Santa Cruz, A.S.M. & Scenna N.J. 2006. STRRAP system – A software for hazardous materials risk assessment and safe distances calculation. *Reliability Engineering & System Safety* 92. Elsevier Ltd. p. 847–857.

Holmgren, Mattias. 2005. Maintenance-related losses at the Swedish Rail. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. Vol 11. No 1. p. 5–18.

Karhu, Antti. 2006. Rataverkon hallinnoinnin turvallisuusjohtamisjärjestelmä. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. 65 s.

Kettunen, Sari. 1998. Kemikaalikuljetusten vaikutukset ratapihojen maaperään ja pohjavesiin. Liikenneministeriö. Helsinki.

Kurri, Jari & Peltola, Vesa & Sirkiä, Aki. 1998. Rautateiden tavarakuljetusten laatutekijät. Ratahallintokeskus. Kehittämisyksikkö. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 3/1998. 49 s.

Lautkaski, Risto & Virolainen, Kimmo. 2002. Ratapihojen sammutusvalmius. Liikenne- ja viestintäministeriö. Helsinki.

Liikenneministeriö. Ratapihaohje. 1994. Liikenneministeriö.

Luhtanen, Raimo. 1995. Vaarallisten aineiden kuljetus rautateillä. Painatuskeskus. Helsinki.

Miettinen, Seija & Virtanen, Liisa. 2005. Vaarallisten aineiden kuljetus rautateillä 2005 sekä merellä ja ilmassa. Celero Publications. Vantaa.

Petäjä-Ronkainen, Anne. 1995. Pohjavesien tila ja pilaantumisriski transitokuljetusreitillä Vainikkala–Kotka/Hamina varrella. Vesi- ja ympäristöhallitus: Kymen vesi- ja ympäristöpiiri, jakaja. Helsinki; Kouvola.

Ratapihatyöryhmä. 1993. Ehdotus kemikaaliratapihoja koskevaksi ohjeeksi. Liikenneministeriö. Helsinki.

Rautatieonnettomuuksia ja vaaratilanteita. 2/2006. Onnettomuustutkintakeskus.

**HAASTATELLUT ASIAANTUNTIJAT**

Alen, Hannu, yli-insinööri, sosiaali- ja terveysministeriö	23.11.2007
Haapala, Pentti, ylitarkastaja, Ratahallintokeskus	5.11.2007
Helislahti, Kari, turvallisuuskoordinaattori, VR-Yhtymä Oy	19.11.2007
Leinonen, Mira, johtava asiantuntija, Rautatievirasto	9.11.2007
Poutiainen, Yrjö, turvallisuusjohtaja, VR-Yhtymä Oy	10.4.2008
Värttiö, Esko, johtava tutkija, Onnettomuustutkintakeskus	14.11.2007

## RAUTATIEKULJETUSTEN ONNETTOMUUDET JA VAARATILANTEET SUOMESSA 1996-2007

(Lähde: Onnettomuustutkintakeskus)

Tutkinta- selostus	Liikennöintimuoto			Vaunut			Onnettomuus/vaaratilannetyyppi			
	Juna- liikenne	Vaihtotyö	Ratatyö	Kuor- massa	Tyhjiä	VAK	Suistu- minen	Törmäys	Työtapa- turma	Vaara- tilanne
C 1/1996 R		x			x			x		
C 4 /1996 R		x					x			
C 5 /1996 R		x		x		x	x			
B 1/1996 R	x			x			x			
B 2/1996 R	x			x			x			
C 9/1996 R		x		x		x	x			
C10/1996 R	x			x						x
C11/1996 R		x			x				x	
C13/1996 R		x		x	x	x	x			
C14/1996 R		x		x		x	x			
C15/1996 R		x					x			
C16/1996 R								x		
C17/1996 R		x		x				x		
C18/1996 R		x		x		x	x			
C19/1996 R	x			x				x		
C21/1996 R		x			x	x	x			
C23/1996 R	x			x		x	x			
C24/1996 R		x		x			x			
C 1/1997 R		x							x	
C 2/1997 R	x				x		x			
C 3/1997 R		x								x
C 6/1997 R		x			x	x	x			
C 6/1997 R		x			x	x	x			
C 7/1997 R		x			x			x		
C 8/1997 R		x			x	x	x			
C10/1997 R		x			x	x		x		
C12/1997 R	x									x
C16/1997 R		x			x		x		x	
C15/1997 R		x			x	x	x			
C17/1997 R		x		x		x	x			
C 19/1997 R	x				x		x			
C23/1997 R	x			x			x			
C24/1997 R	x			x						x
C27/1997 R	x			x	x					x
C31/1997 R			x	x						x
C35/1997 R		x			x			x	x	
C36/1997 R	x			x			x			
C37/1997 R	x						x			
C 2/1998 R	x			x						x
C 3/1998 R		x		x	x		x	x		
C 4/1998 R	x	x		x				x		
C 6/1998 R	x			x						x
C10/1998 R	x			x	x					x
C12/1998 R	x			x						x
B 1/1998 R	x			x	x			x		
C13/1998 R		x		x		x	x			

Tutkinta- selostus	Liikennöintimuoto			Vaunut			Onnettomuus/vaaratilannetyyppi			
	Juna- liikenne	Vaihtotyö	Ratatyö	Kuor- massa	Tyhjiä	VAK	Suistu- minen	Törmäys	Työtapa- turma	Vaara- tilanne
C16/1998 R	x			x	x		x			
C17/1998 R	x			x		x	x			
C 2/1999 R	x			x			x			
C 3/1999 R	x			x		x	x			
C 5/1999 R	x			x			x			
C 6/1999 R	x			x		x	x			
C 7/1999 R	x			x			x			
C12/1999 R		x		x					x	
C13/1999 R	x			x		x				x
C14/1999 R		x		x		x	x			
C 1 /2000 R		x		x		x	x			
C 2 /2000 R		x			x				x	
C 3 /2000 R	x			x			x			
C 4 /2000 R	x			x			x			
C 5 /2000 R			x		x			x	x	
C 6 /2000 R		x				x			x	
C 7 /2000 R		x				x		x	x	
C 8 /2000 R										
C 9 /2000 R		x		x		x	x			
C 3 /2001 R	x			x			x			
C 4 /2001 R	x			x			x			
C 7/2001 R	x						x			
C 10/2001 R										
C 11/2001 R										
C 12/2001 R										
C 2/2002 R	x			x		x				x
C 3/2002 R	x						x	x		
C 4/2002 R	x			x			x			
C 5/2002 R	x			x			x			
C 7/2002 R		x		x		x		x		
C 10/2002 R		x		x		x		x		
C 1/2003 R		x		x		x	x			
C 3/2003 R	x			x			x			
C 4/2003 R	x				x		x			
C 5/2003 R	x			x			x			
C 6/2003 R		x		x				x		
C 7/2003 R	x			x			x			
C 9/2003 R	x			x			x			
C 10/2003 R		x		x		x		x		
C 2/ 2004 R		x		x		x	x			
C 3/2004 R	x			x			x			
C 4/2004 R	x			x			x			
C 5/2004 R		x				x	x			
C 6/2004 R		x		x		x	x			
C 8/2004 R		x						x		
C 9/2004 R		x							x	
C 10/2004 R	x			x			x			
C 1/2005 R	x			x				x		

Tutkinta- selostus	Liikennöintimuoto			Vaunut			Onnettomuus/vaaratilannetyyppi			
	Juna- liikenne	Vaihtotyö	Ratatyö	Kuor- massa	Tyhjiä	VAK	Suistu- minen	Törmäys	Työtapa- turma	Vaara- tilanne
C 3/2005 R	x			x			x			
C 4/2005 R	x			x			x			
C 5/2005 R	x				x		x			
C 6/2005 R		x		x		x	x			
C 7/2005 R	x				x		x			
C 8/2005 R	x				x	x	x			
C 9/2005 R		x			x		x		x	
C 1/2006 R	x						x			
C 2/2006 R	x			x			x	x		
C 3/2006 R	x			x			x			
C 4/2006 R		x						x	x	
C1/2007R		x		x		x			x	
C2/2007R	x				x		x			
C4/2007R	x			x			x			
C5/2007R	x			x			x			
C6/2007R		x		x		x	x			
C7/2007R		x		x		x	x			
Yhteensä	56	49	2	70	27	36	70	21	13	12

## RATAHALLINTOKESKUKSEN JULKAISUJA A-SARJASSA

- 1/2005 Sähköratamaadoitusten perusteet – suojarakenteet, rakennukset ja laiturirakenteet
- 2/2005 Kerava–Lahti-oikoradan ennen–jälkeen vaikutusarviointi, ennen–vaiheen selvitys
- 3/2005 Ratatietojen kuvaaminen – ratatietokanta ja verkkoselostus
- 4/2005 Kaakkois-Suomen rataverkon tavaraliikenteen kehittäminen
- 1/2006 Ratahallintokeskuksen tutkimus- ja kehittämisstrategia
- 2/2006 Rautatie ja sen vaarat osana lasten ympäristöä
- 3/2006 Matkustajainformaatiojärjestelmien arviointi Tampereen, Toijalan ja Hämeenlinnan rautatieasemilla
- 4/2006 Radan välityskyvyn mittaamisen ja tunnuslukujen kehittäminen
- 5/2006 Deformation behaviour of railway embankment materials under repeated loading
- 6/2006 Research and Development Strategy of the Finnish Rail Administration
- 7/2006 Rautatieliikenne 2030 -suunnitelman lähtökohdat ja vaikutustarkastelut
- 8/2006 Vanhojen, paalutettujen ratapenkereiden korjaus
- 9/2006 Ratarakenteessa käytettävien kalliomurskeiden hienoneminen ja routimisherkyys
- 10/2006 Radan stabiiliteetin laskenta, olemassa olevat penkereet  
Kirjallisuustutkimus ja laskennallinen tausta-aineisto
- 11/2006 Rautatieinfrastruktuurin kehitystarpeet suuryksikkökuljetusten yleistyessä
- 12/2006 Pasilan aseman esteettömyyskartoitus ja toimenpideohjelma
- 1/2007 Akselipainon noston tekniset edellytykset ja niiden soveltuminen  
Luumäki–Imatra-rataosuudelle
- 2/2007 Radan kulumisen rajakustannukset 1997–2005
- 3/2007 Marginal Rail Infrastructure Costs in Finland 1997–2005
- 4/2007 Ratarakenteen kuormituksen määrittäminen stabiiliteettitarkasteluihin
- 5/2007 Pohjois-Suomen rataverkon tavaraliikenteen kehittäminen
- 6/2007 Suomen rataverkon tärinäselvitys.  
Kirjallisuuskatsaus ja tärinäkohteet vuosina 2000–2006
- 7/2007 Luvattomien radanylitysten välttäminen
- 8/2007 Maatutkatekniikan hyödyntäminen radan tukikerroksen kunnon arvioinnissa
- 9/2007 Markkinoilletulo ja rautatiemarkkinoiden muutos kotimaisen tavaraliikenteen avautuessa kilpailulle Suomessa
- 10/2007 Rautatieliikenne 2030 -suunnitelman liikenne-ennusteet
- 11/2007 Logistiikkakeskusten tie- ja ratayhteydet
- 1/2008 Aikataulusuunnittelu ja rautatieliikenteen täsmällisyys
- 2/2008 Rautatieliikenteen simuloinnin merkitys ratakapasiteettihakemusten yhteensovittamisessa
- 3/2008 Rautateiden liikkuvan kaluston kunnon valvonta runkoverkolla
- 4/2008 Raakapuukuljetusten tulevaisuuden haasteet
- 5/2008 Perussolmuraapihojen merkitys ja näkymät osana kuljetusjärjestelmää
- 6/2008 Tasoristeysten kansirakenteet
- 7/2008 Ratojen alusrakenteissa käytettyjen materiaalien routimisherkyys
- 8/2008 Kolarin seudun kaivos Hankkeet
- 9/2008 Rataverkon pohjavesialueiden riskienhallinnan kehittäminen
- 10/2008 Rautatieliikenteen pitkän aikavälin suunnitteluprosessin kehittäminen
- 11/2008 Rautatieliikenteen häiriöiden analysoinnin kehittäminen
- 12/2008 Junan pyörävikojen havainnointi raiteeseen asennetulla mittalaitteella
- 13/2008 A Collaborative Process of Product Lifecycle Management for Railway Signalling Infrastructure
- 14/2008 Rataverkon jatkosähköistyksen hankearvioinnin päivitys
- 15/2008 Rautatieliikenteen täsmällisyyden mittaaminen
- 16/2008 Ilmastonmuutokseen sopeutuminen radanpidossa, esiselvitys
- 17/2008 Kehäradan kiintoraideselvitys





**RATAHALLINTOKESKUS  
BANFÖRVALTNINGSCENTRALEN**

Julkaisija:  
Ratahallintokeskus  
Kaivokatu 8, PL 185, 00101 Helsinki  
puh. 020 751 5111, fax 020 751 5100  
[www.rhk.fi](http://www.rhk.fi)

ISSN 1455-2604  
ISBN 978-952-445-266-3