



Heidi Kymäläinen

# Yhteiseurooppalaiseen junaliikenteen hallinta- järjestelmään siirtymisen riskien arviointi



Heidi Kymäläinen

# Yhteiseurooppalaiseen junaliikenteen hallintajärjestelmään siirtymisen riskien arviointi

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 48/2010

Liikennevirasto

Helsinki 2010

*Kannen kuvat: Heidi Kymäläinen ja Toni Jukuri*

ISSN-L 1798-6656  
ISSN 1798-6656  
ISBN 978-952-255-600-4

Verkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-6656  
ISSN 1798-6664  
ISBN 978-952-255-601-1

Kopijyvä Oy  
Kuopio 2010

Liikennevirasto  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puhelin 020 637 373

**Heidi Kymäläinen: Yhteiseurooppalaiseen junaliikenteen hallintajärjestelmään siirtymisen riskien arviointi.** Liikennevirasto, rautatieosasto. Helsinki 2010. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 48/2010. 85 sivua ja 5 liitettä. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6656, ISBN 978-952-255-600-4, ISSN 1798-6664 (pdf), ISBN 978-952-255-601-1 (pdf).

**Avainsanat:** Junaliikenteen hallintajärjestelmä, ERTMS, siirtyminen, käyttöönotto, riskien arviointi

## Tiivistelmä

Euroopan rautateillä ollaan siirtymässä yhteiseurooppalaiseen junaliikenteen hallintajärjestelmään (ERTMS). ERTMS-järjestelmän tavoite on poistaa kansallisista järjestelmistä aiheutuvia esteitä rautateillä ja edistää yhteentoimivuutta Euroopan rautatieliikenteessä. Eurooppalainen junakulunvalvontajärjestelmä (ETCS) on ERTMS-järjestelmässä käytettävä junakulunvalvontajärjestelmä. ERTMS-järjestelmä voidaan toteuttaa ETCS:n eri tasoilla. Tässä diplomityössä käsitellään tasoja ETCS+STM ja ETCS taso 1.

Rautatieturvallisuudirektiivi ja yhteinen turvallisuusmenetelmä -asetus määräävät rautatieyritykset velvollisiksi toteuttamaan riskienhallintaa. Yhteinen turvallisuusmenetelmä (YTM) esittää yleiset vaatimukset sille, mitä rautatiejärjestelmän riskienhallintaprosessin tulee sisältää. Diplomityö on tehty osana ERIS1-projektia, jossa tutkitaan ja kartoitetaan ERTMS/ETCS-järjestelmään siirtymiseen liittyvät riskitekijät liikenneinfrastruktuuriin kohdistuvien riskien mukaisesti.

Diplomityössä selvitetään, mitä riskejä tulee huomioida, jotta Suomessa hallitaan turvallinen siirtyminen nykyisestä JKV-järjestelmästä uuteen ERTMS-järjestelmään, sekä miten näitä riskejä tunnistetaan. Työssä esitetään tasojen ETCS+STM ja ETCS taso 1 riskien arviointien tulokset ja tuodaan esiin riskien arvioinneissa esiin nousseita ja huomioitavia asioita. Riskien arvioinnit on toteutettu työpaja- ja asiantuntijaryhmätyöskentelynä. Työn taustatietoina on käytetty materiaalia liittyen ERTMS-järjestelmään, rautatieturvallisuuden lainsäädännölliseen taustaan ja riskien arviointiin. Lisäksi materiaalina on käytetty työpajojen työskentelystä havainnoimalla hankittua tietoa. Vaarojen tunnistamisessa ja riskien arvioinnissa on käytetty potentiaalisten ongelmien analyysia ja riskimatriisia. Riskien arvioinnin tuloksena saatiin riskien arviointitaulukot, joita voidaan käyttää ERTMS-järjestelmän siirtymävaiheen suunnittelussa pohjana YTM:n mukaiselle vaararekisterille. Tunnistetut riskit jaettiin viiteen eri ryhmään: järjestelmä- ja laitteistoriskit, organisatoriset riskit, rakenteelliset riskit, ympäristöolosuhteista aiheutuvat riskit ja vahingonteosta aiheutuvat riskit.

Tunnistetuista riskeistä suurin osa on järjestelmä- ja laitteistoriskejä tai organisatorisia riskejä. Suurin osa tunnistetuista riskeistä on arvioitu sietämättömiksi tai kohtalaisiksi riskeiksi. Tehdyn riskien arvioinnin perusteella voidaan todeta, että uuteen järjestelmään siirtymiseen ja käyttöönottoon liittyy runsaasti riskejä. Siirtymisen ja käyttöönoton suunnitteluun tulee investoida lisää resursseja ja tunnistettuja riskejä pitää tarkastella lisää. Toteutetun riskien arvioinnin avulla voidaan varautua järjestelmän käyttöönottoon ja kehitykseen kohdistuviin riskeihin sekä merkittävästi pienentää niitä.

**Heidi Kymäläinen: Riskbedömning vid övergången till det transeuropeiska trafikstyrnings-systemet.** Trafikverket, järnvägsavdelningen. Helsingfors 2010. Trafikverkets undersökningar och utredningar 48/2010. 85 sidor 5 bilagor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6656, ISBN 978-952-255-600-4, ISSN 1798-6664 (pdf), ISBN 978-952-255-601-1 (pdf).

**Nyckelord:** Trafikstyrningssystem, ERTMS, övergång, ibruktagning, riskbedömning

## Sammandrag

På de europeiska järnvägarna håller man på med att gå över till ett transeuropeiskt trafikstyrningssystem (ERTMS). Målet med ERTMS-systemet är att eliminera hinder som beror på nationella järnvägssystem och att främja kompatibiliteten inom den europeiska järnvägstrafiken. Det europeiska tågkontrollsystemet (ETCS) är ett tågkontrollsystem som används inom ERTMS-systemet. ERTMS-systemet kan genomföras på olika ETCS-nivåer. I detta diplomarbete behandlas nivåerna ETCS + STM och ETCS-nivå 1.

Järnvägssäkerhetsdirektivet och förordningen om en gemensam säkerhetsmetod förpliktar järnvägsföretagen att utföra riskhantering. En gemensam säkerhetsmetod (CSM) fastställer de allmänna kraven för vad en riskhanteringsprocess inom ett järnvägssystem ska innehålla. Diplomarbetet har utförts som en del av projektet ERIS<sub>1</sub>, där man utreder och kartlägger riskfaktorerna vid övergången till ERTMS/ETCS-systemet i enlighet med riskerna inom trafikinfrastrukturen.

I diplomarbetet utreds det vilka risker som måste tas i beaktande för att övergången från det nuvarande ATC-systemet till det nya ERTMS-systemet ska kunna ske säkert i Finland samt hur dessa risker identifieras. I arbetet presenteras resultaten för riskbedömningarna av nivåerna ETCS + STM och ETCS-nivå 1. Det redovisas även synpunkter som framkom under riskbedömningarna och som bör observeras. Arbetet med riskbedömningarna har genomförts i workshoppar och i en expertgrupp. Bakgrundsfakta för arbetet har bestått av material om ERTMS-systemet, järnvägssäkerhetens juridiska bakgrund och riskbedömning. Ytterligare har materialet bestått av information som har anskaffats genom observation under arbetena i workshoppar. Vid riskidentifieringen och riskbedömningen har det använts analys av potentiella problem och riskmatris. Som resultat av riskbedömningen skapades riskbedömningstabeller. Vid planeringen av övergångsfasen till ERTMS-systemet kan dessa användas som grund för ett riskregister i enlighet med CSM. De identifierade riskerna delades in i fem olika grupper: system- och utrustningsrisker, organisatoriska risker, strukturella risker, risker som beror på miljöförhållanden och risker som beror på vandalism.

Majoriteten av de identifierade riskerna är risker med systemet och utrustningen eller organisatoriska risker. Majoriteten av de identifierade riskerna har bedömts som oacceptabla eller måttliga. På basis av den genomförda riskbedömningen kan man konstatera att det finns mängder av risker med övergången till det nya systemet och ibruktagningen av det. Det bör investeras mera resurser i planeringen av övergången och ibruktagningen, och de identifierade riskerna måste granskas ytterligare. Med hjälp av den genomförda riskbedömningen kan man förbereda sig på riskerna vid ibruktagningen och utvecklandet av systemet samt minska riskerna avsevärt.

**Heidi Kymäläinen: Risk assessment of migration to European Rail Traffic Management System.** Finnish Transport Agency, Rail Department. Helsinki 2010. Research reports of the Finnish Transport Agency 48/2010. 85 pages and 5 appendices. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6656, ISBN 978-952-255-600-4, ISSN 1798-6664 (pdf), ISBN 978-952-255-601-1 (pdf).

**Keywords:** Rail traffic management system, ERTMS, migration, deployment, risk assessment

## Summary

The migration and deployment towards harmonized rail traffic management system in Europe is in progress. The new system to be applied is called European Rail Traffic Management System (ERTMS) and it aims to harmonize the rail traffic in Europe by eliminating the barriers on railways between different European countries due to different national train control systems. European Train Control System (ETCS) is the control system used in ERTMS. It can be executed in different levels. This Master's thesis focuses on levels ETCS+STM and ETCS level 1.

The Railway Safety Directive and the Commission Regulation on Common Safety Method lay down the rules for mandatory risk management in the railway sector. The Common Safety Method (CSM) presents the general requirements for the risk management process. This Master's thesis has been done as a part of ERIS1 project in VR Track Ltd. ERIS1 project focuses on identifying and assessing the risks related to the migration to ERTMS/ETCS in compliance with infrastructure risks.

The aim of this Master's thesis is to study what risks shall be taken into consideration in order to manage a safe migration from the existing rail traffic control system to ERTMS, and how to recognise the risks. This Master's thesis presents the results of the risk assessments of ERTMS levels ETCS+STM and ETCS level 1. It also presents the matters which have emerged in the workshop discussions and matters that shall be taken into consideration while planning the migration and the deployment of ERTMS. The risk assessments have been performed in workshops with potential problem analysis by using brainstorming for identifying the hazards and risk matrix to evaluate the risks. Information related to ERTMS, rail safety legislation and risk assessment has been used as background information. Material has also been collected by making observations at the workshops to assess the quality of the risk assessment process. Risk assessment results are presented in the risk assessment tables, which later on can be used to create a hazard log according to CSM. Identified risks were divided into five categories: system and hardware risks, organizational risks, structural risks, risks caused by environmental circumstances and risks caused by vandalism.

Most of the identified risks were considered as system and hardware risks or organizational risks. Most of the risks were evaluated as intolerable or undesirable. Based on the risk assessment, it can be stated that there is a considerable number of risks related to migration and deployment of ERTMS. More resources shall be invested into planning the migration and the deployment of the new system. The identified risks shall be further studied as well. With the results of the executed risk assessment, the risks can be mitigated and a safer migration can be ensured.

## Esipuhe

Tämä työ on tekniikan kandidaatti Heidi Kymäläisen diplomityö Tampereen teknillisen yliopiston turvallisuuden johtaminen ja suunnittelu -yksikköön.

Diplomityö on tehty osana VR Trackin ERIS1-projektia vuoden 2010 aikana. ERIS1-projekti on Liikenneviraston tilaama projekti "ERTMS-riskianalyysit panoksena riskienhallintaan". Projekti on osa ERTMS-järjestelmään siirtymisen ja käyttöönoton riskien arviointia.

Työn ohjaajana on toiminut turvallisuusasiantuntija Toni Jukuri VR Trackista. Työn on tarkastanut professori Jouni Kivistö-Rahnasto Tampereen yliopiston Turvallisuuden johtamisen ja suunnittelun yksiköstä. Liikenneviraston edustajana on toiminut rata-tietoyksikön päällikkö Aki Härkönen.

Helsingissä joulukuussa 2010

Liikennevirasto  
Rautatieosasto



# Sisällys

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT .....	9
1 JOHDANTO.....	11
1.1 Johdatus aihealueeseen.....	11
1.2 Tutkimuksen tavoitteet, rajaus ja tutkimusongelma.....	13
1.3 Työn toteutus.....	14
1.4 Työn rakenne.....	14
2 JUNAKULUNVALVONTAJÄRJESTELMÄ SUOMESSA JA YHTEISEUROOPPALAINEN JUNALIIKENTEN HALLINTAJÄRJESTELMÄ ERTMS.....	16
2.1 Junakulunvalvontajärjestelmä Suomessa .....	16
2.2 European Rail Traffic Management System (ERTMS).....	17
2.3 European Train Control System (ETCS) .....	18
2.4 Sovitustiedonsiirtomoduuli .....	19
2.5 Suomen ERTMS toteuttamissuunnitelma ja nykytilanne.....	21
2.6 ETCS + STM.....	23
2.7 ETCS taso 1 .....	24
2.8 ERTMS muut tasot .....	26
2.8.1 ETCS taso 2.....	26
2.8.2 ETCS taso 3.....	28
2.8.3 ETCS Regional.....	29
2.9 ETCS tasolta toiselle siirtyminen.....	29
3 TURVALLISUUTEEN JA YHTEENTOIMIVUUTEEN LIITTYVÄT LAIT, SÄÄDÖKSET JA ASETUKSET .....	31
3.1 Kansallinen lainsäädäntö .....	32
3.1.1 Rautatielaki 29.6.2006/555 .....	32
3.1.2 Valtioneuvoston asetus rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta 750/2006.....	33
3.2 Euroopan Unionin määräykset .....	34
3.2.1 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivit 96/48/EY ja 2001/16/EY .....	34
3.2.2 Rautatieturvallisuudsdirektiivi 2004/49/EY .....	35
3.2.3 Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 881/2004 .....	35
3.2.4 Yhteentoimivuudsdirektiivi 2008/57/EY .....	35
3.2.5 Yhteinen turvallisuusmenetelmä (YTM-asetus (EY) N:o 352/2009)....	36
3.3 Yhteentoimivuuden tekninen eritelmä (YTE).....	37
3.4 Standardit.....	38
3.5 Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi .....	40
3.6 Liikenneviraston ohjeet.....	41
4 RISKIENHALLINTA .....	42
4.1 Riskienhallinnan osatekijät .....	42
4.2 Riskianalyysin laatu .....	44
4.3 Yhteinen turvallisuusmenetelmä .....	45
5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS, MENETELMÄT JA AINEISTO .....	48
5.1 ERIS1-projektin toteutus .....	48
5.2 Diplomityön etenemisen vaiheet .....	49

5.3	Aineisto ja menetelmät .....	50
5.4	ERIS1-projektissa sovelletut menetelmät ja työkalut .....	51
5.4.1	Potentiaalisten ongelmien analyysi .....	52
5.4.2	Riskimatriisi .....	53
6	RISKIEN ARVIOINNIN TULOKSET .....	55
6.1	Riskien arviointi ETCS+STM.....	55
6.1.1	Sietämättömät riskit ETCS+STM.....	57
6.1.2	Kohtalaiset riskit ETCS+STM .....	58
6.1.3	Merkityksettömät riskit ETCS+STM.....	60
6.2	Riskien arviointi ETCS taso 1 .....	60
6.2.1	Sietämättömät riskit ETCS taso 1 .....	62
6.2.2	Kohtalaiset riskit ETCS taso 1 .....	63
6.2.3	Merkityksettömät riskit ETCS taso 1 .....	64
7	TULOSTEN TARKASTELU JA POHDINTA.....	65
7.1	ERTMS-järjestelmään siirtymisen tuomat haasteet .....	65
7.2	Lakien, säädösten, asetusten ja standardien vaikutukset .....	69
7.3	Riskien arviointi rautateillä .....	70
7.4	ERIS1-projektin tulokset.....	72
7.5	ERIS1-projektin riskien arvioinnin laadun arviointi.....	75
8	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	78
8.1	Johtopäätökset diplomityöstä.....	78
8.2	Kehitysehdotukset.....	80
	LÄHTEET .....	82
	<b>LIITTEET</b>	
Liite 1	Osallistujat	
Liite 2	Ongelmien ideointilomake	
Liite 3	Riskien lajittelu	
Liite 4	ETCS+STM, riskien arviointitaulukko	
Liite 5	ETCS taso 1, riskien arviointitaulukko	

## Termit ja niiden määritelmät

<b>Baliisi</b>	Raiteiden väliin sijoitettu ratalaite, joka lähettää kulunvalvonnan tietoja radalta junaan.
<b>ERA</b>	Euroopan rautatievirasto (engl. European Railway Agency).
<b>ERIS1</b>	Liikenneviraston VR Trackilta tilaama konsulttityöprojekti "ERTMS-riskianalyysit panoksena riskienhallintaan". ERIS1-projekti on osa ERTMS-järjestelmään siirtymistä ja siirtymiseen liittyvien riskien kar-toitusta.
<b>ERTMS</b>	Yhteiseurooppalainen junaliikenteen hallintajärjestelmä (engl. European Rail Traffic Management System), jolla tullaan korvaamaan Euroopan eri maissa nykyisin käytössä olevat kansalliset järjestelmät.
<b>ETCS</b>	Eurooppalainen junakulunvalvontajärjestelmä (European Train Control System).
<b>ETCS+STM</b>	Siirtymävaiheen ajan käytettävä ETCS-järjestelmän taso, jossa sovi-tustiedonsiirtomoduulin (STM) avulla sovitetaan yhteen nykyinen ju-nakulunvalvontajärjestelmä ja uusi yhteiseurooppalainen junakulun-valvontajärjestelmä.
<b>ETCS taso 1</b>	Eurooppalaisen junakulunvalvontajärjestelmän taso 1, jossa käytetään pistemäistä tiedonsiirtoa. Tieto siirretään radalta veturiin eurobaliisien ja opastimien avulla. Lisääajotietoa voidaan syöttää eurosilmukan tai GSM-R signaalin avulla.
<b>Eurobaliisi</b>	ERTMS-järjestelmässä käytetty baliisi.
<b>ISA</b>	Riippumaton turvallisuuden arvioitsija (engl. Independent Safety As-sessor). Arvioi esimerkiksi riskienhallintaprosessin YTM-asetuksen mukaisuutta.
<b>JKV</b>	Junien kulunvalvontajärjestelmä. Lyhennettä käytetään yleisesti nykyi-sin Suomessa käytössä olevasta junakulunvalvontajärjestelmästä EBICAB 900.
<b>NoBo</b>	Ilmoitettu laitos (engl. Notified Body). Akkreditoitu tarkastuslaitos, jonka tarkoituksena on toimia vaatimuksenmukaisuuden tai käyttöön-soveltuvuuden arviointimenettelyn ja tarkastusmenettelyn suorittami-sesta vastaavana tarkastuslaitoksena.
<b>STM</b>	Specific Transmission Module. Suomessa käytetään termiä sovitustie-donsiirtomoduuli. Siirtymävaiheen ajan sen avulla tullaan sovittamaan yhteen nykyinen junakulunvalvontajärjestelmä ja ERTMS.

- TraFi** Liikenteen turvallisuusvirasto. Päätehtävänä on vastata Suomessa liikennejärjestelmän sääntely- ja valvontatehtävistä, kehittää aktiivisesti liikennejärjestelmän turvallisuutta ja edistää liikenteen ympäristöystävällisyyttä.
- YTE** Yhteentoimivuuden Tekninen Eritelmä. (engl. Technical Specification of Interoperability, TSI).
- YTM** Yhteinen turvallisuusmenetelmä (engl. Common Safety Method, CSM).

# 1 Johdanto

## 1.1 Johdatus aihealueeseen

Euroopan kuljetuspolitiikan tavoitteena on parantaa kuljetuspalveluja yhtenäistämisen avulla. Rautatiesektorilla tämä ilmenee teknologisina innovaatioina. Euroopan rautateilla on nykyisin käytössä yli kaksikymmentä erilaista junien kulunvalvontajärjestelmää. Järjestelmät ovat kalliita, mutta samalla välttämättömiä turvallisuuden ja liikenteenohjauksen kannalta. Käytössä olevat toisistaan poikkeavat järjestelmät myös hankaloittavat rautatieliikennettä maiden välillä. Vetureissa tulee olla asennettuna useita erilaisia järjestelmiä, jolloin kustannukset ja toimivuuden riskit nousevat korkeiksi. Rajojen yli tapahtuvassa rautatieliikenteessä veturinkuljettajien on osattava käyttää useita eri järjestelmiä. Vaihtoehtoisesti junan kulkiessa maasta toiseen joudutaan veturia vaihtamaan maidenvälisellä rajalla ja matka-aika kasvaa. (KOM (2005) 298)

Suomessa käytössä oleva junakulunvalvontajärjestelmä on otettu käyttöön vaiheittain alkaen vuodesta 1995. Käytettävällä junakulunvalvontajärjestelmällä on vielä elinkaarta jäljellä. Ongelmana kuitenkin on, että nykyinen toimittaja ei enää valmista veturilaitteistoa, mikä jatkossa aiheuttaa nykyisen junakulunvalvonnan kannalta ongelmia rata- ja veturilaitteiden ylläpidossa ja varaosien hankinnassa. Euroopan Unionin yhteentoimivuusdirektiivi 2008/57/EY määrää jäsenvaltiot siirtymään uuteen yhteiseurooppalaiseen junaliikenteen hallintajärjestelmään ja sen myötä uuteen kulunvalvontajärjestelmään, minkä vuoksi myös Suomessa on tulevaisuudessa edessä uuteen järjestelmään siirtyminen ja sen käyttöönotto.

Euroopan Unionin Neuvosto julkaisi 23.7.1996 direktiivin 96/48/EY, jolla säädettiin suurnopeusjunien rautatiejärjestelmän yhteentoimivuudesta. Direktiivissä 2001/16/EY säädettiin tavanomaisen rautatiejärjestelmän yhteentoimivuudesta. Vain tavanomaisen rautatiejärjestelmän yhteentoimivuudesta säätävä direktiivi koskee Suomea, sillä Suomessa ei ole käytössä suurnopeusjunia tai -ratoja. Direktiivillä 2004/50/EY muutettiin näitä direktiivejä yhdenmukaisemmiksi ja yhteentoimivuusdirektiivillä 2008/57/EY yhdistettiin direktiivit 96/48/EY ja 2001/16/EY. Tarkoituksena on saada aikaan Euroopan laajuinen rautatieverkko, jossa toimitaan yhdellä rautatieliikenteen hallintajärjestelmällä. Näin pystyttäisiin tehostamaan etenkin Manner-Euroopassa rajat ylittävää liikennettä, kun tarvetta veturin vaihtamiseen rajalla tai useiden eri kulunvalvontajärjestelmien asentamiseen vetureihin ei olisi. Yhteentoimivuudella pyritään tehokkaampaan, turvallisempaan ja nopeampaan junaliikennöintiin. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/57/EY)

Rautateille on kehitetty yhteiseurooppalainen junaliikenteen hallintajärjestelmä ERTMS (European Rail Traffic Management System, jäljempänä ERTMS). Se koostuu kahdesta järjestelmästä: Eurooppalaisesta junakulunvalvontajärjestelmästä (European Train Control System, ETCS) ja rautateille suunnitellusta GSM-R radioverkosta. Eurooppalaisen junakulunvalvontajärjestelmän (jäljempänä ETCS) avulla voidaan välittää veturinkuljettajalle tietoja sallitusta nopeudesta ja valvoa jatkuvasti, että sallittua nopeutta noudatetaan. Lisäksi pystytään välittämään tietoa esimerkiksi radan vapaana olosta ja opastintiedoista. (Tiliière 2005)

ERTMS-järjestelmän tavoite on poistaa kansallisista järjestelmistä aiheutuvia esteitä rautateillä ja edistää yhteentoimivuutta Euroopan rautatieliikenteessä. Tavoitteena on ETCS:n standardisointi. Tämän uuden teknologian tavoitteena on kehittää rautatiejärjestelmän suorituskykyä, yhteentoimivuutta rataverkkojen välillä, kapasiteettia ja liikenteen hallintaa. ERTMS-järjestelmän tekniikkaan pohjautuvia järjestelmiä on käytössä myös Euroopan ulkopuolella esimerkiksi Kiinassa, Intiassa, Etelä-Koreassa ja Saudi-Arabiassa. ERTMS-järjestelmän arvioidaan tuovan etuja huolto- ja ylläpito-kustannuksiin, turvallisuuteen, luotettavuuteen, täsmällisyyteen ja liikenteen kapasiteetin hyödyntämiseen. (Tillière 2005)

Suomessa siirtyminen uuteen yhteiseurooppalaiseen järjestelmään on vielä varhaisessa vaiheessa. Suomessa tullaan siirtymästrategiana käyttämään veturilaitestrategiaa, mikä tarkoittaa, että siirtymävaiheen ajan ratalaitteet säilyvät kansallisen junakulunvalvontajärjestelmän mukaisina, mutta veturilaitteet muuttuvat ETCS-järjestelmän mukaisiksi. Aluksi siirtyminen ETCS-järjestelmään edellyttää sovitustiedonsiirtomodulin (Specific Transmission Module, jäljempänä STM) kehittämistä ja asentamista vetureihin, jotta siirtymävaiheessa voidaan käyttää olemassa olevaa junakulunvalvontajärjestelmää rinnakkain uuden järjestelmän kanssa. (Härkönen 2006)

Rautatieturvallisuudirektiivissä 2004/49/EY määrätään rautatieyritykset velvollisiksi toteuttamaan riskienhallintaa. 19.7.2010 alkaen sovelletulla Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksella yhteisestä turvallisuusmenetelmästä (jäljempänä YTM-asetus) esitetään riskienhallintaprosessi, jota rautatieyritysten tulee soveltaa arvioidessaan rautatiejärjestelmässä merkittäväksi määritettyjen muutosten riskejä. Asetusta aletaan soveltaa kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa asetusta koskee hankkeita, jotka vaativat rakenteellisen osajärjestelmän käyttöönottoluvan, tai joiden johdosta rautateiden liikkuvaan kalustoon tehdään merkittäviä muutoksia. YTM-asetus edellyttää myös riippumattoman arviointilaitoksen arviointikertomusta asetuksen mukaisen riskienhallintaprosessin soveltamisesta. (A 24.4.2009/352)

YTM-asetuksen mukaan rautateiden riskienhallinnassa voidaan edelleen käyttää itse valittua arviointimenetelmää, kunhan se on yleisesti tunnustettu menetelmä (Breyne & Jovicic 2010). Riskien arvioinnissa tunnistetaan tarkasteltavan kohteen vaarat, arvioidaan vaaran aiheuttama riski vaaran toteutumisen todennäköisyyden ja vaaran toteutuessaan aiheuttamien vahinkojen perusteella. Riskejä voidaan arvioida joko kvalitatiivisesti (määrällisesti) tai kvantitatiivisesti (laadullisesti) tai näiden yhdistelmänä. Kvantitatiiviseen analyysiin vaaditaan todennäköisyyksien tuntemista ja aiempaa kokemusta vastaavan järjestelmän toiminnasta. Jos tällaista tietoa ei ole käytettävissä, voidaan vaaroja arvioida kvalitatiivisesti. (VTT riskianalyysit 2010) YTM-asetuksen mukaan riskien merkityksen arviointi tehdään käyttämällä joko käytäntösääntöjä, vertailujärjestelmiä tai täsmällistä riskin suuruuden ja merkittävyyden arviointia (Breyne & Jovicic 2010).

Tunnistetut riskit voidaan järjestää riskien arviointitaulukkoon niiden suuruuden mukaan. Tällöin nähdään, mihin riskeihin tulee puuttua ensin. Riskienhallintaan liittyy oleellisesti riskien tunnistamisen ja arvioimisen lisäksi riskien hallintatoimenpiteiden toteuttaminen ja valvonta. Toimenpiteet tulee ensin toteuttaa suurimmille riskeille. Pientämällä riskiä voidaan vaikuttaa turvallisuuteen. Hyvä riskienhallinta on osa turvallisuutta ja turvallisuus on osa laatua. (VTT riskianalyysit 2010)

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet, rajausta ja tutkimusongelma

Suomi kuuluu Euroopan Unioniin, joten myös Suomessa tullaan siirtymään yhteiseurooppalaiseen junaliikenteen hallintajärjestelmään (ERTMS). Siirtyminen uuteen järjestelmään on vielä varhaisessa vaiheessa. Koska ERTMS-järjestelmän käytöstä Suomessa tai Suomessa vastaavissa olosuhteissa ei ole vielä kokemusta, ei tunneta riskejä, joita siirtyminen nykyisestä junakulunvalvontajärjestelmästä ERTMS-järjestelmään aiheuttaa. Tunnistamalla riskit voidaan paremmin varautua ja suunnitella siirtymävaihetta ja muutosstrategiaa. Ennen siirtymävaiheen suunnittelun aloittamista halutaan selvittää, mitkä asiat huomioimalla hallitaan turvallinen siirtyminen vanhasta järjestelmästä uuteen ja miten näitä asioita tunnistetaan.

Liikennevirasto on tilannut VR Trackilta konsulttityönä projektin "ERTMS-riskianalyysit panoksena riskienhallintaan". Projektia kutsutaan nimellä ERIS1. ERIS1-projekti on osa ERTMS-järjestelmään siirtymistä ja siinä tutkitaan ja kartoitetaan ERTMS/ETCS-järjestelmään siirtymiseen liittyvät riskitekijät liikenneinfrastruktuuriin kohdistuvien riskien mukaisesti. Siinä erotellaan järjestelmän eri tasojen riskit ja jaetaan ne omiksi tutkimuksiksi. ERIS1-projektin tuloksia tullaan myöhemmin hyödyntämään tukena ERTMS-järjestelmän käyttöönottovaiheessa Suomessa. Riskien arvioinnin avulla ERTMS/ETCS-järjestelmään siirtymiseen, sen käyttöönottoon ja kehittämiseen kohdistuviin riskeihin voidaan varautua ja riskejä voidaan hallita ja pienentää.

Tämän työn tarkoitus on tarkastella ERIS1-projektin riskien arviointiprosessia ja tuloksia turvallisuuden näkökulmasta tasoilla ETCS+STM ja ETCS taso 1. Lisäksi esitetään ERIS1-projektin riskien arvioinnin tulokset ja tuodaan esiin riskien arvioinneissa esiin nousseita asioita. Tutkimusta toteutetaan tutkimuskysymysten avulla, joita ovat: 1) millaisia riskejä uuteen järjestelmään siirtyminen aiheuttaa, 2) kuinka suuria vaaroihin liittyvät riskit ovat, 3) mihin osa-alueisiin suurimmat riskit kohdistuvat sekä 4) miten toteutettu riskien arviointi onnistui? ERIS1-projektin riskien arvioinnin aikana on tarkoitus myös syventää tietoa ERTMS/ETCS-järjestelmän toiminnasta ja käyttöönottoon ja rakentamiseen kohdistuvista riskeistä.

Työ on rajattu koskemaan ERTMS-järjestelmän tasojen ETCS+STM ja ETCS taso 1 riskien arviointia. ERIS1-projektissa käsiteltävät muut ERTMS-järjestelmän tasot jäävät tämän tarkastelun ulkopuolelle. ERIS1-projektissa ei tarkastella ETCS taso 1 + eurosilmukka tai ETCS taso 1 + GSM-R sovelluksia. Nämä ERTMS-järjestelmän tasot rajataan diplomityön ulkopuolelle. Tarkastelunäkökulmana on rautatietoiminnan turvallisuus uuteen järjestelmään siirtymisen sekä käyttöönoton aikana. Tunnistettuja vaaroja arvioidaan järjestelmän turvallisuuteen, käytettävyyteen, kunnossapitoon ja käyttöönottoon kohdistuvien vaikutusten kannalta.

ERIS1-projekti on osa muutoksenhallintaa ja muutoksen suunnittelua. ERIS1-projektin tuloksena saatavat riskien arviointitaulukot ETCS-järjestelmän eri tasoille tulevat myöhemmin suunnitteluvaiheessa toimimaan vaararekisterin pohjana aloitettaessa siirtymävaiheen suunnittelua. Ne antavat tietoa, mihin asioihin tulee kiinnittää huomiota ja mitä tulee tutkia tarkemmin, jotta voidaan varmistaa turvallinen siirtyminen vanhasta JKV-järjestelmästä uuteen ETCS-järjestelmään. Lisäksi nähdään, mihin osa-alueisiin suurimmat riskit kohdistuvat ja kuinka suuria riskit ovat.

## 1.3 Työn toteutus

Työ toteutetaan osana ERIS<sub>1</sub>-projektia VR Trackissa. ERIS<sub>1</sub>-projektiin osallistuttiin sekä työryhmän jäsenenä että ulkopuolisena havainnoitsijana. Työssä esitetään tasoihin ETCS+STM ja ETCS taso 1 kohdistuvat riskit liittyen ERTMS-järjestelmään siirtymiseen ja käyttöönottoon. Lisäksi työssä arvioidaan riskien arvioinnin onnistumista ja tulosten perusteella esitetään, mihin asioihin tulee turvallisuuden kannalta kiinnittää huomiota suunniteltaessa siirtymistä yhteiseurooppalaiseen junaliikenteen hallintajärjestelmään.

Työn ja tutkimuksen tekeminen aloitettiin perehtymällä nykyisin Suomessa käytössä olevan junakulunvalvontajärjestelmän toimintaan, yhteiseurooppalaisen junaliikenteen hallintajärjestelmän toimintaan sekä Eurooppalaiseen ja kansalliseen lainsäädäntöön liittyen rautateiden turvallisuuteen ja rautateiden yhteentoimivuuteen. Lisäksi on perehdytty riskienhallintaan ja YTM-asetuksen mukaiseen riskienhallintaprosessiin. Hankittujen tietojen pohjalta järjestettiin ERIS<sub>1</sub>-projektin työpajoja, joissa hankittuja tietoja käytettiin pohjatietoina työpajoissa tehtäville vaarojen tunnistamisille ja riskien arvioinneille. Työpajoissa vaarojen tunnistamisessa käytettiin aivorihtityöskentelyä potentiaalisten ongelmien analyysi -menetelmän pohjalta. Tunnistettuja vaaroja arvioidaan riskimatriisin avulla. Työskentelemällä työpajoissa ja asiantuntijaryhmissä voidaan soveltaa hankittuja tietoja, osallistua vaarojen tunnistamiseen ja riskien arviointiin sekä lisäksi havainnoimalla hankkia tietoa työn siihen osuuteen, jossa arvioidaan ERIS<sub>1</sub>-projektin riskien arvioinnin onnistumista ja tuloksia.

ERIS<sub>1</sub>-projektin riskien arviointien tuloksena saadaan riskien arviointitaulukot, joista voidaan nähdä, mitkä ovat suurimmat tunnistetut riskit. Riskit lajitellaan viiteen eri ryhmään perustuen niiden aiheuttajiin ja niiden aiheuttamiin vahinkoihin. Lajittelemalla riskit suurempiin kokonaisuuksiin voidaan suunnittelua varten kartoittaa paremmin, mihin suurempiin kokonaisuuksiin suurin osa tunnistetuista riskeistä liittyy, mihin asioihin tulee ehdottomasti kiinnittää huomiota ja mitä riskejä tulee pienentää. Lajittelemalla riskit voidaan puuttua suurempiin kokonaisuuksiin ja toisaalta riskien arviointitaulukoista voidaan nähdä tunnistettuja yksittäisiä riskejä, joille tulee toteuttaa toimenpiteitä niiden hallitsemiseksi. Riskien arviointitaulukoita voidaan myöhemmin siirtymävaiheen suunnittelussa käyttää YTM-asetuksen mukaisena vaarakisterin pohjana.

ERIS<sub>1</sub>-projektin työpajoissa käsitellään erikseen ERTMS-järjestelmän eri tasoja. ERIS<sub>1</sub>-projektin tuloksena saadut riskien arviointitaulukot tehdään jokaiselle projektissa arvioitavalle ERTMS-järjestelmän tasolle erikseen. Lisäksi jokaiselle tasolle laaditaan riskienarviointiraportit, jotka sisältävät myös kyseisen tason riskien arviointitaulukot. Nämä raportit toimitetaan Liikennevirastolle. Tämä diplomityö liittyy ERTMS-järjestelmän tasoihin ETCS+STM ja ETCS taso 1. Diplomityö toimii osana näiden tasojen riskienarviointiraportteja ja myös se toimitetaan Liikennevirastolle.

## 1.4 Työn rakenne

Diplomityö rakentuu kahdeksasta luvusta. Diplomityö aloitetaan esittelemällä nykyisen Suomessa käytössä olevan junakulunvalvontajärjestelmän toimintaa. Tämän jälkeen esitellään ja perehdytetään lukija ERTMS-järjestelmän tarkoitukseen ja toimintaan ja esitellään eri tasot, joita liikennöintiin ERTMS-järjestelmällä voidaan käyttää.



Edellä mainittuja asioita esitellään luvussa kaksi. Samassa luvussa esitellään lyhyesti Suomen ERTMS-järjestelmän toteuttamissuunnitelma sekä missä vaiheessa uuteen järjestelmään siirtyminen Suomessa diplomityön kirjoitushetkellä on.

Luvussa kolme esitetään lainsäädäntöön, direktiiveihin, asetuksiin, yhteentoimivuuden teknisiin eritelmiin ja eurooppalaisiin standardeihin liittyvä tausta, joka vaikuttaa yhteentoimivan Euroopan kattavan rataverkon toteuttamiseen ja rautatietoiminnan turvallisuuteen. Lisäksi niillä on vaikutusta ERTMS-järjestelmään siirtymiseen ja rautateiden riskienhallintaan. Suomessa rautateiden viranomaisina toimivat Liikenteen turvallisuusvirasto (TraFi) ja Liikennevirasto. Näiden viranomaisten toimintaa ja vaikutusta rautatieturvallisuuteen on esitelty lyhyesti luvussa kolme.

Riskienhallinta liittyy oleellisesti rautateiden suunnitteluprosesseihin ja muutoksiin. Rautatieturvallisuusdirektiivissä määrätään riskienhallinta rautateillä pakolliseksi. 19.7.2010 alkaen sovellettu YTM-asetus ohjaa rautateillä tehtäviä riskienhallintaprosesseja. Riskienhallintaa, yhteistä turvallisuusmenetelmää ja riskienhallinnan laadun arvioinnin kriteerejä on esitelty luvussa neljä.

Luvussa viisi on kuvattu tutkimuksen toteutus, käytetyt menetelmät ja aineisto. Siinä kuvataan ERIS1-projektin toteutus ja eteneminen, diplomityön etenemisen vaiheet, käytetty aineisto ja menetelmät sekä ERIS1-projektissa sovelletut menetelmät. Luvussa kuusi esitetään ERIS1-projektin riskien arvioinnin tuloksia tasoilla ETCS+STM ja ETCS taso 1. Tunnistetut riskit on jaettu viiteen eri ryhmään: organisatoriset, järjestelmä- ja laitteistoriskit, rakenteelliset riskit, ympäristöolosuhteiden aiheuttamat riskit ja vahingonteosta aiheutuvat riskit. Tulokset on esitetty erikseen tasoille ETCS+STM ja ETCS taso 1. Lisäksi riskit esitetään sietämättömiin, kohtalaisiin ja merkittäviin riskeihin jakautumisen mukaan kyseisillä tasoilla.

Luvussa seitsemän arvioidaan tuloksia liittyen ERTMS-järjestelmään siirtymisen tuomiin haasteisiin sekä yhteentoimivuuteen ja turvallisuuteen liittyvien lakien, säädösten, asetusten ja standardien vaikutusta ERTMS-järjestelmän siirtymävaiheeseen ja käyttöönottoon. Lisäksi arvioidaan niiden vaikutusta rautateiden riskien arviointiin. Luvussa seitsemän arvioidaan myös ERIS1-projektissa saatuja tuloksia sekä toteutetun riskien arvioinnin laatua luvussa neljä esitettyjen kriteerien pohjalta. Lopuksi luvussa kahdeksan esitetään diplomityön johtopäätökset sekä kehitysehdotukset ja lisätutkimuksien tarpeet, joita työn tekemisen aikana on noussut esiin.

## 2 Junakulunvalvontajärjestelmä Suomessa ja yhteiseurooppalainen junaliikenteen hallintajärjestelmä ERTMS

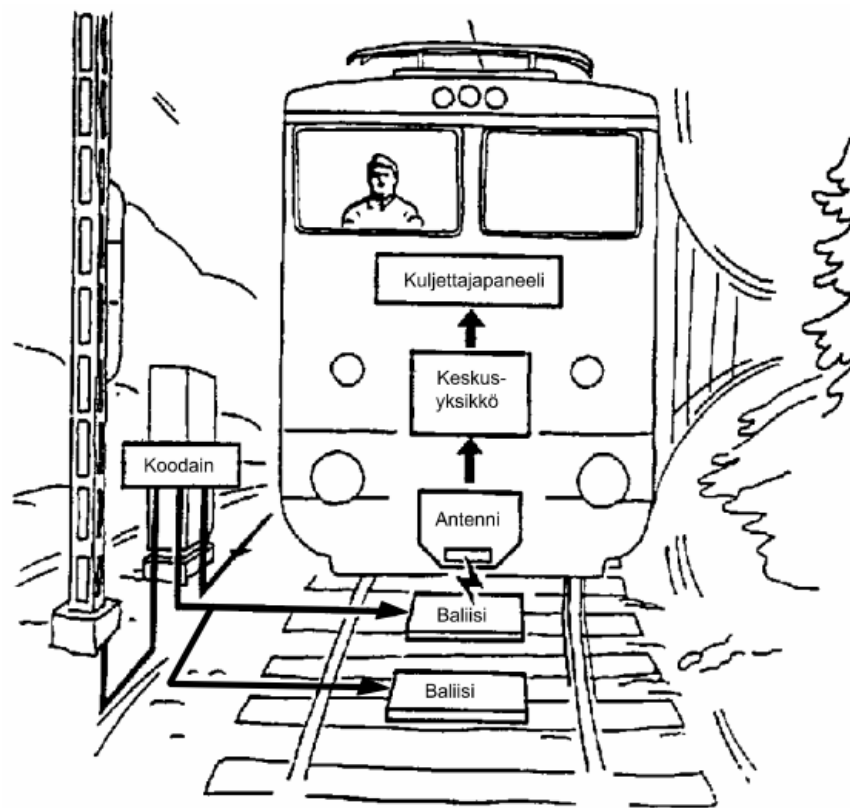
### 2.1 Junakulunvalvontajärjestelmä Suomessa

Suomessa on käytössä junien kulunvalvontajärjestelmä EBICAB 900, josta yleisesti puhutaan lyhenteellä JKV (jäljempänä JKV). Järjestelmä valvoo ja tarvittaessa varoittaa kuljettajaa ylinopeudesta, edessä olevasta seis-opasteesta (opaste, jolle tulee pysähtyä) tai muusta sallitun nopeuden rajoituksesta. Ellei kuljettaja vähennä nopeutta riittävästi, kulunvalvontajärjestelmä tekee automaattijarrutuksen. Jotta järjestelmä voi valvoa junan kulkua, veturilaitteet tarvitsevat ratatietoja. Näitä ovat esimerkiksi opastimien opasteet, nopeus- ja vaihderajoitukset sekä tarvittavat etäisyys- ja kallistustiedot. (Junien kulunvalvontajärjestelmän EBICAB 900 Toimintaseloste 2007 s.12)

JKV on junan kulkua jatkuvasti valvova pistemäinen kulunvalvontajärjestelmä. Pistemäisyydellä tarkoitetaan, että ratatiedot annetaan junalle informaatiopisteessä. Informaatiopiste on paikka radalla, johon on asennettu kaksi baliisia. Lisäksi on olemassa erikoistapauksia, kuten tilapäiset nopeudet ratatyömaille ja rakennustyömaille, JKV varustamaton alue ja vieraan JKV-järjestelmän alue. (Junien kulunvalvontajärjestelmän EBICAB 900 Toimintaseloste 2007)

JKV koostuu ratalaitteista ja veturilaitteista. Lisäksi kulunvalvontajärjestelmään lasketaan kuuluvaksi junaan siirrettävä informaatio eli ratatieto, joka lähetetään baliisisanomassa. Ratalaitteiden tehtävä on muodostaa koodattu baliisisanoma ja lähettää sanomaa informaatiopisteessä ohikulkevalle junalle. Baliisit voivat lähettää joko kiinteitä tai muuttuvia sanomia. Veturilaitteiden ydin on keskusyksikkö, jossa valvontaa suorittavat ohjelmistot toimivat. Keskusyksikkö käsittelee tiedon ja kuljettaja voi tulkita sanoman kuljettajapaneelista. Kulunvalvonta on liitettyä veturin jarrujärjestelmään, jotta se voi ohjata ja valvoa jarrutuksia. Baliiseista saatavien ratatietojen lisäksi kulunvalvonta tarvitsee kuljettajan syöttämiä junatietoja kuten jarrulaji, junan suurin nopeus, junan pituus ja junan paino. (Junien kulunvalvontajärjestelmän EBICAB 900 Toimintaseloste 2007)

Kuvassa 2.1 on esitetty JKV:n toimintaperiaate radan ja junan välillä tapahtuvalle tiedonsiirrolle. Radan varressa sijaitseva koodain muuttaa ratatiedot sanomaksi ja se syöttää tiedot edelleen raiteiden välissä oleville baliiseille. Baliiseissa on ohjelmoituna kiinteä sanoma koodaimesta saatavan muuttuvan sanoman lisäksi. Veturin alle on asennettu antenni, joka lähettää jatkuvasti suurtaajuista säteilyä maata kohden. Veturin kulkiessa baliisin yli, baliisi aktivoituu veturin antennisignaalin vaikutuksesta ja se vastaa signaaliin lähettämällä ratatiedot sisältävää baliisisanomaa veturille. Veturin antenni vastaanottaa sanoman ja ratatiedot siirtyvät keskusyksikölle, missä varsinaiset valvontatoiminnot suoritetaan. (Junien kulunvalvontajärjestelmän EBICAB 900 Toimintaseloste 2007)



Kuva 2.1 Suomessa käytössä olevan junakulunvalvonnan toimintaperiaate (Junien kulunvalvontajärjestelmän EBICAB 900 Toimintaseloste 2007).

Kulunvalvonnan toiminnalla on tiettyjä rajoittavia tilanteita. Tällaisia ovat esimerkiksi peräyttäminen, vaihtotyö, kulunvalvonta-alueen vaihtuminen sekä baliisiviati. Veturissa baliisisanomat käsitellään ajosuunnan mukaisesti, joten kulunvalvonta ei kykene valvomaan peräyttämistä. Tämän vuoksi peräyttämistä valvotaan kiinteällä nopeusrajoituksella. Myös vaihtotyön aikana on kiinteä nopeusrajoitus. (Junien kulunvalvontajärjestelmän EBICAB 900 Toimintaseloste 2007 s.17)

Valvontajärjestelmän ohjelmisto suorittaa valvontatoimintoja, johon se tarvitsee rata-tiedot, junatiedot, kelitiedot, tiedot veturin nopeudesta ja kuljetun matkan pituudesta sekä mahdollisuuden ohjata käyttö- ja hätäjarrutuksia. Junan kuljettaja syöttää kuljettajanäyttölaitteen avulla vallitsevat kelitiedot. Kelitietoa voidaan muuttaa myöhemmin. Kulunvalvonnan ja kuljettajan kommunikointi tapahtuu kuljettajapaneelin ja nopeusmittarin kautta. (Junien kulunvalvontajärjestelmän EBICAB 900 Toimintaseloste 2007)

## 2.2 European Rail Traffic Management System (ERTMS)

ERTMS on yhteiseurooppalainen junaliikenteen hallintajärjestelmä (European Rail Traffic Management System, jäljempänä ERTMS). Rautatieliikenteen yhteentoimivuus mahdollistaa ERTMS:llä varustetun junan kulkemisen ilman merkinantojärjestelmien rajoja ERTMS sopivan rataverkon sisällä maasta riippumatta. Eri ERTMS-järjestelmän toimittajien järjestelmien ja rakenneosien tulee olla yhteensopivia. (Piromalli 2009)

ERTMS on jo kaupallisessa käytössä useassa maassa, kuten Saksassa, Italiassa, Luxemburgissa, Espanjassa ja Sveitsissä. Järjestelmän käyttöönotto näissä maissa ja niistä saadut kokemukset vahvistavat käsitystä, että ETCS-järjestelmällä on hyvät mahdollisuudet tulla tulevaisuuden junakulunvalvonnan standardiksi Euroopassa ja muualla maailmassa. (Poré 2007)

ERTMS-järjestelmä rakentuu ratalaitteista ja veturilaitteista (trackside ja train borne). Se koostuu kahdesta järjestelmästä: ETCS eli European Train Control System (Eurooppalainen junakulunvalvontajärjestelmä) ja GSM-R, eli radiojärjestelmä, joka tuottaa äänen ja tiedonsiirtoa ratalaitteiden ja veturilaitteiden välillä. (ERTMS - A UNIFE Website 2010) ERTMS:n käytettävästä tasosta riippuen ratalaitteita voivat olla eurobaliisit, eurokoodain (Lineside Electronic Unit, LEU), radanvarren radioverkko GSM-R, radiosuojastuskeskus (Radio Block Centre, RBC), eurosilmukka ja radion lisäajotietoyksikkö (Radio In-fill Unit). Veturilaitteita voivat käytettävästä tasosta riippuen olla kuljettajapaneeli (Driver Machine Interface, DMI), releyksikkö (Train Interface Unit, TIU), keskusyksikkö (European Vital Computer, EVC), euroradio, matkamittari ja turvatietojen tallennin (Juridical Recorder Unit, JRU). (ERA et al. 2008)

ERTMS:n on arvioitu tuovan rautatieliikenteelle hyötyjä. On esitetty kolme pääasiallista syytä toteuttaa ERTMS: turvallisuus, yhteentoimivuus ja suorituskyky. ERTMS:ään liittyvän ohjaamo-opastuksen ansiosta voidaan saavuttaa korkeampi turvallisuustaso, helpottaa kuljettajien tehtäviä erityisesti suurilla nopeuksilla ja valvoa nopeusrajoitusten noudattamista. Sääolosuhteiden vaikutusta rautatieliikenteen sujuvuuteen voidaan vähentää, kun radanvarren opastimia ei enää tasoilla 2 ja 3 tarvita. Opastimien poistaminen lisää myös radanvarren työntekijöiden turvallisuutta, kun radan infrastruktuurin määrä vähenee. (Muttram & Bowker 2002)

Kansainvälisen liikenteen yhteentoimivuus etenkin Manner-Euroopassa poistaa rajoilla tapahtuvat pysähdykset veturin vaihtoa varten ja junat voivat jatkaa liikkumista ilman turhia pysähdyksiä, jolloin matka-ajoista saadaan lyhyempiä ja linjojen kapasiteettia voidaan kasvattaa. Niin rautatieyhtiöt kuin matkustajatkin hyötyvät rajan yli tapahtuvan liikenteen helpottumisesta. Matka-aikojen lyhentymiseen vaikuttavat myös korkeammat nopeudet linjoilla. ERTMS:n on arvioitu tuovan liikennöintiin radoilla korkeamman luotettavuuden ja paremman aikataulujen mukaisuuden. Kustannuksia saadaan alhaisemmiksi, kun vetureissa tarvitaan enää yksi kulunvalvontajärjestelmä usean eri kansallisen järjestelmän sijaan. (Piromalli 2009)

## 2.3 European Train Control System (ETCS)

Eurooppalainen junakulunvalvontajärjestelmä (ETCS) on yhteiseurooppalaisessa junaliikenteen hallintajärjestelmässä (ERTMS) käytössä oleva kulunvalvontajärjestelmä. ETCS käyttää tiedonsiirtoteknologiaa, joka tekee mahdolliseksi kulunvalvonnan ja liikenteenohjauksen toimintojen toteutuksen lähellä kulunvalvontajärjestelmän suorituskyvyn rajoja. Tiedonsiirto ratalaitteiden ja veturilaitteiden välillä ei ETCS-järjestelmässä tapahdu vain yhden laitteen välityksellä, kuten vanhoissa järjestelmissä, vaan yhdistelemällä korkean kapasiteetin ajoittaista, puolijatkuvaa ja jatkuvaa tiedonsiirtoa. (Winter et al. 2009 s.81)

ETCS:n käyttöönotolla voidaan edistää kansainvälisen rautatieliikenteen kehittymistä niin matkustaja- kuin tavaraliikenteen alalla, sillä se helpottaa vetureiden rajanylityksiä. Kuljetusten siirtyessä teiltä raiteille voidaan vaikuttaa esimerkiksi saasteisiin,

meluun, turvallisuuteen ja ruuhkiin liittyvien kustannusten vähentämiseen. Yhden Euroopan laajuisen järjestelmän käyttö rautatieliikenteessä vähentää vetoyksiköiden monimutkaisuutta ja yksinkertaistaa käyttöä ja kunnossapitoa. Nopea ja yhteensovitettu siirtymästrategia ETCS-järjestelmän osalta Euroopan Unionin jäsenvaltioissa olisi edullisin vaihtoehto. Niin kauan, kuin todellista ETCS-verkkoa ei ole ja suuressa osassa vetoyksiköitä ei vielä ole ETCS-järjestelmää, rata- ja veturilaitteissa on käytettävä vanhoja järjestelmiä. Komission suositukseksi on, että jäsenvaltioissa tulisi pyrkiä nopeaan ja yhteen sovitettuun siirtymästrategiaan. Useimpien jäsenvaltioiden siirtyessä nopeasti uuteen järjestelmään myös muiden jäsenvaltioiden olisi seurattava perässä. (KOM(2005) 298)

ETCS voidaan itsenäisenä toteuttaa kolmella eri tasolla. On olemassa määritelmä myös tasolle 0, mutta käytännössä se tarkoittaa ajamista kansallisella junakulunvalvontajärjestelmällä. (Winter et al. 2009) ERTMS:n eri tasoja on esitelty tarkemmin tämän työn alaluvuissa 2.6–2.8. ERTMS konsepti on kehitetty kolmella eri järjestelmäarkkitehtuurin tasolla. ERTMS:n tasot 1 ja 2 ovat jo toteutettuja ja tuottavassa käytössä useimmissa Euroopan maissa ja muualla, kuten Kiinassa ja Intiassa. Taso 3 on vielä kehitysvaiheessa. (Piromalli 2009)

ETCS:n tasoilla voidaan ilmaista radan ja junan toimintasuhdetta ja käytettyjä laitteistoja. Tasojen määritelmät perustuvat pääasiallisesti käytössä oleviin ratalaitteisiin, miten radanvarren tieto päättyy junaan ja miten tietoa käsitellään ratalaitteiden sekä rata- ja veturilaitteiden välillä. Tasosta riippumatta veturilaitteet pysyvät pääosin samoina. Eri tasoja on määritelty, jotta jokainen jäsenvaltio voi itse päättää, mikä taso ERTMS-järjestelmästä otetaan käyttöön perustuen jäsenvaltioiden siirtymästrategiaan, olemassa oleviin rautatiejärjestelmiin ja vaadittuun suorituskykyyn. (ERA et al. 2008)

UNISIG on ERTMS/ETCS-järjestelmän toimittajista koostuva ryhmä, joka on perustettu 1998 Euroopan Unionin komission pyynnöstä hahmottelemaan ja kehittämään ERTMS/ETCS-järjestelmän teknisiä ominaisuuksia ja vaatimuksia. UNISIG osallistuu aktiivisesti Euroopan rautatieviraston (ERA) toimintaan ERTMS/ETCS:n osalta. Nykyään UNISIG kehittää, ylläpitää ja päivittää ERTMS-eritelmiä (specifications) läheisessä yhteistyössä Euroopan rautatieviraston kanssa. UNISIG on laatinut SUBSETit, jotka ovat ERTMS/ETCS-järjestelmän teknisiä ja toiminnallisia määritelmiä. UNISIG on myös laatinut määritelmien ja vaatimusten pohjalta ohjeet järjestelmän toteutukselle ja käyttöönotolle. (UNIFE, the European rail industry 2010)

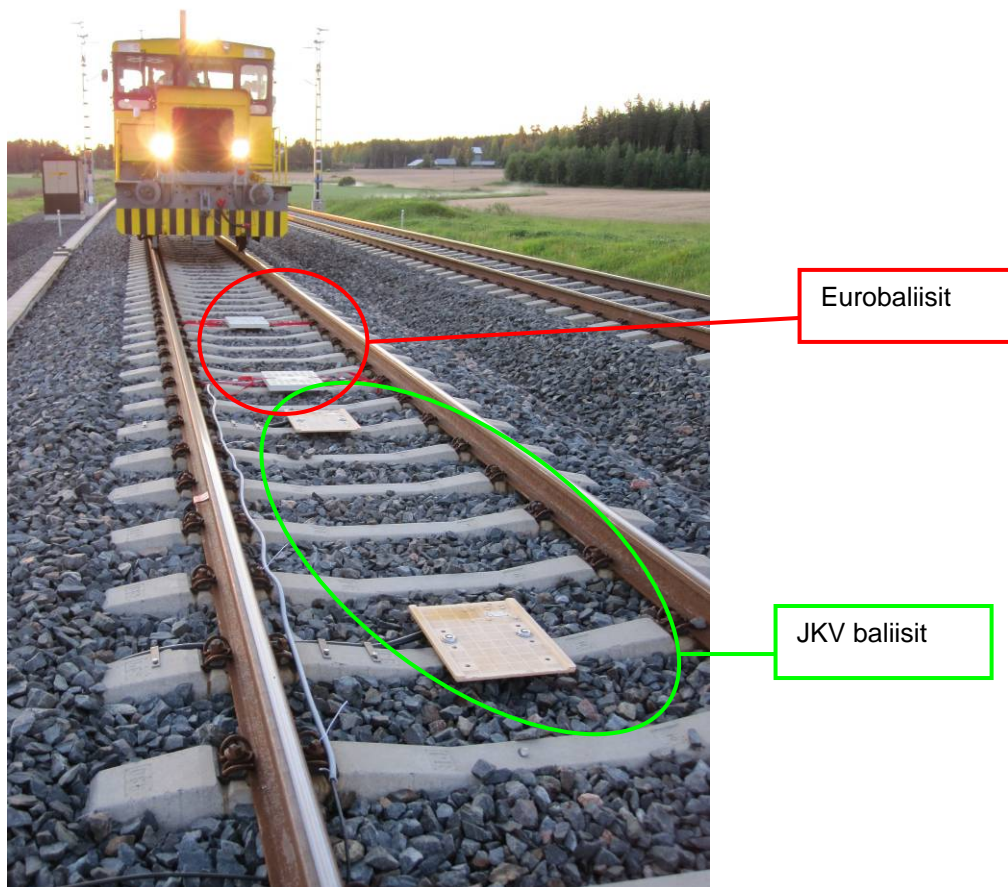
## 2.4 Sovitustiedonsiirtomoduli

Suomessa kehitettävää sovitustiedonsiirtomodulia (Specific Transmission Module, STM) kutsutaan virallisesti lyhenteellä STM2N (Specific Transmission Module 2 National), mutta siitä käytetään kuitenkin yleisesti lyhennettä STM. Sen tarkoituksena on tehdä mahdolliseksi ETCS-järjestelmällä varustettujen junien kulkeminen nykyisen junakulunvalvontajärjestelmän radoilla. Sovitustiedonsiirtomodulin kehitys Suomessa aloitettiin yhteispohjoismaisena hankkeena 2003, mutta se muutettiin vuonna 2006 kansalliseksi kehitysprojektiksi. Tavoitteena on kehittää valmis tuote vuoteen 2013 mennessä, jolloin voitaisiin aloittaa vetokaluston varustelu. STM:n koemalli on asennettu Tka7-ratakuorma-autoon (kuva 2.2), ja sillä toteutetaan STM:n toiminnallisuuteen liittyviä koeajoja ympäri Suomen rataverkkoa sisältäen myös Mäntsälä - Lähdemäki välisen ETCS taso 1:n koerataosuuden. (Järvinen 2010)



Kuva 2.2 Tka7-ratakuorma-auto, jonka lavalle on asennettu STM:n koemalli.

Oikoradalla sijaitsevalle koeradalle on asennettu nykyisten JKV-baliisien lisäksi eurobaliiseja. Koeajoissa testataan STM:n ja ETCS:n toiminnallisuutta, JKV-baliisien vaikutusta ETCS:llä ajoon sekä myös eurobaliisien mahdollista häiriövaikutusta ajattaessa JKV:llä. Lisäksi on pystytty kokeilemaan eurobaliisien ja JKV-baliisien erilaisia sijoitusmahdollisuuksia toisiinsa nähden (kuva 2.3) ja testaamaan baliisien erilaisen sijoittelun vaikutuksia molempien järjestelmien toiminnallisuuteen. (Järvinen 2010)



Kuva 2.3 Eurobaliisit asennettuna rinnakkain JKV baliisien kanssa koeradalla.

ERTMS-järjestelmän siirtymävaiheessa tullaan käyttämään ETCS+STM tasoa, sillä käytännössä ei ole mahdollista siirtyä kerralla uuteen järjestelmään sekä veturi- että ratalaitteiden osalta. ETCS+STM taso tarkoittaa, että veturilaitteeksi on asennettu ETCS-veturilaitte ja STM toimii radalta saatavan tiedon ja ETCS-veturilaitteen välissä ohjaten ETCS:n jarrutuskäskyjä. STM:n koeajojen avulla tehtävä riskienkartoitus on tärkeää tehdä ennen siirtymistä ETCS+STM tason käyttöön. Kattavalla riskienkartoituksella liittyen sekä tason ETCS+STM että ETCS taso 1:n käyttöönottoon pystytään kustannuksiin, aikatauluihin ja turvallisuuteen vaikuttavat ongelmat minimoimaan tai poistamaan ennen siirtymistä uuden järjestelmän käyttöön. Turvallisuuden kannalta on tärkeää, että eri järjestelmien baliisit eivät aiheuta häiriöitä rinnakkaiseen järjestelmään ja että radalla voidaan ajaa turvallisesti molemmilla järjestelmillä. (Järvinen 2010)

## 2.5 Suomen ERTMS toteuttamissuunnitelma ja nykytilanne

ERTMS-järjestelmään ja -tekniikkaan siirtyminen Suomessa tapahtuu eurooppalaisittain myöhemmässä vaiheessa. Tähän osasyynä on nykyisen JKV-järjestelmän jäljellä oleva käyttöikä ja Suomen eristäytynyt sijainti muusta Euroopasta. Euroopan Unionin jäsenmaat ovat kuitenkin sitoutuneet laatimaansa käyttöönottosuunnitelman mukaiseen siirtymäaikatauluun. (Järvinen 2010)



Suomessa Ratahallintokeskus (nykyisin Liikennevirasto) on laatinut vuonna 2006 ERTMS/ETCS-järjestelmän käyttöönottosuunnitelman. Käyttöönottosuunnitelman mukaan kaluston varustaminen STM- ja ETCS -veturilaitteilla olisi mahdollista vuodesta 2013 alkaen. Ensimmäinen ERTMS-rataosuus on tarkoitus saada käyttöön vuosien 2019 ja 2025 välisenä aikana. Siirtymävaiheen ajan voidaan käyttää hyödyksi sovitustiedonsiirtomoduulia ja ERTMS:n tasoa ETCS+STM. Käyttöönottoa ennen halutaan odottaa, mihin suuntaan markkinat kehittyvät ja varmistaa, että saatavilla on toimivia tuotteita, jotka on testattu ja otettu käyttöön jonkun muun Euroopan maan järjestelmässä. (Härkönen 2006)

Valmistautuminen ERTMS:n käyttöönottoon edellyttää rata- ja veturilaittepuolella kehitysprojekteja ja pilotointeja, joista Suomessa on jo aloitettu STM:n kehitys. Vetokaluston sarjavarustamisen aloittaminen edellyttää toimivia ja hyvin testattuja STM- ja ETCS -laitteita. Laitteiston tulee pystyä lukemaan luotettavasti sekä JKV-baliiseja että ETCS-järjestelmän eurobaliiseja ja toimimaan luotettavasti Suomen ympäristöolosuhteissa. STM-järjestelmä tulee hyväksyttävä Eurooppalaisen hyväksyntäprosessin mukaan, ennen kuin laajempi veturien varustelu voidaan aloittaa. (Härkönen 2006)

Suomi on muuhun Eurooppaan nähden eristyksissä rautatiejärjestelmän suhteen, sillä raideyhteys Euroopan Unionin muihin maihin on ainoastaan Ruotsin kanssa ja yhteentoimivuutta muun Euroopan rautatieliikenteen kanssa rajoittaa eri raideleveys. Suomen raideleveys on 1524mm normaalin eurooppalaisen raideleveyden ollessa 1435mm. Käyttöönottosuunnitelmassa todetaan, että ETCS taso 1:tä verrattaessa nykyiseen junakulunvalvontajärjestelmään ei uudesta järjestelmästä ole suuria teknisiä- tai turvallisuushyötyjä. ETCS taso 1 on käytettävyyden kannalta huonompi kuin nykyinen käytössä oleva junien kulunvalvontajärjestelmä. Toisaalta taso 2 tarjoaa sellaista kapasiteettia, joka ei ole tarpeen Suomen rautatieliikenteen taajuudella. Suomessa käytössä oleva junakulunvalvontajärjestelmä on vielä suhteellisen uusi ja täyden hyödyn elinkaarta on vielä jäljellä. (Härkönen 2006)

Suurin osa Suomen rataverkkoa on vähäliikenteistä ja ERTMS-varustuksessa tulee näillä vähäliikenteisillä rataverkon osilla pyrkiä soveltamaan erilaisia räätälöityjä ratkaisuja. Soveltamalla erikoisratkaisuja voidaan ylläpitää vähäliikenteistä rataverkkoa ja varustaa se ETCS-yhteensopivalla junakulunvalvonnalla. Veturilaitteiden osalta varustus vähäliikenteisillä rataverkon osilla tulee olemaan samanlainen kuin muulla rataverkolla. (Härkönen 2006)

Uuden järjestelmän käyttöönoton suunnittelua ohjaa ensisijaisesti tarve ja kyky nykyisen junakulunvalvonnan ratalaitteiden korvaamiseen ETCS-ratalaitteilla ja veturien uudelleenvarustamiseen ETCS- ja STM -veturilaitteilla. Lisäksi ratatyökoneissa tulee toteuttaa ETCS:ään siirtyminen omana prosessina. Kun riittävän suuri määrä vetokalustoa on varustettu ETCS-veturilaitteilla, on järkevää aloittaa ETCS tason 1 ratalaitteiden asennus. Kuitenkaan ei ole olemassa teknisiä tarpeita nykyisen junakulunvalvonnan ratalaitteiden nopeaan korvaamiseen. ETCS tason 1 tekniikka ei sisällä samaa toiminnallisuutta kuin nykyinen junakulunvalvonnan tekniikka, ja suora vanhan tekniikan ratalaitteiden korvaaminen ETCS tason 1 ratalaitteilla ei onnistu, mikäli halutaan säilyttää nykyinen liikennekapasiteetti ja nopeustaso. (Härkönen 2006)

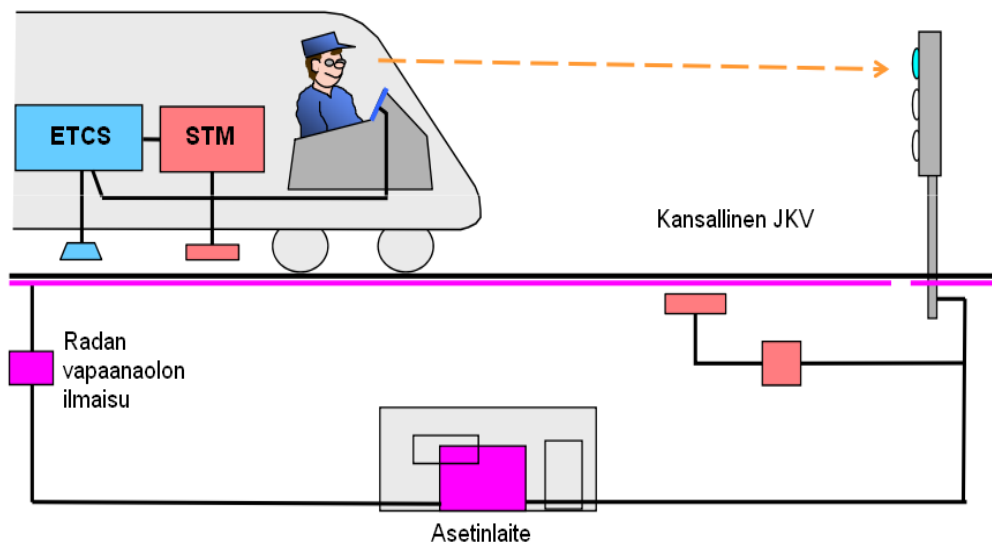
Ratalaitteissa ETCS taso 1 todetaan soveltuvan hyvin radoille, joissa on jo olemassa opastimet ja joissa on järkevää tuottaa tieto koodaimille kunkin opasteen kohdalla. STM:n kehitykseen oleellisena osana kuuluu myös ETCS-koeradon asennukset. Koe-



radan ratalaitteet toimivat rinnakkain käytössä olevien JKV-ratalaitteiden kanssa. Tässä vaiheessa koerataa käytetään STM:n testaamiseen ja kaksoisvarustetulla radalla ajamisen kokemuksien hankkimiseen. Lisäksi pystytään testaamaan kahden eri laitetoimittajan järjestelmien välistä yhteentoimivuutta. (Järvinen 2010)

## 2.6 ETCS + STM

Uuteen liikenteenohjausjärjestelmään siirryttäessä voidaan siirtymävaiheen ajan käyttää rinnakkain kahta järjestelmää: nykyistä JKV-järjestelmää ja uutta ETCS-järjestelmää. Sovitustiedonsiirtomodyylin (STM) avulla voidaan ETCS-varustetuilla vetureilla ajaa turvallisesti JKV-järjestelmän radoilla. Kuvassa 2.4 on esitetty tason ETCS+STM toimintaperiaate. Veturi on varustettu ETCS kulunvalvontalaitteella ja lisäksi STM-laitteella. Juna kulkee JKV-järjestelmän radalla, joka on varustettu JKV-järjestelmän ratalaitteilla. (Winter et al. 2009 s.92)



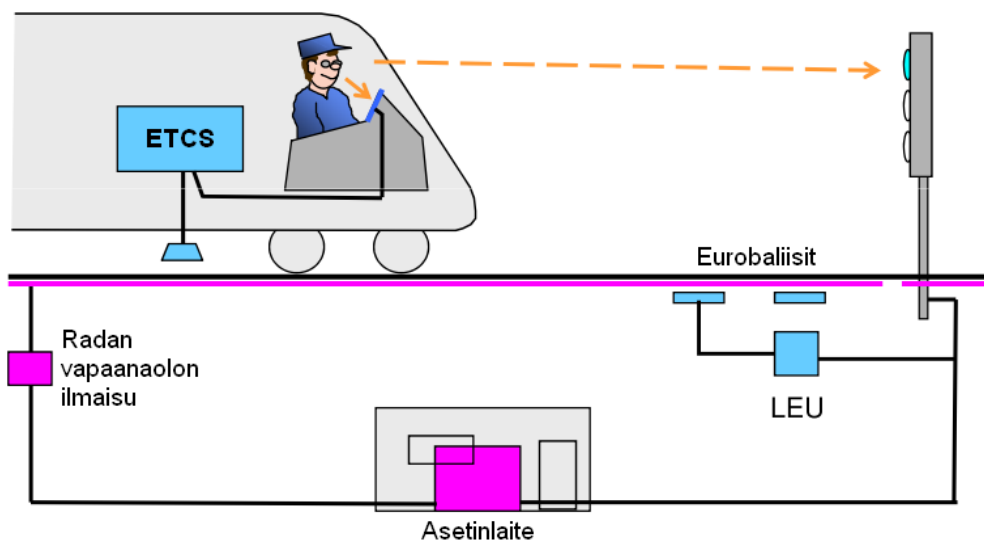
Kuva 2.4 ETCS+STM toimintaperiaate (ERTMS Training 2010 p.19).

Tason ETCS+STM käyttäminen tarkoittaa, että siirtymävaiheessa osa veturilaitteista muuttuu, mutta ratalaitteet pysyvät ennallaan. Radanvarren laitteiden järjestelmästä saatavat kulunvalvontatiedot siirretään junaan kansallisen järjestelmän kautta. Vetureita varustetaan siirtymävaiheessa ETCS-veturilaitteilla ja STM-laitteella. STM toimii ETCS:n rinnalla lukien JKV:n baliiseja ja ohjaten ETCS:n jarrutuskäskyjä. (Winter et al. 2009 s.92)

Kun ratalaitteiden muuttaminen ETCS-laitteiksi aloitetaan, tulee ETCS+STM varustetun veturilaitteen lukea myös eurobaliiseja, jotta voidaan tunnistaa tasolta toiselle siirtyminen. Veturilaitteeseen tulee syöttää ETCS-junatiedot, jotta siirryttäessä tasolta toiselle junan ei tarvitse pysähtyä ja voidaan valvoa junan maksiminopeutta. Veturilaitteelle tulee syöttää ETCS:n vaatimien tietojen lisäksi myös kansallisen järjestelmän (Suomessa JKV) vaatimat lisätiedot. (Winter et al. 2009 s.92)

## 2.7 ETCS taso 1

ETCS taso 1 yhdistetään kansallisen järjestelmän linjoihin, jotka on varustettu opastimilla ja ratalaitteilla. Kuvassa 2.5 on esitetty ETCS taso 1:n toimintaperiaate. Kommunikointi tapahtuu eurobaliisien avulla. Veturi on varustettu ETCS-veturilaitteilla ja se lukee radassa olevia eurobaliiseja. ETCS taso 1 järjestelmä voidaan toteuttaa käyttäen olemassa olevan kansallisen kulunvalvontajärjestelmän opastinjärjestelmää. Tällöin voidaan yhä hyödyntää olemassa olevia opastimia ja junan sijainti määritetään edelleen raidevirtapiirin tai akselinlaskijoiden avulla (käytössä JKV-järjestelmässä). (Winter et al. 2009)

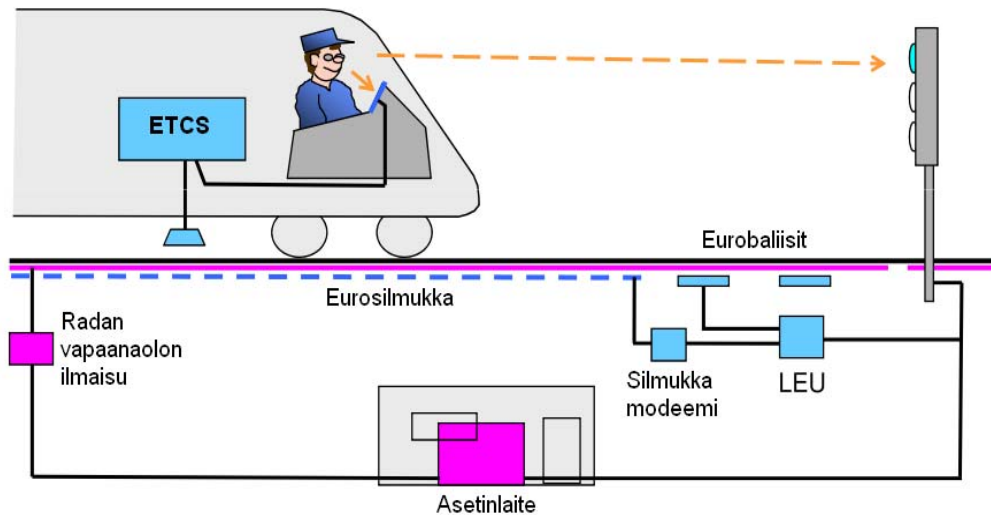


Kuva 2.5 ETCS taso 1 (ERTMS Training 2010 p.22).

ETCS-järjestelmän taso 1 käyttää raiteiden välissä olevia eurobaliiseja pistemäiseen tiedonsiirtoon välittämään ratalaitteilta veturilaitteille tietoa kulunvalvonnasta, nopeudesta ja ratatiedoista. Pistemäisyys tarkoittaa, että veturin ylittäessä baliisin veturin antennin signaali aktivoi baliisin ja baliisi lähettää sanoman veturilaitteelle. Tiedonsiirto on yksisuuntaista baliisista veturilaitteelle. Veturissa oleva näyttö, kuljettajapaneeli (Driver Machine Interface, DMI), näyttää vallitsevan sallitun nopeuden kuljettajalle. Veturissa oleva järjestelmä pitää junan ajoluvan sallituissa rajoissa (etäisyys, mihin saa edetä) sekä nopeuden sallituissa rajoissa. Veturilaitte laskee junan todellisen nopeuden ja vertaa sitä maksiminopeuteen. Tasolla 1 on jatkuva nopeuden valvonta. Junan nopeuden ylittäessä sallitun maksiminopeuden järjestelmä tekee automaattijarrutuksen. (Winter et al. 2009)

ETCS taso 1:n konsepti perustuu kolmeen periaatteeseen: olemassa olevan opastinjärjestelmän hyödyntämiseen rakentamisessa, ajoluvan saamiseen eurobaliisien kautta ja junan kokonaisuuden ja paikan määrittämiseen raidevirtapiiriin ja akselinlaskijoiden avulla. ETCS taso 1:n toimintaperiaate soveltuu hyvin lyhyen ajan toteutuksen strategialle, sillä olemassa olevan järjestelmän radanvarsien opastimet säilyvät. Jos halutaan siirtyä tasoa 2 kohti, vaaditaan merkittäviä muutoksia radanvarren laitteisiin. (Tillière 2005)

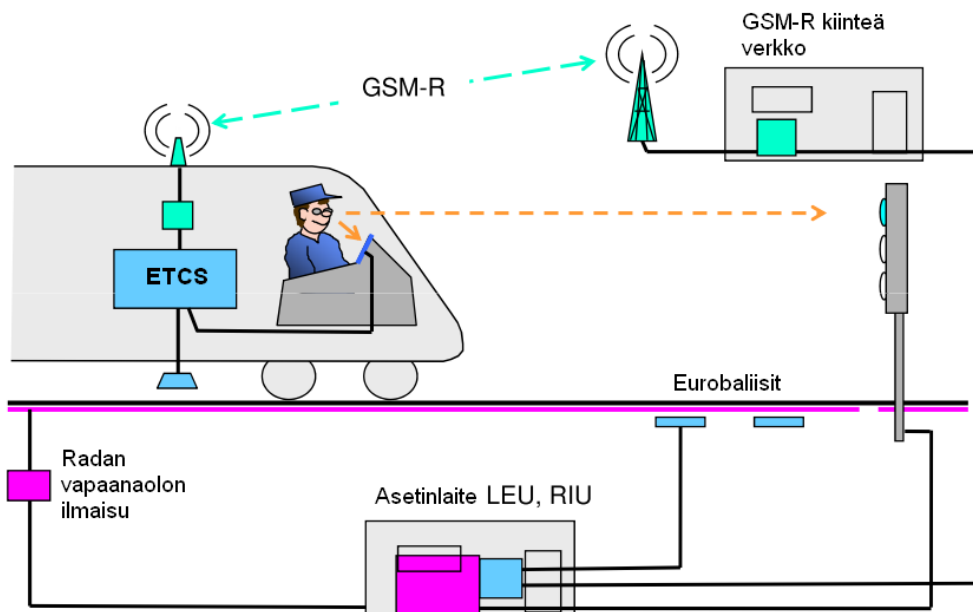
Tasolla 1 voidaan kapasiteettia lisätä käyttämällä lisäajotiedon syöttämiseen eurossilmukkaa tai GSM-R sovellusta. Tässä diplomityössä ei käsitellä näitä taso 1:n sovelluksia. Selkeyden vuoksi sovellukset on hyvä esitellä lyhyesti samassa yhteydessä ETCS taso 1:n perussovelluksen kanssa. Kuvassa 2.6 on esitetty ETCS taso 1 + eurossilmukka sovelluksen toimintaperiaate. (Winter et al. 2009)



Kuva 2.6 ETCS taso 1 + eurossilmukka (ERTMS Training 2010 p.25).

Käytettäessä eurossilmukkaa, erona ETCS taso 1 perussovellukseen on, että veturilaitteelle voidaan syöttää lisäajotietoa raiteiden välissä kulkevan säteilevän kaapelin avulla. Eurossilmukka aktivoituu junassa olevan eurobaliisien lukuun tarkoitetun antennin signaalien avulla. Lisäajotietoa voidaan tarvita kahdesta syystä: linjan kapasiteetin lisäämiseksi ja turvallisuussyistä. Junat, jotka lähestyvät seis-opastetta, voivat jatkaa matkaansa ilman viivettä seuraavan opastimen näyttäessä vihreää (aja) sallitulla maksiminopeudella, mutta vain jos lisäajotieto vastaanotetaan ennen saapumista seis-opastetta näyttävälle opastimelle. Tämä mahdollistaa junien lyhemmät vuorovälit ja kapasiteetin lisäämisen. (Winter et al. 2009 ss. 93-94)

Toisena vaihtoehtona lisäajotiedon syöttämiselle on kuvassa 2.7 esitetty ETCS taso 1 + GSM-R. GSM-R radiotiedonsiirtoa voidaan käyttää puolijatkuvaan tiedonsiirtoon tasolla 1. Tällöin ETCS tason 1 radat tulee olla varustettu GSM-R kattavuudella.



Kuva 2.7 ETCS taso 1 + GSM-R (ERTMS Training 2010 p.28).

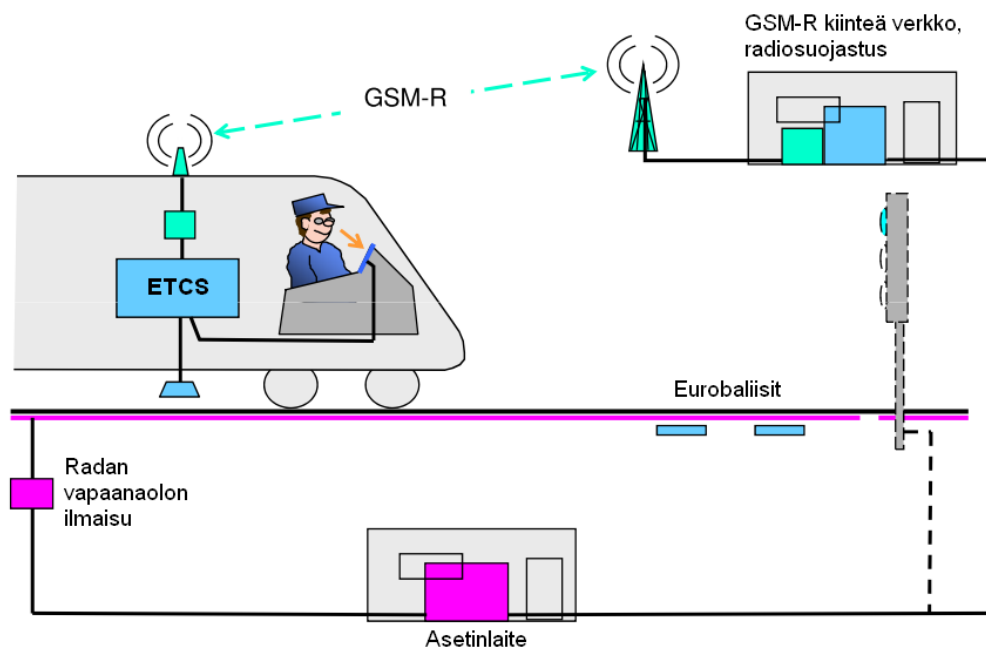
Perustiedot siirretään eurobaliisien kautta, mutta jos opastintiedoissa tulee muutoksia, lisäajotieto siirretään veturiin GSM-R kanavan kautta ilman viivettä. Lisäajotiedon päivittyminen GSM-R tekniikan tai eurosilmukan avulla mahdollistaa sujuvamman liikennöinnin, radan kapasiteetin tehokkaamman käytön ja lisäksi pystytään lisäämään junaliikenteen turvallisuutta. (Winter et al. 2009 ss. 93-94)

## 2.8 ERTMS muut tasot

Tässä diplomityössä käsiteltävä riskien arviointiprosessi koskee ETCS-järjestelmän tasoja ETCS + STM ja ETCS taso 1. ETCS-järjestelmällä on näiden tasojen lisäksi sovellukset ETCS taso 2 ja ETCS taso 3. Lisäksi on olemassa myös taso ETCS Regional, mikä on ETCS tason 3 sovellus. ERTMS/ETCS-järjestelmän mahdollisuuksista ja tässä diplomityössä käsiteltävien järjestelmän tasojen laajennettavuudesta saadaan parempi kuva esittelemällä lyhyesti myös näitä diplomityön ulkopuolelle jääviä järjestelmän tasoja. (Winter et al. 2009)

### 2.8.1 ETCS taso 2

ETCS taso 2 on kulunvalvontajärjestelmä, joka perustuu jatkuvalla muuttuvan tiedon siirrolle radiosuojastuskeskuksen ja veturilaitteiden välillä käyttäen rautateille suunniteltua GSM-R tekniikkaa. Eurobaliisit toimivat pääasiassa radan vapaanaolon ja radan infrastruktuurin tietojen siirrossa. Kuvassa 2.8 on esitetty ETCS-järjestelmän tason 2 toimintaperiaate. (Winter et al. 2009 s. 95)



Kuva 2.8 ETCS taso 2 (ERTMS Training 2010 p.31).

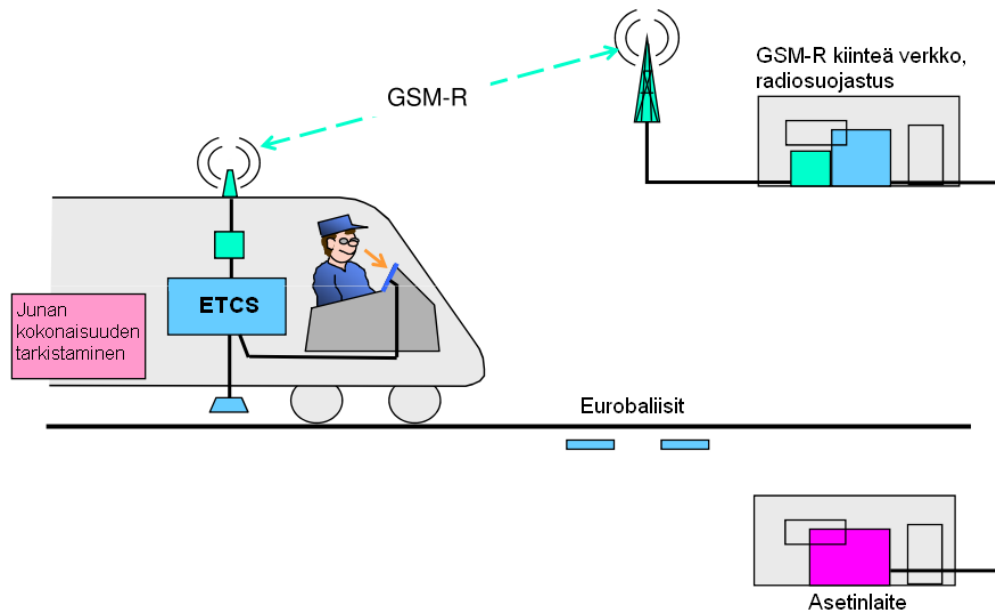
ETCS taso 2 sovelluksessa käytetään radiosuojastuskeskuksia (Radio Block Centre, RBC) ja rautateille suunniteltua GSM-R signaalia kulunvalvontatietojen siirtämiseen ja kommunikointiin. Opastimia ei tarvita, mutta niitä voidaan edelleen käyttää vara-järjestelmänä. Eurobaliiseja käytetään matkamittarin kalibrointiin ja kiinteiden rata-tietojen siirtämiseen radalta veturiin. Junan tarkka sijainti voidaan tarkistaa eurobaliisien avulla. Veturin ylittäessä eurobaliisin se lähettää sijaintitiedot veturilaitteelle ja veturilaitte lähettää tiedot sijainnista radiosuojastuskeskukseen tasaisin väliajoin. Nopeuden valvonta on jatkuvaa myös tasolla 2. ETCS-veturilaitteisto määrittää junan nopeuden, vertaa sitä sallittuun nopeuteen ja tarvittaessa tekee jarrutuksen. (Winter et al. 2009 s. 95)

Tason 1 sovelluksessa eurobaliisit saavat koodatun ratatiedot sisältävän sanoman koodaimelta. Tason 2 järjestelmässä asetinlaite ohjaa radiosuojastuskeskusta ja eurobaliisit toimivat veturin sijainnin tarkastuspisteinä. Tasolla 1 junan sijainti saadaan vanhojen ratalaitteiden avulla (akselinlaskijat, raidevirtapiirit) ja tasolla 2 sijainti saadaan veturista lähetetyn GSM-R signaalin avulla radiosuojastuskeskuksen kautta. Tasoon 1 verrattuna tasolla 2 kuljettajan ei enää tarvitse seurata opastimia. Tämä helpottaa kulunvalvonnan toimintaa erityisesti huonoissa sääolosuhteissa, kuten lumisade, rankkasade tai sumu. Lisäajotiedon avulla pystytään lisäämään radankäytön kapasiteettia ja turvallisuutta, kuten myös tason 1 eurosilmukan tai GSM-R tekniikan käytön tapauksissa. (Winter et al. 2009 s. 95)

Tason 2 sovellus sopii paremmin pitkän aikavälin strategialle, sillä uuden järjestelmän laitteet korvaavat vanhan järjestelmän radanvarren laitteet. Yleensä tason 2 toteutus valitaankin uusille linjoille tai kun tehdään vanhan linjan kokonaisvaltainen uudistus. Taso 2 on tällä hetkellä edistynein askel ERTMS-teknologiassa luoden mahdollisuuksia tason 3 sovelluksille. (Tillière 2005)

### 2.8.2 ETCS taso 3

ETCS taso 3 on vielä kehitysvaiheessa. Toteutuessaan se luo mahdollisuudet tulevaisuuden järjestelmälle, jolla pystytään entisestään tehostamaan radankäytön kapasiteettia ja turvallisuutta. Sen toiminta perustuu tason 2 periaatteisiin, mutta liikkuvien suojavälien avulla voidaan kasvattaa järjestelmän suorituskykyä, parantaa kapasiteettia ja käyttää lyhyempiä vuorovälejä. Kuvassa 2.9 on esitetty ETCS tason 3 toimintaperiaate. (Tillière 2005)



Kuva 2.9 ETCS taso 3 (ERTMS Training 2010 p.34).

Taso 3 vaatii ERTMS-järjestelmän mukaiset ratalaitteet ja se käyttää GSM-R signaalin avulla ohjaamoon päivitettävää tietoa nopeudesta, radan vapaana olost ja kulunvalvonnasta. Junan sijainti määritetään veturilaitteiden avulla. Taso 3 on radiopohjainen kulunvalvontajärjestelmä. Junan sijainti ja kokonaisuuden määrittäminen tapahtuu radiosuojastuskeskuksen ja junan lähettämien tietojen yhteistyönä. Euroradiota käytetään kommunikointiin ja eurobaliiseja pistemäiseen tiedonsiirtoon pääasiassa sijainnin varmentamiseen. (Winter et al. 2009 s. 95)

Tasolla 3 radan vapaana olo perustuu liikkuviin suojaväleihin. Juna varaa tietyn osuuden radasta, niin sanotun suojavälin, ja tämä suojaväli liikkuu junan mukana. Vain yksi juna voi liikkua suojavälin sisällä. Jos takana oleva juna tulee liian lähelle edellä kulkevaa junaa, järjestelmä tunnistaa sen ja hidastaa junan vauhtia tai tarvittaessa pysäyttää sen. Tasolla 3 pystytään lisäämään junien vuorovälejä ja saavuttamaan radan maksimikapasiteetti liikkuvien suojavälien ansiosta. ETCS tason 3 järjestelmä on vielä kehitysvaiheessa, mutta sillä arvioidaan olevan mahdollisuus tulla lopulliseksi käytössä olevaksi yleismaailmalliseksi järjestelmäksi. (Winter et al. 2009 s. 95)

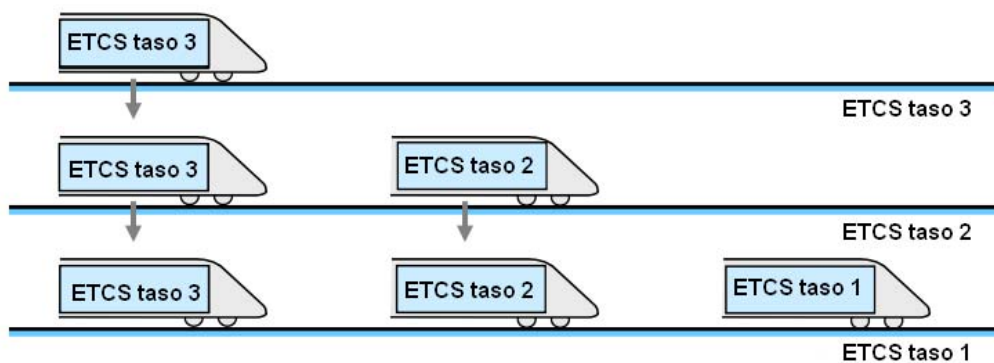
### 2.8.3 ETCS Regional

ETCS Regional -konseptin tavoite on mahdollistaa kustannustehokkaat merkinantoratkaisut vähäliikenteisille linjoille, kun kyseisille linjoille uusitaan tai rakennetaan merkinantolaitteistoa. Se on vähäliikenteisille radoille kehitetty ERTMS-tekniikkaan perustuva järjestelmä, jossa ratalaitteita voidaan ohjata GSM-R verkon kautta. ETCS Regional on ETCS tason 3 sovellus, mutta siinä on kiinteät suojavälit. (Winter et al. 2009 s.134)

Vähäliikenteisten linjojen ja junien varustaminen ERTMS-tekniikalla on tärkeää, sillä niillä liikkuvat junat liikkuvat myös kansallisen verkon radoilla ja niiden radat kuuluvat yleensä kansalliseen verkkoon. ETCS Regional toiminta on samankaltaista muiden ETCS tasojen toiminnan kanssa. Siinä liikenteenohjauskeskus tekee junalle kulkutien, jonka asetinlaite asettaa ja varmistaa, että kulkutie on vapaa. Asetinlaite varaa kulkutien ja antaa ilmoituksen radiosuojastuskeskukselle, että ajolupa voidaan antaa. Radiosuojastuskeskus lähettää ajoluvan veturilaitteelle GSM-R signaalin välityksellä ja viesti kuljettajanäytöllä osoittaa junan kuljettajalle, että juna saa edetä. Junan antenni aktivoi baliisin kulkiessaan sen yli. Baliisi lähettää sijaintitiedot veturilaitteelle ja veturilaitte lähettää ne radiosignaalin välityksellä eteenpäin. ETCS Regional -järjestelmästä saatavia hyötyjä ovat alhaiset toimintakustannukset, parempi turvallisuustaso, kasvanut kapasiteetti ja joustavuus linjoilla. (Banverket 2009)

## 2.9 ETCS tasolta toiselle siirtyminen

Tulevaisuudessa on mahdollista, että rataverkossa on rinnakkain käytössä ETCS:n eri tasoja. Ensimmäinen rinnakkaiskäyttö tapahtuu siirryttäessä nykyisestä JKV-järjestelmästä ETCS-järjestelmään STM-laitteen avulla. ETCS-järjestelmän eri tasot ovat alaspäin yhteensopivia, mikä tarkoittaa, että tason 3 järjestelmällä varustetut veturit voivat liikennöidä tason 3, 2 ja 1 radoilla, tason 2 järjestelmällä varustetut veturit voivat liikennöidä tason 2 ja 1 radoilla ja tason 1 järjestelmällä varustetut veturit voivat liikennöidä tason 1 radoilla. Tätä on havainnollistettu kuvassa 2.10. (Winter et al. 2009 s.92)



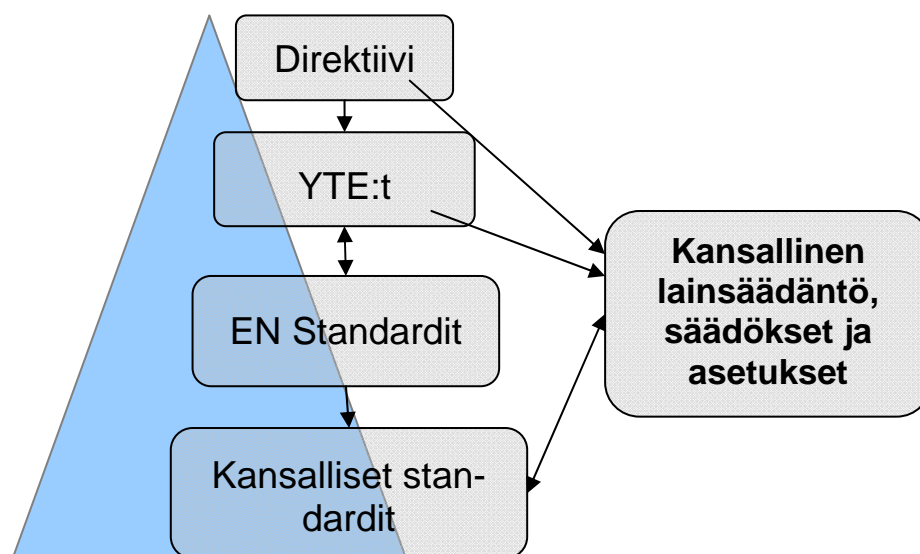
Kuva 2.10 ETCS tasojen alaspäin yhteensopivuus (ERTMS Training 2010 p.37).

Tietyt ETCS-järjestelmän toiminnot ovat itsenäisiä riippumatta käytettävästä ETCS tasosta. Toimintoja ovat: menetelmä baliisien ja radiotiedon siirrolle, menetelmä junan sijainnin määrittämiselle ja rekisteröinnille, ajolupatiedon siirtäminen veturilaitteelle, linjan kuvaus, erityiset toimintamoodit, aputoiminnot ja dynaamisen nopeuden mittaaminen. Tämän vuoksi on mahdollista nostaa veturilaitteiden tasoa ja alentaa kulku-  
tasoa. (Winter et al. 2009 s.92)



### 3 Turvallisuuden ja yhteentoimivuuden liittyvät lait, säädökset ja asetukset

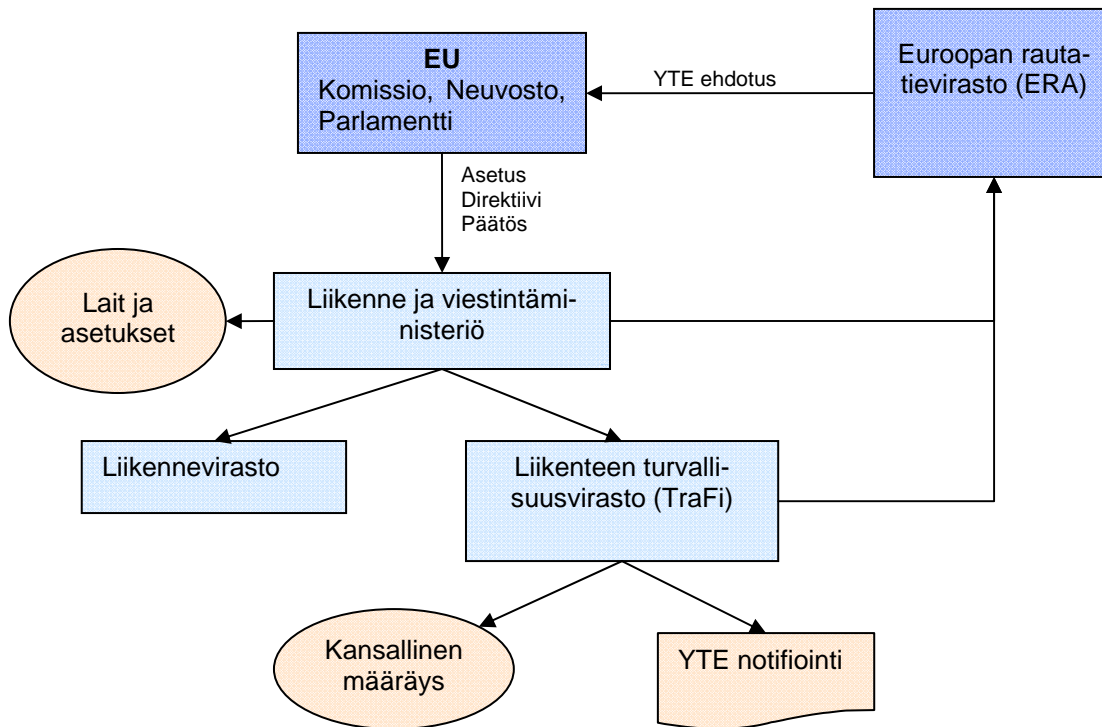
Uuteen yhteiseurooppalaiseen junaliikenteen hallintajärjestelmään siirtymisen käytäntöjen ja tavoitteiden taustalla on Euroopan Unionin säätämiä direktiivejä. Euroopan Unionin direktiivit tulee panna täytäntöön kansallisessa lainsäädännössä. (Winter et al. 2009 s.34) Euroopan rautateiden yhteentoimivuuden saavuttamiseksi annettujen lakien, säädösten ja asetusten riippuvuus voidaan esittää kuvassa 3.1 esitetyn kaavion mukaan. Yhteentoimivuuden teknisten eritelmien ja direktiivien avulla on tarkoitus lisätä turvallisuutta Euroopan rautateillä ja yhdenmukaistaa Euroopan Unionin alueella käytettävät riskien arviointiprosessit.



Kuva 3.1 Direktiivien, lakien, säädösten ja asetusten keskinäiset suhteet (soveltaen Verslype 2009).

Euroopan Unionin parlamentin ja neuvoston säätämät direktiivit vaikuttavat jäsenmaiden kansalliseen lainsäädäntöön. Yhteentoimivuuden teknisissä eritelmissä on annettu määräykset osajärjestelmän teknisistä ominaisuuksista teknisen yhteentoimivuuden saavuttamiseksi. Yhteentoimivuuden tekniset eritelmät pohjautuvat direktiiveihin. Tekninen yhteentoimivuus on pohjana toiminnalliselle yhteentoimivuudelle. Euroopan Komissio antaa standardisointijärjestöille standardisointimandaatin ja järjestöt laativat direktiivien vaatimukset toteuttavat standardit. Standardeissa esitetään olennaiset vaatimukset ja yhteentoimivuuden teknisissä eritelmissä esitetään tarkemmat tekniset vaatimukset. (Winter et al. 2009 ss. 33-46) EN Standardit tulee vahvistaa myös kansallisiksi standardeiksi. Suomessa tästä vastaa Suomen standardisointiliitto SFS (SFS 2010).

Kuvassa 3.2 on esitetty miten eri rautatietoihin liittyvät viranomaiset kytkeytyvät toisiinsa.



Kuva 3.2 Eri rautatieviranomaisten liittänyt toisiinsa.

Suomessa viranomaisina toimivat Liikenteen turvallisuusvirasto ja Liikennevirasto. Liikenteen turvallisuusvirasto toimii yhteistyössä Euroopan rautatieviraston kanssa, joka antaa Euroopan Unionin parlamentille ja neuvostolle ehdotuksia rautateihin liittyvästä lainsäädännöstä ja määräyksistä. Euroopan Unionin direktiivit tulee siirtää kansalliseen lainsäädäntöön. Yhteentoimivuuden tekniset eritelmät ovat voimassa sellaisinaan.

## 3.1 Kansallinen lainsäädäntö

Rautatiejärjestelmän yhteentoimivuuteen Suomessa vaikuttavat Rautatielaki (555/2006) ja Valtioneuvoston asetus rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta (705/2006) (Finlex 2010). Suomessa Liikenteen turvallisuusvirasto trafi toimii rautatieturvallisuudirektiivissä (2004/49/EY) määrättyinä kansallisena rautateiden turvallisuutta valvovana viranomaisena. Se panee täytäntöön eurooppalaiset rautatiesäädökset ja antaa täydentävät kansalliset määräykset (L 29.6.2006/555). Rautateiden yhteentoimivuutta säättävät EU-direktiivit ovat osa kansallista lainsäädäntöä.

### 3.1.1 Rautatielaki 29.6.2006/555

Rautatielain 29.6.2006/555 tarkoituksena on edistää rautatieliikennettä, rautatiejärjestelmän yhteentoimivuutta ja rataverkon käyttöä sekä kehittää rautateiden turvallisuutta. Rautatieliikenteen harjoittamista varten on oltava Liikenne- ja viestintäministeriön myöntämä toimilupa. Yhdessä Euroopan talousalueeseen kuuluvassa valtiossa myönnetty toimilupa on voimassa koko Euroopan talousalueella. Rautatieliikenteen yhteentoimivuutta varten on tärkeää määrittää yhteiset toimiluvan myöntämisen kriteerit, jotta yhdessä maassa hyväksytty toimija voi toimia myös muissa Euroopan maissa. (L 29.6.2006/555)

Rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta määrätään, että rautatiejärjestelmän on oltava mahdollisimman turvallinen ja teknisesti yhteentoimiva. Rautatiejärjestelmän turvallisuustasoa ja yhteentoimivuutta on kehitettävä alan teknisen ja muun rautatiejärjestelmän turvallisuuteen ja yhteentoimivuuteen vaikuttavan kehityksen mahdollistamalla tavalla. Rautatielain mukaan rautatiejärjestelmän osajärjestelmien ja yhteentoimivuuden osatekijöiden tulee toteuttaa olennaiset vaatimukset sekä niitä täydentävät yhteentoimivuuden tekniset eritelvät. Vaatimuksia tulee noudattaa osajärjestelmän ja yhteentoimivuuden osatekijöiden suunnittelussa, valmistuksessa, markkinoille saattamisessa, käyttöönotossa, parantamisessa, uudistamisessa ja käytössä. Rautatielaissa on huomioitu yhteentoimivuusdirektiivi ja sen määräykset on tuotu kansalliseen lainsäädäntöön. (L 29.6.2006/555)

Liikenne- ja viestintäministeriössä on valmistelussa Rautatielain kokonaisuudistus. Sen tavoitteena on panna kansallisesti täytäntöön Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/57/EY rautatiejärjestelmän yhteentoimivuudesta yhteisössä. Lisäksi täytäntöönpanossa otetaan huomioon myös rautatieturvallisuudirektiivin 2004/49/EY muutos. (LVMog1:00/2008)

### **3.1.2 Valtioneuvoston asetus rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta 750/2006**

Valtioneuvoston asetusta rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta 750/2006 sovelletaan rautatiejärjestelmän turvallisuuden ja yhteentoimivuuden varmistamiseksi ja kehittämiseksi siten, kun rautatielaissa (555/2006) säädetään. Asetuksessa säädetään rautatiejärjestelmän osajärjestelmistä, yhteentoimivuuden osatekijöistä, olennaisista vaatimuksista, vaatimuksenmukaisuuden arvioinnista, ilmoitetusta laitoksesta ja arviointimenettelystä. Asetuksessa määrätään, että turvallisuuden kannalta olennaisten rakenneosien ja erityisesti liikkuvaan kalustoon liittyvien laitteiden suunnittelulla, rakentamisella tai valmistamisella sekä huollolla ja valvonnalla on taattava turvallisuustaso, joka vastaa Euroopan laajuisen rautatiejärjestelmän yhteentoimivuuden teknisissä eritelmissä vahvistettuja vaatimuksia. Turvallisuustaso on taattava myös yhteentoimivuuden teknisissä eritelmissä määriteltyissä vajaatoimintatilanteissa. (VNa 750/2006)

Asetuksessa määrätään yhteentoimivuuden osatekijän arvioijaksi se ilmoitettu laitos, jolle yhteentoimivuuden osatekijän valmistaja tai sen edustaja on antanut tehtävää varten toimeksiannon. "Ilmoitetun laitoksen antaman tarkastustodistuksen perusteella valmistaja tai sen edustaja voi antaa yhteentoimivuuden osatekijälle EY-vaatimuksenmukaisuusvakuutuksen tai EY-käyttösoveltuvuusvakuutuksen Liikenteen turvallisuusvirasto trafin määräyksen mukaisesti, jos yhteentoimivuuden osatekijä vastaa tarkastustodistuksen perusteella olennaisia vaatimuksia." (VNa 750/2006)

Rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta annettua asetusta ollaan muuttamassa Liikenne- ja viestintäministeriössä valmisteilla olevalla uudella valtioneuvoston asetuksella. Uudessa asetuksessa huomioidaan Euroopan parlamentin ja neuvoston antama rautatieturvallisuudirektiivi 2004/49/EY. (LVMo62:00/2010)

## 3.2 Euroopan Unionin määräykset

Euroopan Unionin direktiivit edustavat Eurooppalaista lainsäädäntöä, jonka Euroopan parlamentti ja neuvosto on hyväksynyt ja joka tulee siirtää jäsenvaltioiden kansalliseen lainsäädäntöön. Vuonna 2004 perustetulla Euroopan rautatievirastolla (European Railway Agency, ERA) on keskeinen rooli EU:n määräysten antamisessa ja niiden soveltamisen valvonnassa. EU:n määräyksiä tulee soveltaa sen jäsenvaltioissa ja tietyiltä osin tuoda määräykset kansalliseen lainsäädäntöön. EU:n määräyksillä pyritään yhtenäistämään rautateiden turvallisuuteen liittyvät käytännöt, jotta voidaan saavuttaa yhteentoimiva Euroopan laajuinen rautatiejärjestelmä. (Winter et al. 2009)

### 3.2.1 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivit 96/48/EY ja 2001/16/EY

Euroopan Unionin Neuvosto antoi 23. huhtikuuta 1996 direktiivin Euroopan laajuisen suurten nopeuksien rautatiejärjestelmän yhteentoimivuudesta (96/48/EY). Tässä direktiivissä otettiin ensimmäistä kertaa käyttöön eurooppalaisen verkon yhteentoimivuuden käsite, tosin direktiivissä viitataan vain suurten nopeuksien rautatiejärjestelmään. Direktiivin tavoitteena on edistää kansallisten suurnopeusjunaverkkojen yhteenliittämistä ja yhteentoimivuutta. (Neuvoston direktiivi 96/48/EY) Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2001/16/EY on annettu Euroopan laajuisen tavanomaisen rautatiejärjestelmän yhteentoimivuudesta. Tämän direktiivin avulla yhteentoimivuus pystyttiin laajentamaan koskemaan myös tavanomaista junaliikennettä. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2001/16/EY)

Direktiivien tarkoituksena on määritellä olennaiset vaatimukset, jotka on täytettävä toteutettaessa yhteentoimivaa Euroopan laajuisia suurten nopeuksien ja tavanomaista rautatiejärjestelmää yhteisön alueella. Direktiivissä 2001/16/EY sanotaan: "Rautatiealalla sovellettavissa kansallisissa lainsäädännöissä sekä sisäisissä määräyksissä ja teknisissä eritelmissä on merkittäviä eroja, koska niihin on koottu kansalliselle teollisuudelle ominaisia erityistekniikoita ja niissä määrätään erityisistä mitoista ja laitteista sekä erityispiirteistä. Tämä tilanne estää juuri sen, että junat voisivat liikennöidä sujuvasti koko yhteisön alueella." (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2001/16/EY)

Direktiiveissä esitetään olennaiset vaatimukset yhteentoimivuuden teknisten eritelmien muodossa. Kutakin osajärjestelmää varten määrätään laadittavaksi yhteentoimivuuden tekninen eritelmä (jäljempänä YTE). Direktiiveissä määritetään myös, mitä YTE:ien tulee sisältää ja mitkä ovat niiden tehtävät. Yhteentoimivuuden osatekijöillä direktiivissä tarkoitetaan "osajärjestelmässä olevaa tai siihen tarkoitettua perusosaa, perusosien ryhmää, osakokonaisuutta tai kokonaisuutta, josta Euroopan laajuisen suurten nopeuksien rautatieverkon yhteentoimivuus on suoraan tai epäsuorasti riippuvainen." (Neuvoston direktiivi 96/48/EY)

Direktiivissä 2001/16/EY määrätään kukin jäsenvaltio myöntämään käyttöönottolupa sen omalla alueella sijaitseville tai siellä käytettävillä, Euroopan laajuisen tavanomaisen rautatiejärjestelmän rakenteellisille osajärjestelmille. Samassa direktiivissä määrätään myös ilmoitetuista laitoksista, joiden tarkoitus on toimia vaatimuksenmukaisuuden tai käyttönsoveltuvuuden arviointimenettelyn ja tarkastusmenettelyn suorittamisesta vastaavana laitoksena. Jäsenvaltioiden tulee ilmoittaa komissiolle ja muille jäsenvaltioille kunkin laitoksen tehtäväalue sekä komissiolta etukäteen saatu tunnusnumero. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2001/16/EY)

### 3.2.2 Rautatieturvallisuudirektiivi 2004/49/EY

Rautatiejärjestelmän turvallisuuden sääntely aloitettiin Euroopassa rautatieturvallisuus-direktiivin (2004/49/EY) myötä vuonna 2004. Direktiivin tarkoituksena on varmistaa yhteisön rautateiden turvallisuuden kehittäminen sekä rautatiemarkkinoille pääsymahdollisuuksien parantaminen. Jäsenvaltioiden tulee varmistaa, että rautateiden turvallisuustaso pystytään yleisesti säilyttämään ja että sitä parannetaan jatkuvasti, jos se on kohtuudella mahdollista. Direktiivissä määrätään rautatieyritykset velvollisiksi toteuttamaan tarvittavia riskienhallintatoimenpiteitä, soveltamaan kansallisia turvallisuussääntöjä ja -määräyksiä sekä ottamaan käyttöön turvallisuusjohtamisjärjestelmiä. Direktiivissä määrätään myös yhteisistä turvallisuustavoitteista (Common Safety Targets, CST). Niissä määritetään turvallisuustaso, joka vähintään on saavutettava rautatiejärjestelmän eri osissa ja koko järjestelmässä kussakin jäsenvaltiossa. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/49/EY)

Direktiivissä määrätään esimerkiksi rautateiden turvallisuuden kehittämisestä ja parantamisesta, yhteisistä turvallisuusindikaattoreista, yhteisistä turvallisuusmenetelmistä, yhteisistä turvallisuustavoitteista, kansallisista turvallisuussäännöistä ja turvallisuusjohtamisjärjestelmistä. Lisäksi siinä määrätään myös turvallisuusviranomaisista. Direktiivissä määrätään selkeästi, että kunkin jäsenvaltion on perustettava rautateiden turvallisuusviranomaisen. Suomessa turvallisuusviranomaisena toimii Liikenteen turvallisuusvirasto trafi. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/49/EY)

### 3.2.3 Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 881/2004

Euroopan parlamentti ja neuvosto antoi 29. huhtikuuta 2004 asetuksen N:o 881/2004 Euroopan rautatieviraston perustamisesta (European Railway Agency, ERA). Taustalla oli rautatieliikenteen tehokkuuden ratkaiseva merkitys Euroopan Unionille. Rautatie-toimintojen oli todettu perustuvan usein kansalliseen harkintaan kansalaisten tarpeiden sijaan. Jäsenvaltioiden rautatiejärjestelmien väliset erot olivat luoneet rajoja kansallisten rautatiemarkkinoiden välille ja estäneet alan dynaamisen kehittymisen Euroopan mittakaavassa. Asetuksessa Euroopan rautatieviraston (jäljempänä ERA) perustamisesta todetaan samanaikaisen turvallisuus- ja yhteentoimivuustavoitteeseen pyrkimisen edellyttävän paljon teknistä työtä, jonka johdossa on oltava erikoistunut elin. Tästä syystä asetuksessa todetaan tarpeelliseksi perustaa Euroopan rautateiden turvallisuutta ja yhteentoimivuutta käsittelevä virasto. (A 29.4.2004/881)

Asetuksessa määrätään ERA:n tavoitteeksi antaa komissiolle ja jäsenvaltioille teknistä apua Euroopan rautatiejärjestelmän yhteentoimivuuden ja turvallisuuden parantamiseksi. Tavoitteisiin pyrkiessään viraston tulee ottaa huomioon Euroopan unionin laajentumisprosessin ja rautatieyhteyksiin kolmansien maiden kanssa liittyvät erityisrajoitukset. Virasto on myös mukana yhteentoimivuuden teknisten eritelmien (YTE) laatimisessa ja rekisteröinnissä sekä niiden käyttöönoton valvonnassa. Virastolla ei ole itsenäistä päätösvaltaa, vaan se tekee ehdotuksia komissiolle. Viraston tulee myös valvoa ja seurata rautatiejärjestelmien yhteentoimivuuden edistymistä ja laatia edistymisestä raportti joka toinen vuosi. (A 29.4.2004/881) Viimeisin tällainen raportti on laadittu vuonna 2009 (ERA 2009).

### 3.2.4 Yhteentoimivuusdirektiivi 2008/57/EY

Suurten nopeuksien ja tavanomaisen rautatiejärjestelmän yhteentoimivuudesta annetut direktiivit (96/48/EY ja 2001/16/EY) yhdistettiin rautatiejärjestelmän yhteentoi-

mivuudesta yhteisössä annetulla direktiivillä (2008/57/EY) vuonna 2008. Direktiiviä kutsutaan yhteentoimivuusdirektiiviksi. Sen tarkoituksena on vahvistaa olennaiset edellytykset, jotka on rautatiejärjestelmän yhteentoimivuuden toteuttamiseksi täytettävä yhdessä rautatieturvallisuusedirektiivin (2004/49/EY) säännösten kanssa. Yhteentoimivuusdirektiivissä todetaan, että vaikka direktiivillä 2004/50/EY muutettiin direktiivejä 96/48/EY ja 2001/16/EY huomattavilta osin, selkeyden vuoksi ne tulisi laatia vielä uudelleen ja yhdistettävä niiden säännökset yhdeksi säädökseksi. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/57/EY)

Yhteentoimivuusdirektiivissä viitataan rautatiejärjestelmän osajärjestelmien (liikenteenohjaus ja valvonta (CCS), infrastruktuuri (INS), energia (ENE), liikkuva kalusto (RST), käyttötoiminta ja liikenteen hallinta (OPE), saavutettavuus (PRM) ja telemaattiset sovellukset (TAF/TAP)) yhteentoimivuuden teknisiin eritelmiin. Nämä tekniset eritelmit luovat osajärjestelmien olennaiset vaatimukset ja perusparametrit, jotta voidaan varmistaa yhteentoimivuuden perustaso (radan ja veturin yhteensopivuus). Direktiivissä määrätään, että yhteentoimivuuden teknisten eritelmien (YTE) laadinnassa ja yhteentoimivuuden osatekijöitä ja osajärjestelmiä koskevien lupien ja todistusten antamisessa käytettävät menettelyt ovat kummallekin järjestelmälle samat. Junien tulee voida liikkua vapaasti suurten nopeuksien verkosta tavanomaiseen verkkoon, joten kyseisten kahden järjestelmän YTE:t ovat suurelta osin keskenään samantaisia. Lisäksi joissakin osajärjestelmissä samaa YTE:ää voidaan soveltaa kumpaankin osajärjestelmään. Tämänkin vuoksi todetaan, että direktiivit 96/48/EY ja 2001/16/EY tulee yhtenäistää. Direktiivissä 2008/57/EY keskitytään erityisesti järjestelmien osajärjestelmiin sekä YTE:ien määrittelyyn. Direktiivi koskee säännöksiä, jotka liittyvät kunkin osajärjestelmän yhteentoimivuuden osatekijöihin, liitännöihin ja menettelyihin sekä rautatiejärjestelmän yhteentoimivuuden saavuttamiseksi vaadittaviin yhdenmukaisuuden edellytyksiin. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/57/EY)

### **3.2.5 Yhteinen turvallisuusmenetelmä (YTM-asetus (EY) N:o 352/2009)**

Riskienhallinta on pakollista rautateihin liittyvissä hankkeissa. Euroopan komissio antoi 24.4.2009 asetuksen (Komission asetusta (EY) N:o 352/2009) Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2004/49/EY 6 artiklan 3 kohdan a alakohdassa tarkoitetun riskien arviointia koskevan yhteisen turvallisuusmenetelmän (Common Safety Method, CSM) hyväksymisestä. Asetus tuli voimaan 19.5.2009. Asetusta kutsutaan myös YTM-asetukseksi (yhteinen turvallisuusmenetelmä, YTM). Asetuksella vahvistetaan kyseistä kohtaa koskeva yhteinen turvallisuusmenetelmä riskienhallintaan liittyen. Menetelmän tarkoituksena on säilyttää yhteisön rautateiden turvallisuustaso ja tarvittaessa parantaa sitä. Tavoitteena on yhtenäistää rautatieliikenteessä käytettävät riskienhallintaprosessit. (A 24.4.2009/352)

Asetusta sovelletaan 19.7.2010 lähtien kaikkiin merkittäviin teknisiin muutoksiin, jotka ovat direktiivissä 2008/57/EY esitetyn mukaisia. Ensimmäisessä vaiheessa asetusta koskee hankkeita, jotka vaativat rakenteellisen osajärjestelmän käyttöönottoluvan, tai joiden johdosta rautateiden liikkuvaan kalustoon tehdään merkittäviä muutoksia. Muutokset voivat olla teknisiä, toiminnallisia tai organisatorisia. YTM:ää ei tarvitse soveltaa vähemmän merkittäviin muutoksiin. Lisäksi asetusta ei sovelleta asetuksen voiman tullessa pitkälle edenneisiin hankkeisiin. YTM-asetusta aletaan soveltaa asteittain. 1.7.2012 alkaen asetusta ulottuu koskemaan kaikkia rautatiejärjestelmän merkittäviä teknisiä, toiminnallisia tai organisatorisia muutoksia, joilla voi olla vaikutusta rautatieliikenteen turvallisuuteen. Yhteistä turvallisuusmenetelmää on esitelty tarkemmin luvussa 4.3. (A 24.4.2009/352)

### 3.3 Yhteentoimivuuden tekninen eritelmä (YTE)

Yhteentoimivuuden tekniset eritelmit (Technical Specifications for Interoperability, TSI) on annettu eurooppalaisen rautatiejärjestelmän yhteentoimivuudesta annetun direktiivin 2008/57/EY nojalla. Eurooppalaiset tekniset eritelmit laaditaan teknistä yhdenmukaistamista ja standardointia koskevan lähestymistavan mukaisesti. Yhteentoimivuuden teknisissä eritelmissä (YTE) vahvistetaan määräykset, jotka yhteentoimivuuden osatekijän on täytettävä, sekä vaatimustenmukaisuuden arvioinnissa noudatettava menettely. Lisäksi niissä määritellään esimerkiksi käyttöönottolupaa varten tarvittavat testimenettelyt. Euroopan komission päätökset yhteentoimivuuden teknisistä eritelmistä luovat yhteentoimivuuden edellytykset eurooppalaiselle rautatiejärjestelmälle. Euroopan rautatievirasto valmistelee YTE:t komission antaman valtuutuksen mukaan. Euroopan komission päätökset YTE:istä pannaan täytäntöön kansallisin säädöksin. Kunkin jäsenvaltion on laadittava kansallinen yhteentoimivuuden teknisten eritelmien käyttöönottosuunnitelma. YTE:t eroavat direktiiveihin verrattuna siinä, että niiden noudattaminen on pakollista jäsenvaltioissa suoraan sellaisenaan ilman siirtämistä kansalliseen lainsäädäntöön. (Rautatievirasto 2010)

YTE:t tulevat uudestaan täytäntöönpantavaksi kansalliselle tasolle, kun Euroopan komissio antaa niistä päivitettyjä versioita. Suomessa toimijoiden tulee hakea uusi osajärjestelmän käyttöönottolupa trafilta jos YTE:ien alaisia osajärjestelmiä parannetaan tai uudistetaan olennaisesti. YTE:t on määritelty seitsemälle eri osajärjestelmälle, jotka on määritelty yhteentoimivuusdirektiivissä (2008/57/EY). Jokaiselle osajärjestelmälle laaditaan vähintään yksi YTE. (Rautatievirasto 2010)

Ohjaus-, hallinta- ja merkinanto-osajärjestelmää (CCS) koskeva yhteentoimivuuden tekninen eritelmä tavanomaiselle rautatiejärjestelmälle määrittelee toiminnot, rajapinnat ja suorituskyvyn vaatimukset, jotta voidaan varmistaa teknisen yhteentoimivuuden saavuttaminen. Tekninen yhteentoimivuus on edellytys toiminnalliselle yhteentoimivuudelle. ERTMS:ää koskien teknisen ja toiminnallisen yhteentoimivuuden erittely on tärkeässä asemassa. Nykyisin useissa Euroopan maissa on erilaisten liikenteenohjausjärjestelmien lisäksi käytössä erilaiset toiminnalliset säännöt. Maiden välisen rajat ylittävän rautatieliikenteen saavuttamiseksi YTE:issä määritellään vaatimukset tekniselle yhteentoimivuudelle. Kun tekniset edellytykset ovat olemassa, voidaan keskittyä toiminnalliseen yhteentoimivuuteen. (Komission päätös 2006/679/EY)

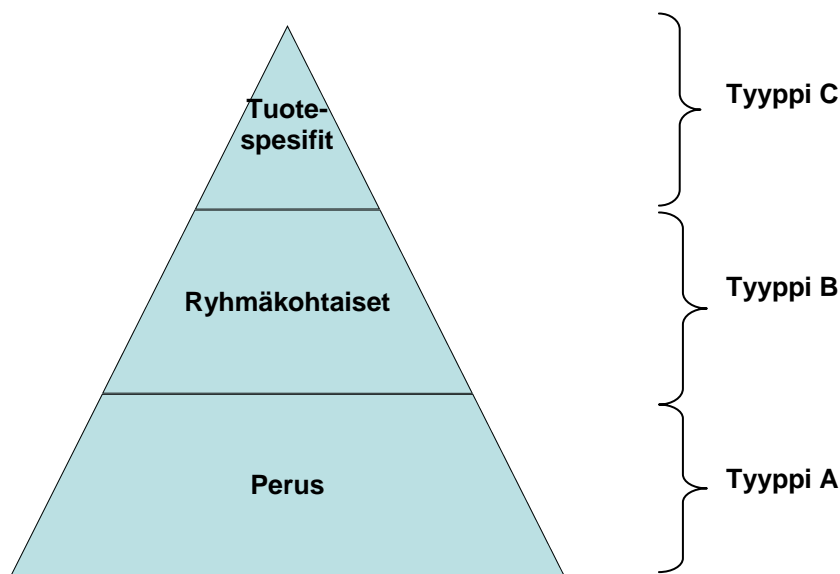
Komission päätöksessä 2006/679/EY määritellään ohjaus-, hallinta- ja merkinanto-osajärjestelmä YTE:n toteuttaminen. Siinä esitetään pääpiirteittäin YTE:n toteuttamisstrategia ja täsmennetään vaiheet, joiden kautta siirrytään nykytilanteesta lopulliseen tilanteeseen, jossa YTE:n noudattaminen on yleistä. Liikenteenohjausta ja -valvontaa käsittelevän yhteisen teknisen eritelmän liitteessä A määritellään luettelot UNISIG:n pakollisista ja lisätietoa sisältävistä eritelmistä liittyen liikenteenohjaukseen ja -valvontaan. (Komission päätös 2006/679/EY)

### 3.4 Standardit

Yhdenmukaistetut standardit ovat New Approach -lähestymistavan tai muiden direktiivien pohjalta laadittuja standardeja. New Approach -menetelmä otettiin käyttöön Euroopan komission päätöksellä 1985. Tarkoituksena on yksinkertaistaa ja nopeuttaa lainsäädäntöä. Tavoitteena on esittää tuotteille asetetut turvallisuuden, terveyden, ympäristön ja kuluttajansuojelun olennaiset vaatimukset direktiiveissä ja jättää yksityiskohdat standardeihin. Lainsäädännöllinen yhtenäistäminen on rajoitettu keskeisiin vaatimuksiin, jotka tulee saavuttaa, jos tuotteiden halutaan hyötyvän vapaasta liikkumisesta EU:n talousalueen sisällä. Tekniset eritelvät, jotka mahdollistavat tuotteille asetetut vaatimukset (asetettu New Approach direktiiveissä), on asetettu yhtenäistetyissä standardeissa. Tuotteet, jotka on valmistettu yhtenäistettyjen standardien mukaan, hyötyvät oletuksesta yhdenmukaisuuteen vastaavanlaisten tärkeiden vaatimusten kanssa. (SFS 2010)

New Approach -direktiivejä tukevat yhtenäistetyt standardit. Standardeilla on tärkeä rooli direktiivien soveltamisessa. Yhdenmukaistettujen standardien laadinnasta vastaavat Eurooppalaiset standardoimisjärjestöt (CEN, CENELEC, ETSI). Suomi on mukana järjestöjen toiminnassa. Standardien soveltaminen on vapaaehtoista, mutta niiden muuttaminen kansallisiksi standardeiksi on pakollista. Suomessa yhtenäistetyt standardit muutetaan SFS-standardeiksi. Standardien noudattamisen avulla voidaan osoittaa, että tuotteet täyttävät lainsäädännön turvallisuusvaatimukset. (Euroopan Komissio 2010)

Standardit on jaettu kolmeen tyyppiin: tyyppi A, B ja C. Näitä kutsutaan myös termein turvallisuuden perusstandardi (A), turvallisuuden ryhmästandardi (B) ja tuote-spesifit standardit (C). Tätä jakoa on esitetty kuvassa 3.3. Tyypin C tuotespesifit standardit ovat huipputaso standardeja ja ne ovat etusijalla tyyppeihin A ja B nähden. (Tricker 2000)



Kuva 3.3 Standardien ja direktiivien tyypit.



Tyyppin A standardit pohjautuvat perusdirektiiveille, jotka koskevat suurinta osaa tuotteiden ja koneiden toimittajista. Niissä esitetään perusteet, suunnitteluperiaatteet ja yleiset näkökohdat. Tyyppin B standardit koskevat tiettyä ryhmää tuotteita ja käsittelevät erityisiä turvallisuusongelmia. Ne on jaettu edelleen B1 ja B2 standardeihin. B1 standardit pätevät tiettyihin turvallisuusnäkökohtiin, kuten pintalämpö ja turvallisuusetaisyys. B2 standardit pätevät tiettyihin turvallisuuslaitteisiin tai komponentteihin, kuten turvallisuuskatkaisijat. Tyyppin C tuotespesifit standardit koskevat tietyn tuotteen yksityiskohtaisia turvallisuusvaatimuksia. Standardia pidetään yhtenäistettynä, kun se julkaistaan Euroopan Yhteisön virallisessa lehdessä. (Tricker 2000)

Direktiivin 2004/50/EY Euroopan laajuisen suurten nopeuksien rautatiejärjestelmän yhteentoimivuudesta annetun direktiivin 96/48/EY ja Euroopan laajuisen tavanomaisen rautatiejärjestelmän yhteentoimivuudesta annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2001/16/EY muuttamisesta pohjalta on laadittu New Approach -menetelmää soveltaen yhdenmukaistettuja standardeja. Listat standardien viitetiedoista on julkaistu Euroopan unionin virallisessa lehdessä C 97 16.4.2010. (Euroopan komissio 2010)

Suomessa Eurooppalaiset standardit vahvistetaan SFS-standardeiksi. Lista direktiivin 96/48/EY pohjalta laadituista standardeista on luettavissa Suomen standardoimisliiton (SFS) verkkosivuilta. Osa ERTMS:ään liittyviä standardeja on esitetty taulukossa 3.1.

Taulukko 3.1 ERTMS:än liittyvät standardit (Winter et al. 2009 s. 44).

Viite	Dokumentin nimi ja kommentit	Versio
SFS-EN 50126	Rautatiesovellukset – Luotettavuuden, käytettävyyden, ylläpidettävyyden ja turvallisuuden (RAMS-periaate) eritelmä ja osoittaminen	1999
SFS-EN 50128	Rautatiesovellukset – viestintä-, merkinanto- ja tietojenkäsittelyjärjestelmät – Rautateiden ohjaus- ja turvajärjestelmien ohjelmistot	2001
SFS-EN 50129	Rautatiesovellukset – viestintä-, merkinanto- ja tietojenkäsittelyjärjestelmät – Turvallisuuteen liittyvät elektroniset merkinantojärjestelmät	2003
SFS-EN 50125-1	Rautatiesovellukset – Laitteiden ympäristövaatimukset – Osa 1: Liikkuvaan kalustoon asennetut laitteet	1999
SFS-EN 50125-3	Rautatiesovellukset – Laitteet ja ympäristövaatimukset – Osa 3: Merkinanto- ja tietoliikennelaitteet	2003
SFS-EN 50121-3-2	Rautatiesovellukset – Sähkömagneettinen yhteensopivuus – Osa 3-2: Liikkuva kalusto – laitteet	2000
SFS-EN 50121-4	Rautatiesovellukset – Sähkömagneettinen yhteensopivuus – Osa 4: Merkinanto- ja tietoliikennelaitteiden synnyttämät häiriöt ja häiriönsietokyky	2000
SFS-EN 50238	Rautatiesovellukset – Liikkuvan kaluston ja junien ilmaisuun käytettävien järjestelmien yhteensopivuus	2003

Taulukossa 3.1 viimeisenä mainittua standardia ei ole Winter et al. (2009) esittämässä luettelossa, mutta kyseinen standardi on mainittu ohjaus-, hallinta- ja merkinanto-osajärjestelmää koskevassa yhteentoimivuuden teknisessä eritelmässä (Komission

päätös 2006/679/EY). Kehitettäessä ja hyväksytettäessä uuden merkinantojärjestelmän turvallisuutta sekä varmistettaessa uuden järjestelmän käyttöönoton turvallisuutta, käytetyt päästandardit ovat CENELEC:n Euronormit EN 50126, EN 50128 ja EN 50129. Nämä standardit on tarkoitus yhdistää yhdeksi standardiksi. Kyseiset standardit asettavat kehyksen rautateilla käytettäville eri ohjelmoitaville järjestelmille, joille määritellään turvallisuuden eheyden tasot. Näistä tasoista käytetään yleisesti lyhennettä SIL (Safety Integrity Level, SIL). SIL tasoja on neljä, joista alhaisin on SIL1 ja korkein on SIL4. SIL4 tason saavuttamiseksi on asetettu tiukimmat vaatimukset järjestelmän toteutukselle ja tekniikalle. SIL4 taso vaaditaan järjestelmille, joiden vaarojen seuraukset voivat johtaa katastrofaalisiin seurauksiin. Rautatievaatimuksissa on yleisesti käytössä SIL4 turvallisuustaso. (IRSE news 2010)

### 3.5 Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi

Liikenteen turvallisuusviraston trafin päätehtävänä on vastata liikennejärjestelmän sääntely- ja valvontatehtävistä, kehittää aktiivisesti liikennejärjestelmän turvallisuutta ja edistää liikenteen ympäristöystävällisyyttä. Se panee täytäntöön eurooppalaiset rautatiesäädökset ja antaa täydentävät kansalliset määräykset. Trafi muodostettiin vuoden 2010 alussa liittämällä yhteen Ajoneuvohallintokeskus AKE, Ilmailuhallinto, Merenkulkulaitoksen meriturvallisuustoiminto ja Rautatievirasto. Trafi vastaa Suomessa rautatiejärjestelmän turvallisuudesta. Trafi antaa määräyksiä rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta. Rautatieturvallisuudirektiivissä (2004/49/EY) edellytetään, että jokaisessa jäsenvaltiossa on oltava erillinen virasto valvomaan rautateiden turvallisuutta. (Trafi 2010)

Liikenteen turvallisuusvirasto vastaa rautatiejärjestelmän turvallisuuden ja yhteentoimivuuden valvonnasta Suomessa. Rautatiejärjestelmässä käytettävän rakenteellisen osajärjestelmän käyttöönottamiseen on oltava Liikenteen turvallisuusviraston myöntämä käyttöönottolupa. Liikenteen turvallisuusviraston on myönnettävä käyttöönottolupa yhteentoimivuuden teknisten eritelmien vaatimukset täyttävälle osajärjestelmälle. Liikenteen turvallisuusvirasto antaa myös tarkemmat määräykset yhteentoimivuuden teknisten eritelmien täytäntöönpanosta Suomessa. (L 29.6.2006/555)

Trafi on julkaissut vuonna 2010 Rautateiden säädöskäsikirjan, johon on koottu EU-lainsäädännön ja kansallisen lainsäädännön keskeisimmät rautatiealan säädökset. Säädöskäsikirjan tarkoituksena on tuoda säädökset lähemmäksi rautatiealan toimijoita, lisätä säädösten sekä niiden säännösten tunnettavuutta sekä helpottaa työnteoa. Säädöskäsikirjasta löytyy EU-lainsäädäntö, kansallisen lainsäädännön lait, asetukset ja määräykset. Säädöskäsikirjasta löytyy myös luettelo Euroopan komission antamista yhteentoimivuuden teknisistä eritelmistä. (Trafi: Rautatiet 2010)

Säädöskäsikirjan kansallisen lainsäädännön osuudessa määrätään STM-laitteesta sekä sen testaamisesta ja tarkastamisesta. Määräystä sovelletaan ETCS-veturilaitteella varustettuun liikkuvaan kalustoon. STM-laitteelle on asetettu vaatimuksiksi, että sen tulee täyttää EN-standardien vaatimukset ja se on asennettava siten, että se toimii kaikissa olosuhteissa sille asetettujen vaatimusten mukaisesti. ETCS-veturilaitteen ja STM-laitteen välisen liitännän ja tiedonsiirron on täytettävä UNISIG SUBSET asiakirjoissa esitetyt vaatimukset. Tällaisia SUBSET asiakirjoja ovat 026, 035, 056, 057, 074-2, 058 ja 101. Lisäksi määrätään, että STM-laite on testattava ja siten osoitettava, että se toimii asetettujen vaatimusten mukaisesti ja toteuttaa sille asetetut toiminnot. (Trafi: Rautatiet 2010, ss. 465-466)

## 3.6 Liikenneviraston ohjeet

Liikennevirasto toimii Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalla ja se vastaa liikenteen palvelutason ylläpidosta ja kehittämisestä valtion hallinnoimilla liikenneväylillä. Liikennevirasto julkaisee ohjeita ja suunnitelmia ja sen verkkosivuilta on löydettävissä tilastoja, toimintalinjoja, tutkimuksia ja selvityksiä sekä väylätietoja. Vuoden 2010 alusta liikennevirastoon yhdistyivät merenkululaitoksen väylätoiminnot, ratahallintokeskus ja tiehallinnon keskushallinto. Rautatieturvallisuuteen liittyen Liikennevirasto antaa radanpidon ohjeet. Näitä ovat kaikki valtion rataverkon käyttöä, kunnossapitoa, suunnittelua ja rakentamista koskevat ohjeet. Rautatiesuunnitteluun liittyen olennaisia ohjeita ovat Ratatekniset ohjeet (RATO). Ne käsittävät perustiedot radan ja ratalaitteiden suunnittelua, rakentamista, tarkastusta ja kunnossapitoa varten ja niitä on noudatettava kaikissa näissä toiminnoissa. (Liikennevirasto 2010)

Liikennevirasto (entinen Ratahallintokeskus) julkaisi joulukuussa 2006 Eurooppalaisen junaliikenteen hallintajärjestelmän (ERTMS) Suomen kansallisen toteuttamissuunnitelman. Toteuttamissuunnitelma on tehty kuvaamaan Suomen kansallista tahotilaa ja kykyä eurooppalaisen rautatieliikenteen hallintajärjestelmän toteuttamiseen. (Härkönen 2006)

## 4 Riskienhallinta

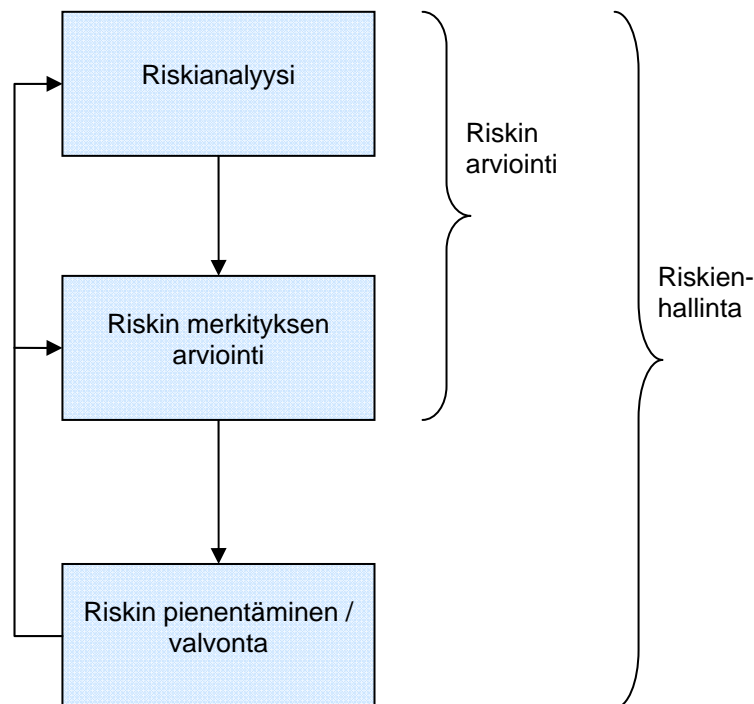
Euroopan eri maiden rautatieliikenteen riskienhallintaprosesseja on toteutettu maa-kohtaisesti ilman yhtenäisiä menetelmiä. Yhteisten menetelmien puute on aiheuttanut, että ei voida taata yhtenäistä turvallisuuden tasoa ja riskienhallintaprosessien vertailtavissa olevaa laatua. Euroopan komission asetuksella yhteisistä turvallisuusmenetelmistä (Komission asetus (EY) N:o 352/2009) liittyen riskienhallintaan pyritään yhtenäistämään nykyiset, toisistaan eroavat käytännöt. (Breyne & Jovicic 2010)

Standardissa EN 50126 (Rautatiesovellukset – Luotettavuuden, käytettävyyden, ylläpidettävyyden ja turvallisuuden (RAMS-periaate) eritelmä ja osoittaminen) riski määritellään vaaran esiintymisen todennäköisyyden ja kyseisen vaaran seurausten vakaavuuden yhdistelmäksi. Vaara on mahdollinen vahingon lähde tai vahingon mahdollistava tilanne. (EN 50126:1999)

Liikennevirasto julkaisi 15.9.2010 ohjeen Riskienhallinta radan suunnittelussa. Se on yleinen hankesuunnitteluvaiheen riskienhallintaohje. Ohjeessa kuvataan riskienhallintaa yleisellä tasolla ja esitetään riskienhallinnan toteuttaminen jokaisessa radan hankesuunnitteluvaiheessa. Ohjeen ja siinä esitettyjen työkalujen tarkoituksena on pyrkiä kehittämään ja yhtenäistämään ratahankkeiden hankesuunnitteluvaiheen riskienhallintaa. Ohjeen taustalla on YTM-asetuksen mukaisen riskienhallintaprosessin noudattaminen. (Liikenneviraston ohjeita 10/2010)

### 4.1 Riskienhallinnan osatekijät

Riskienhallinta sisältää riskianalyysin, riskien merkityksen arvioinnin ja riskien pienentämisen sekä riskin valvonnan. Riskianalyysi on saatavissa olevan tiedon järjestelmällistä käyttämistä vaarojen tunnistamiseksi sekä niistä aiheutuvien riskien suuruuden arviointia vaaran toteutumisen todennäköisyyden (taajuus) ja seurausten arvioinnin avulla. Riskien arviointi on riskianalyysin ja riskin merkityksen arvioinnin kokonaisuus. Riskianalyysin avulla saadaan riskin merkityksen arvioinnissa tarvittavia tietoja. Riskin merkityksen arvioinnissa tehdään päätös, tarvitaanko riskin pienentämistä vai ei. Kuvassa 4.1 on esitetty riskienhallinnan osatekijät. (SFS-EN ISO 14121-1)



Kuva 4.1. Riskienhallinnan osatekijät (Heikkilä et al. 2007).

Riskienhallinta sisältää riskianalyysin ja riskien merkityksen arvioinnin lisäksi toimenpiteiden suunnittelun, toteuttamisen ja seurannan. Riskianalyysillä voidaan selvittää, millaiset tapaukset analysoitavassa kohteessa voivat johtaa ei-toivottuihin seurauksiin, mitkä ovat niiden seuraukset ja mikä on niiden todennäköisyys. Riskin suuruutta voidaan arvioida käyttämällä riskimatriisia, jossa muuttujina ovat haitallisten seurausten luonne ja suuruus sekä todennäköisyyden tai esiintymistiheyden suuruus. (Heikkilä et al. 2007) Riskin suuruuden arvioinnin jälkeen tehdään riskin merkityksen arviointi, jotta voidaan päättää, tarvitaanko riskin pienentämistä. Jos riskin pienentämistä tarvitaan, on valittava toimenpiteitä, joilla riski saadaan pienennettyä hyväksyttävälle tasolle. (SFS-EN ISO 14121-1)

Riskienhallinnan avulla voidaan tunnistaa arvioitavan kohteen mahdolliset puutteet, virheet tai haittatekijät. Riskienhallinta on osana projektin tai hankkeen turvallisuuden kokonaisvaltaista hallintaa ja on merkittävä osa laatua. Jokaisen merkittävän päätöksen yhteydessä arvioidaan siihen liittyviä riskejä. Riskienhallinta tukee turvallisuuden ylläpitoa ja on osa hyvää hankkeen johtamista, toiminnan suunnittelua ja turvallisuuden varmistamista. (Liikenneviraston ohjeita 10/2010)

Riskianalyysi aloitetaan määrittämällä ja rajaamalla kohde, mihin riskianalyysi kohdistuu. Tämän jälkeen tunnistetaan ja kirjataan vaarat sekä tehdään mahdollinen vaarojen luokittelu. Vaarojen tunnistuksessa voidaan käyttää apuna erilaisia tunnistusmenetelmiä kuten potentiaalisten ongelmien analyysi (POA), poikkeamatarkastelu (HAZOP), toimintovirheanalyysi (TVA) ja vika- ja vaikutusanalyysi (VVA). Käytettävä menetelmä määritellään analysoitavana olevan kohteen perusteella. Vaaroja arvioi-

daan niiden toteutumisen todennäköisyyden (taajuuden) sekä toteutuessaan aiheutaman vahingon suuruuden perusteella. Näiden tekijöiden perusteella voidaan määrittää riskin suuruus. Riskit voidaan lajitella niiden suuruuden mukaan, jolloin nähdään, mihin riskeihin tulee puuttua ensin. Suurimpiin riskeihin tulee aina puuttua ensin. Haluttaessa priorisoida todennäköisyyden tai seurausten vakavuuden suuruutta tulee ne huomioida riskien merkittävyydestä päätettäessä. (VTT riskianalyysit 2010)

Riskien arvioinnin tuloksena saadaan riskilista, jonka perustella voidaan kohdentaa toimenpiteet suurimmille riskeille. Riskeille tulee esittää toimenpiteitä niiden estämiseksi, poistamiseksi, korvaamiseksi tai pienentämiseksi. Ensimmäisenä vaihtoehtona tulisi olla suurimpien riskien ennaltaehkäisy. Riskien toimenpiteille nimetään vastuulliset henkilöt tai organisaatiot, ja toimenpiteiden toteutusta ja niiden vaikutuksia tulee seurata. Hyvään riskienhallintaan kuuluu dokumentointi, jolloin voidaan seurata riskienhallinnan edistymistä ja vertailukelpoisuutta sekä tarvittaessa päivittää tietoja. Riskienhallinta ei ole kertaluonteinen prosessi, vaan riskien hallintakeinoja ja niiden vaikutusta tulee seurata ja tarvittaessa tehdä riskien arviointi uudelleen. (VTT riskianalyysit 2010)

Rautateillä riskien arviointia tulee tehdä järjestelmän kaikissa elinkaaren vaiheissa. Riskien arviointi eri elinkaaren vaiheissa tulee dokumentoida hyvin, jotta seuraavassa vaiheessa tehtävässä riskien arvioinnissa tiedetään, mitä on jo tehty. (EN 50126:1999) Myös YTM-asetus vaatii rautateillä tehtävää riskien arviointia kaikissa elinkaaren vaiheissa (Breyne & Jovicic 2010).

## 4.2 Riskianalyysin laatu

Riskienhallinnan laatua voidaan arvioida eri kriteerein. Tässä luvussa esitetään Heikkilä et al. (2007) tutkimuksessaan esittämät kriteerit hyvälle riskienhallinnalle. Niitä soveltaen tässä diplomityössä arvioidaan ERIS1-projektin riskien arvioinnin laatua ja onnistumista.

Hyvän riskianalyysin pohja luodaan suunnitteluvaiheessa hyvällä tavoitteen asettelulla, rajauksien tekemisellä ja oikean analyysimenetelmän valinnalla. Laadukkaassa riskianalyysissa on löydettävissä seuraavat tekijät:

- **Tavoitteen määrittely:** Suunniteltaessa riskianalyysia määritellään analyysin tavoite, käsitellään analyysin sisältöä, käytettäviä menetelmiä sekä toteuttamista ja raportointitapaa. Lisäksi määritellään tulosten käyttötarkoitus.
- **Kohteen rajaus:** Riskianalyysissä tarkasteltava kohde rajataan tavoitteen määrittelyssä asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Rajaukset tehdään selviksi ja ne saatetaan kaikkien riskianalyysiin osallistuvien henkilöiden tietoon.
- **Oikean menetelmän valinta:** Menetelmän valinta riippuu tarkasteltavasta kohteesta, asetetuista tavoitteista, käytettävissä olevasta tiedosta ja osallistuvista asiantuntijoista. Riskianalyysissa voidaan käyttää tarvittaessa useampia menetelmiä, sillä kaikkia riskejä ei välttämättä löydetä yhdellä menetelmällä.
- **Lähtötietojen laatu:** Tarkasteltavaa kohdetta ja sen toimintaa kuvaavia dokumentteja, kuten piirustuksia ja ohjeita, käytetään riskianalyysin lähtötietoina. Riskianalyysin onnistumiseksi on tärkeää, että tiedot ovat ajantasaisia.
- **Vetäjän pätevyys:** Riskianalyysin vetäjällä on suuri merkitys analyysin onnistumiselle. Koko riskianalyysiprosessin ajan tarvitaan asiantuntemusta ja riskiana-

lyysiin perehtyneisyyttä. Pätevä vetäjä hallitsee käytettävän riskianalyysimenetelmän ja ymmärtää tarkasteltavan kohteen toimintaa.

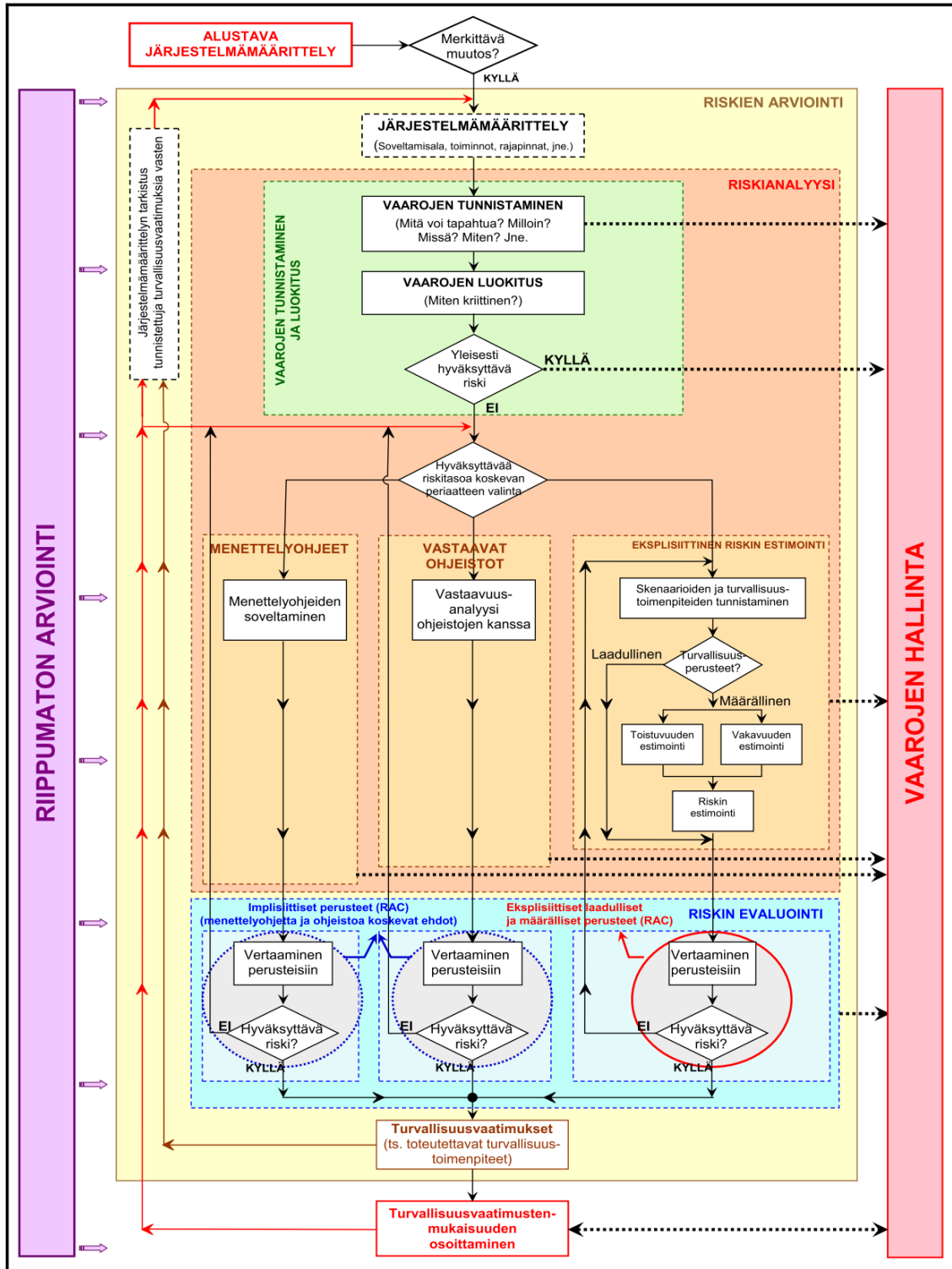
- **Resurssien varaus:** Riskianalyysimenetelmät perustuvat usein ryhmätyöskentelyyn. Riskianalyysia ei voida tehdä laadukkaasti, elleivät kaikki työryhmän jäsenet ole sitoutuneet sen toteuttamiseen.
- **Dokumentointi:** Riskianalyysin tulokset kirjataan analyysilomakkeille. Hyvä dokumentointi on edellytys riskianalyysin hyödyntämiselle, tulosten arvioimiselle ja niiden myöhemmälle käytölle ja päivittämiselle. Analyysilomakkeiden lisäksi tehdään riskianalyysiraportti, johon kootaan tiedot siitä, mitä on tehty, miten on tehty, ketkä ovat osallistuneet, keskeiset tulokset ja jatkosuunnitelmat.
- **Tulosten ja toteutuksen tavoitteenmukaisuus:** Hyvä riskianalyysi on toteutettu asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Toteutustapa, käytettävä analyysimenetelmä ja analyysiin osallistuvat henkilöt on valittu siten, että valinnoilla voidaan toteuttaa asetettu tavoite.
- **Tulosten viestintä:** Tulokset viestitään päättävälle tahoille siten, että riskianalyysin tuloksia voidaan käyttää päätöksenteon tukena.

Riskianalyysin toteutuksessa kannattaa käyttää hyödyksi aiemmin tehtyjä riskianalyyskejä niin paljon kuin mahdollista. Niiden laatu ja oikeellisuus tulee kuitenkin varmistaa, jotta ei käytetä väärää tai virheellistä tietoa. Riskianalyysiin osallistuvilla henkilöillä olisi hyvä olla kokemusta riskianalyysin tekemisestä. (Heikkilä et al. 2007)

## 4.3 Yhteinen turvallisuusmenetelmä

Vuodesta 2000 alkaen Euroopan yhteisön jäsenvaltiot ovat kehittäneet omia rautateiden turvallisuussääntöjä ja rautatiestandardeja. Niiden perustana ovat usein olleet kansalliset tekniset ja toiminnalliset konseptit. Vähitellen periaatteet, lähestymistavat ja turvallisuuskulttuurit ovat eronneet toisistaan eri maiden välillä ja vaikeuttaneet esteiden poistamista ja kansainvälisen liikenteen harjoittamista. EU:n yhtenä keskeisenä tavoitteena on turvallisen, yhtenäisen ja rajattoman rautatieverkon luominen. (Breyne & Jovicic 2010)

Rautatiejärjestelmän riskien arviointia koskevan yhteisen turvallisuusmenetelmän (YTM) tarkoituksena on edistää EU:n tavoitetta yhteentoimivasta rautatieliikenteestä. Sillä helpotetaan rautatieliikennepalvelujen markkinoille pääsyä ja mahdollistetaan riskien arviointia koskevien tulosten vastavuoroinen tunnustaminen. YTM:llä yhdenmukaistetaan rautatiejärjestelmän turvallisuustasojen arvioinnissa ja turvallisuusvaatimusten noudattamisen arvioinnissa käytettävät riskinhallintaprosessit, turvallisuuden kannalta merkittävien tietojen vaihto rautatiealan eri toimijoiden välillä ja riskinhallintaprosessin soveltamisesta saadut tiedot. Menetelmää sovelletaan merkittäviksi katsottaviin jäsenvaltioiden rautatiejärjestelmien muutoksiin. Merkittävät muutokset voivat olla teknisiä, toiminnallisia tai organisatorisia muutoksia rautatiejärjestelmässä ja niillä on vaikutusta turvallisuuteen. Kuvassa 4.2 on esitetty yhdenmukaistetun YTM-prosessin riskienhallintaprosessi. (Breyne & Jovicic 2010)



Kuva 4.2 Riskienhallintaprosessi ja riippumaton arviointi (ERA/GUI/02-2008/SAF).

Kuvasta 4.2 nähdään, että yhdenmukaistettu prosessi on iteratiivinen riskienhallintaprosessi eli sitä toteutetaan niin kauan uudestaan, kunnes riski saadaan hyväksyttävälle tasolle. Kuvassa 4.2 keltaisella pohjalla on esitetty riskien arviointi. Se sisältää oranssilla pohjalla esitetyn riskianalyysin ja sinisellä pohjalla esitetyn riskin evaluoinnin. Riskianalyysi koostuu kuvassa 4.2 kahdesta osasta: vihreällä pohjalla esitetystä vaarojen tunnistamisesta ja luokituksesta sekä vaaleammalla oranssilla pohjalla



esitetystä riskin hyväksyttävyyden määrittämisestä soveltamalla käytännesääntöjä, käyttämällä vertailujärjestelmiä tai käyttämällä täsmällistä riskin suuruuden ja merkittävyyden arviointia.

YTM:n esittämä riskienhallintaprosessi alkaa määrittämällä, onko järjestelmässä tapahtuva muutos merkittävä vai ei. Tämän päätöksen tekee ehdottaja. Ehdottaja on vastuussa arvioitavana olevan muutoksen toteuttamisesta. Jos muutos on merkittävä, tulee soveltaa YTM:ää eli kuvassa 4.2 esitettyä riskienhallintaprosessia. Jos muutos ei ole turvallisuuteen liittyvä, se ei ole merkittävä. Kun on päätetty muutoksen merkittävyydestä, voidaan aloittaa varsinainen riskienhallintaprosessi tunnistamalla vaarat. Vaarojen tunnistus on riskien arvioinnin ensimmäinen vaihe. Vaarojen tunnistaminen on tärkeää, sillä tunnistamattomia vaaroja ei voida arvioida eikä niiden varalle voida varautua. Vaaroja tulee tarkastella kaikista olennaisista lähteistä. Vaarojen tunnistus sisältää vaaran yksilöinnin ja vaaran luokituksen. Vaarat voidaan luokitella niistä aiheutuvien riskien perusteella yleisesti hyväksyttäviin ja ei-hyväksyttäviin riskeihin. Ei-hyväksyttävän riskin aiheuttamat vaarat vaativat jatkotoimenpiteitä. (Breyne & Jovicic 2010)

Vaarojen lajittelun jälkeen analysoidaan ja evaluoidaan ei-hyväksyttäviä riskejä. Riskien hyväksyttävyyttä voidaan arvioida soveltamalla yhtä tai useampaa kolmesta riskin hyväksynnän periaatteesta:

- Soveltamalla käytännesääntöjä (esimerkiksi YTE:t, ilmoitetut kansalliset turvallisussäännöt, eurooppalaiset standardit).
- Käyttämällä vertailujärjestelmää (vertaamalla arvioitavaa järjestelmää vastaaviin järjestelmiin).
- Täsmällinen riskin suuruuden ja merkittävyyden arviointi.

Sekä hyväksyttävät että ei-hyväksyttävät riskit tulee merkitä vaararekisteriin. Ei-hyväksyttävälle riskeille määritetään toimenpiteet, jotka toteuttamalla riski voidaan pienentää hyväksyttävälle tasolle. Toimenpiteet kirjataan vaararekisteriin. Kaikista vaaroista ja niihin liittyvistä toimenpiteistä, joita yksi toimija ei voi yksin valvoa, on tiedotettava toisille asiaan liittyville toimijoille, jotta voidaan yhdessä löytää riittävä ratkaisu. Vaararekisterin avulla voidaan seurata ja valvoa merkittäviin muutoksiin osallistuvien eri toimijoiden vaarojen hallintaa, sekä valvoa ja tarkkailla ehdottajan vastuulla olevien vaarojen tilaa. YTM-prosessin mukaisen riskienhallintaprosessin soveltamisen asianmukaisuutta arvioi riippumaton arviointilaitos (Independent Safety Assessor, ISA), joka laatii turvallisuuden arviointikertomuksen. Se sisältää huomiot YTM-riskienhallinta-prosessin asianmukaisesta soveltamisesta. Tehtäessä käyttöönottolupapäätöstä kansallinen viranomainen ottaa huomioon turvallisuuden arviointikertomuksen. (Breyne & Jovicic 2010)

## 5 Tutkimuksen toteutus, menetelmät ja aineisto

Tutkimus toteutettiin osallistumalla ERIS1-projektiin, joka on osa ERTMS-järjestelmään siirtymistä ja siirtymiseen liittyvää riskienhallintaa. Projektiin osallistuttiin sekä projektin jäsenenä toimimalla analyysiryhmissä toteuttamassa riskien arviointia että ulkopuolisena havainnoitsijana arvioimassa ERIS1-projektin riskien arviointiprosessia, sen tuloksia ja riskien arviointiprosessin vaikutuksia turvallisuuden näkökulmasta. ERTMS-järjestelmän riskien arvioinnin tarkoituksena on toimia perustutkimuksena ERTMS/ETCS-järjestelmän käyttöönottoa varten Suomessa. Riskien arvioinnin avulla voidaan varautua esimerkiksi järjestelmän käyttöönottoon, rakentamiseen, kunnossapitoon, käyttöön ja kehitykseen kohdistuviin riskeihin sekä voidaan pienentää havaittuja riskejä. Tässä diplomityössä käsitellään projektin osia liittyen ERTMS-järjestelmän tasojen ETCS+STM ja ETCS taso 1 vaarojen tunnistamiseen ja riskien arviointiin.

### 5.1 ERIS1-projektin toteutus

ERIS1-projekti toteutettiin kolmessa työpajassa ja asiantuntijaryhmän tapaamisissa työpajojen välillä. Projektin ensimmäisessä työpajassa käsiteltiin tässä diplomityössä käsiteltäviä tasoja ETCS+STM ja ETCS taso 1. Toisessa työpajassa käsiteltiin tasoa ETCS taso 2 ja kolmannessa työpajassa tunnistettiin ERTMS/ETCS-järjestelmän rakentamiseen ja käyttöönoton vaiheiden ja prosessien vaaroja. Työpajan asiantuntijoiden valinnasta ja työpajojen koolle kutumisesta vastasi projektipäällikkö. Analyysiryhmässä on työskennellyt rautateihin liittyvien alojen asiantuntijoita. ETCS+STM ja ETCS taso 1 työpajoihin ja asiantuntijaryhmien työskentelyyn osallistuneet henkilöt on lueteltu diplomityön liitteessä 1.

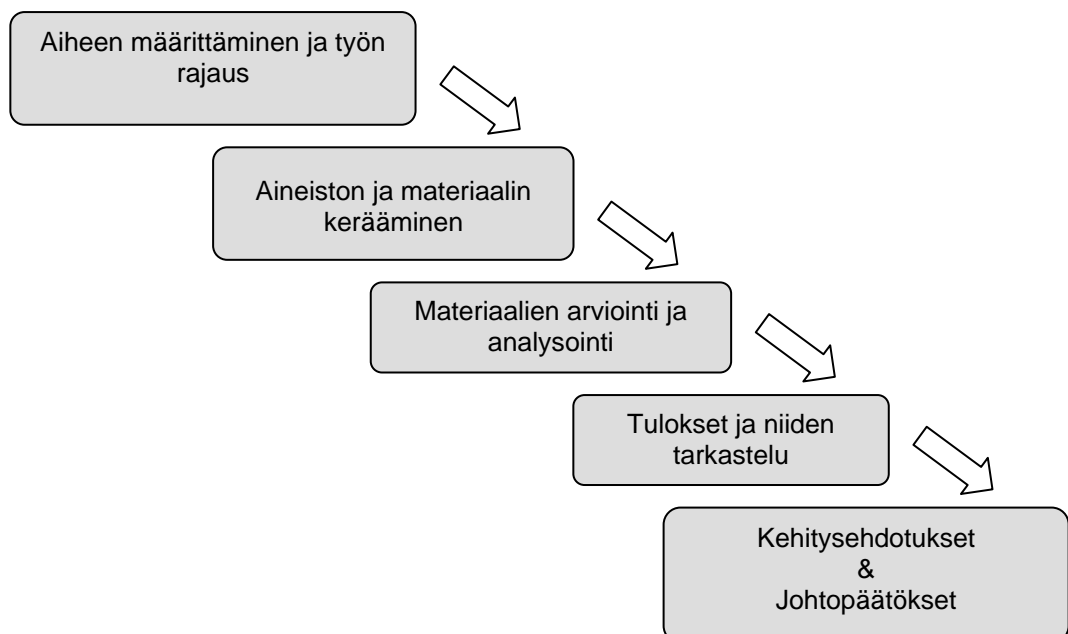
ERIS1-projektin aloituspalaveri ja ensimmäinen työpaja pidettiin 9.3.2010. Työpajassa käytettiin hyödyksi osallistujien asiantuntemusta sekä työpajan aluksi esitettyä arvioitavan järjestelmän määrittelyä, toimintaa, rakennetta ja riskien arvioinnin rajauksia. Pohjatietoina järjestelmän määrittelylle, toiminnalle, rakenteelle ja riskien arvioinnille käytettiin tässä diplomityössä teoriaosuuden luvuissa kaksi, kolme ja neljä esitettyjä tietoja. Aivorihiyöskentelyn ajaksi jätettiin näkyviin esityksen kalvot, joita voitiin käyttää avainsanoina ja lisäksi osallistujille jaettiin avainsanalistat. Rautateihin liittyvien eri alojen asiantuntijoiden osallistumisella pystyttiin kartoittamaan vaarat ja riskit kattavasti. Analyysi jaettiin osiin siten, että kussakin työpajassa keskityttiin vain yhteen tasoon kerrallaan. Näin analysoitava kohde saatiin paremmin rajattua, ja toisaalta istuntojen pituudet pysyivät riittävän lyhyinä.

ERIS1-projektin riskianalyseissa arvioitiin liikenneinfrastruktuuriin liittyviä riskejä. Infrastruktuuriin liittyviä riskejä arvioitaessa keskityttiin järjestelmän suunnittelun, rakentamisen, käyttöönoton ja kunnossapidon riskeihin. Asiantuntijaryhmä arvioi siirtymiseen ja käyttöönottoon liittyviä riskejä kvalitatiivisesti, koska kaikkea kvantitatiiviseen analyysiin tarvittavaa tietoa ei ole vielä käytettävissä. Arvioinnissa käytettiin apuna lähtötietomateriaaleja, jotka tulevat olemaan osa riskiarvioinnin mukana Liikennevirastolle toimitettavaa tilausta.

Työpajassa tunnistettiin potentiaalisten ongelmien analyysimenetelmällä aivoriihi-työskentelynä tasoihin ETCS+STM ja ETCS taso 1 liittyviä vaaroja. Jokaiselle osallistujalle jaettiin lomake (liite 2), johon listattiin ETCS+STM ja ETCS taso 1 liittyviä vaaroja. 31.3.2010 järjestetyssä asiantuntijaryhmän tapaamisessa käytiin läpi ensimmäisessä työpajassa tasoon ETCS+STM liittyvät vaaralistat ja arvioitiin jatkokäsittelyä vaativia riskejä. Tason ETCS+STM vaaroja arvioitiin riskimatriisin perusteella asiantuntijaryhmän tapaamisissa vielä 18.8.2010 ja 24.8.2010. 12.4.2010 järjestetyssä asiantuntijaryhmän tapaamisessa käsiteltiin ETCS taso 1:een liittyvät vaaralistat ja arvioitiin näistä jatkokäsittelyä vaativat riskit sekä arvioitiin riskeille riskiluvut käyttäen apuna riskimatriisia. Työpajoista laadittiin muistiot, joihin kirjattiin käsitellyt asiat, työn eteneminen ja seuraavien tapaamisten sovitut ajankohdat. ERTMS-järjestelmän eri tasojen riskien arvioinneista laaditaan tasokohtaiset raportit, joissa esitetään analyysin pohjana olevat tiedot, riskianalyysin rajaus, käytetyt menetelmät, riskien arviointitaulukot ja riskit sekä tulosten arviointi.

## 5.2 Diplomityön etenemisen vaiheet

Diplomityön eteneminen voidaan esittää viisivaiheisena prosessina, ja se on edennyt samaa tahtia ERIS1-projektin kanssa. Kuvassa 5.1 on esitetty diplomityön etenemisen eri vaiheet. Vaiheiden ajalliset kestot eivät ole keskenään yhtä suuria. Niiden eteneminen ei myöskään ole ollut täysin suoraviivaista, sillä esimerkiksi aiheen määrittämisestä ja työn rajausta on tarkennettu diplomityön edetessä eri vaiheiden yhteydessä, ja toisaalta diplomityön edetessä on tullut esiin asioita, joista on etsitty lisää materiaalia.



Kuva 5.1 Diplomityön vaiheet.

Tutkimus aloitettiin määrittämällä ja rajaamalla diplomityön aihe koskemaan ERIS1-projektin osia ERTMS-järjestelmän tasot ETCS+STM ja ETCS taso 1. Aiheeseen tutustumista jatkettiin perehtymällä ERTMS-järjestelmän toimintaan keräämällä materiaalia liittyen ERTMS-järjestelmään, nykyiseen junakulunvalvontajärjestelmään, riskien

arviointiin ja riskienhallintaan, YTM-asetukseen, New Approach -lähestymistapaan, lainsäädäntöön (kansallinen ja Euroopan Unionin direktiivit), standardeihin, Liikenneviraston ohjeisiin ja trafin määräyksiin. Materiaalit käytiin läpi ja niistä valittiin diplomityön materiaaliksi sopivat perustuen niiden aiheeseen liittymiseen, uuden tai tärkeän tiedon esiin nostamiseen sekä niiden julkaisuajankohtaan ja paikkaan. Perehtymisen ja materiaalin keräämisen, arvioinnin ja analysoinnin aikana ja sen jälkeen osallistuttiin ERIS1-projektin työpajoihin ja asiantuntijaryhmien tapaamisiin, joissa sovellettiin hankittua tietoa ERTMS-järjestelmästä, vaarojen tunnistamisesta ja riskien arvioinnista.

ERIS1-projektin tasoihin ETCS+STM ja ETCS taso 1 liittyvien työpajojen ja asiantuntijaryhmän tapaamisten jälkeen tutkimuksen materiaaliksi saatiin riskien arviointitulokset ja riskien arvioinnin tulokset. Tunnistetut riskit jaettiin organisatorisiin, rakenteellisiin, järjestelmästä ja laitteistosta aiheutuviin, ympäristöolosuhteiden aiheuttamiin ja vahingonteosta aiheutuviin riskeihin. Riskien lajittelussa käytetty kaavio on esitetty liitteessä 3. Näitä tuloksia tarkastelemalla voidaan tarkastella, minkälaisia vaaroja on tunnistettu, mitkä ovat suurimmat riskit ja miten tunnistetut vaarat jakautuvat edellä esitettyihin ryhmiin. Riskianalyysin tuloksena saatiin molemmille tasoille riskien arviointitulokset (esitetty liitteissä 4 ja 5), joita voidaan käyttää vaararekisterin pohjana aloitettaessa suunnittelua. Saaduista riskien arviointitulukoista voidaan nähdä, mitkä ovat suurimmat riskit, mitä asioita tulee selvittää lisää ennen siirtymisen ja käyttöönoton aloittamista ja mihin asioihin tulee ehdottomasti puuttua.

## 5.3 Aineisto ja menetelmät

Diplomityön aineiston kerääminen aloitettiin etsimällä materiaalia ERTMS-järjestelmän rakenteeseen ja toimintaan liittyen sekä materiaalia liittyen ERTMS-järjestelmään siirtymiseen ja kokemuksiin järjestelmän käyttöönotosta muissa Euroopan maissa. Teoreettisen taustan selvittämisessä ja lähtökohtien esittelyssä pää tavoitteena oli selvittää ERTMS-järjestelmän toimintaa ja erityisesti tutkimuksen kohteena olevien tasojen ETCS+STM ja ETCS taso 1 toimintaperiaatetta. Teoreettisessa taustassa haluttiin lisäksi selvittää, millaisia lainsäädännöllisiä asioita ERTMS-järjestelmään siirtymisessä ja käyttöönotossa on huomioitava. Tietoa pyrittiin etsimään ja esittämään myös riskien arvioinnista ja riskien arvioinnin laatuksiteereistä, jotta voidaan paremmin arvioida ERIS1-projektin riskien arviointia. Teoreettisessa taustassa esitettyä tietoa käytettiin pohjatietoina ERIS1-projektin työpajoissa.

Aineistoa etsittiin kirjallisessa ja sähköisessä muodossa. Järjestelmän käyttöönoton taustalla on EU-lainsäädäntöä, kansallista lainsäädäntöä, ohjeita ja määräyksiä. Lainsäädäntöön, ohjeisiin ja määräyksiin tutustumalla ja esittelemällä niitä lyhyesti diplomityössä voidaan perustella, miksi kyseiseen järjestelmään tullaan siirtymään ja millaisia lainsäädännöllisiä asioita järjestelmän käyttöönotossa tulee huomioida. Itse järjestelmän rakenteeseen ja toimintaan tutustuminen ja siihen liittyvän materiaalin käyttäminen diplomityön aineistona luo kattavan pohjan ERTMS-järjestelmään siirtymiseen ja käyttöönottoon liittyvään riskien arviointiin. Siirtymävaiheen ja käyttöönoton aikaisten vaarojen ja niistä seuraavien riskien kattavan tunnistamisen varmistamiseksi on tärkeää tuntea arvioitava järjestelmä mahdollisimman hyvin.

Tiedonhakua teoreettiseen taustaan ja lähtökohtiin tehtiin pääasiallisesti verkkohakujen avulla Euroopan rautatieviraston julkaisuista, Liikenneviraston julkaisuista, liikenteen turvallisuusviraston julkaisuista, teknistieteellisistä tietokannoista,

FINLEX:stä, EUR-lex:stä, ERTMS-järjestelmästä julkaistusta materiaalista ja ERTMS:ään liittyvien koulutusten materiaaleista (UNIFE verkkosivut [www.ertms.com](http://www.ertms.com) ja UIC verkkosivut [www.uic.org](http://www.uic.org)) sekä VR Trackin dokumenteista liittyen nykyiseen junakulunvalvontajärjestelmään ja ERTMS-järjestelmään. Lisäksi käytettiin hyödyksi eri Eurooppalaisten rautatietojärjestelmien verkkosivuilta löytyvää materiaalia liittyen ERTMS-järjestelmään. Suurin osa käytetystä ERTMS-järjestelmään liittyvästä materiaalista on englanninkielistä. Riskien arviointiin liittyvää materiaalia on haettu pääasiassa suomenkielisillä hauilla. ERIS1-projektin riskien arvioinnin tuloksena saatua materiaalia, kuten riskien arviointitaulukot ja riskianalyysi, on käytetty esitettäessä ja arvioitaessa tuloksia luvuissa kuusi ja seitsemän.

Työpajoissa tehdyt vaaraluettelot ja riskien arvioinnit toimivat aineistona diplomityön sille osalle, jossa arvioidaan riskien arvioinnin tuloksia. Materiaalia ERIS1-projektin riskien arvioinnin onnistumisen arviointiin liittyen on kerätty toimimalla projektissa osallistuvana havainnoitsijana. ERIS1-projektiin liittyvää, työpajoissa tapahtunutta riskien arviointia on havainnoitu osallistumalla työpajojen toimintaan ja tekemällä muistiinpanoja riskien arvioinnin kulusta. Lisäksi on käytetty hyödyksi työpajojen tuloksena saatuja vaaralistoja ja riskien arviointeja. Osallistuva havainnointi koettiin sopivaksi menetelmäksi, sillä diplomityön tarkoituksena on esittää sekä riskien arvioinnin tulokset että arvioida riskien arviointia. Osallistumalla työpajojen toimintaan saatiin kattava käsitys työpajan toiminnasta ja käytettävän riskien arviointimenetelmän toimivuudesta. Samalla voitiin tehdä muistiinpanoja arviointia varten. Lisäksi havainnoimalla pystyttiin hankkimaan lisää tietoa ERTMS-järjestelmästä, sen toiminnasta, rakenneosista ja siihen liittyvästä riskien arvioinnista. Järvinen & Järvinen (2004) ovat kirjassaan Tutkimustyön metodeista todenneet osallistuvan havainnoinnin antavan tutkijalle lisätietoa ja syventävän tutkijan käsitystä tutkittavasta ilmiöstä, ja näin ollen vaikuttavan tutkijan hahmottamisjärjestelmään tutkimusta arvioitaessa. (Järvinen & Järvinen 2004)

Aineiston luotettavuutta arvioitiin sen julkaisijan tai kirjoittajan mukaan. Käytetyn aineiston kirjoittajista suurin osa on rautatiealalla tunnettuja henkilöitä tai aineisto on julkaistu tunnetuissa organisaatioissa tai julkaisuissa. Näitä materiaaleja käytettäessä on kuitenkin tärkeää olla kriittinen esitetyn tiedon suhteen, sillä niiden kirjoittajat toimivat Euroopan rautatietojärjestelmien palveluksessa ja ovat olleet aktiivisesti mukana kehittämässä ERTMS-järjestelmää. Englanninkielistä tekstiä luettaessa tiettyjen termien kääntäminen tuo haastetta ja voi aiheuttaa väärintymmärtämistä. Termien kääntämisessä on käytetty apuna VR Trackilla työskentelevien henkilöiden asiantuntemusta alalla yleisesti käytetystä terminologiasta.

## 5.4 ERIS1-projektissa sovelletut menetelmät ja työkalut

ERIS1-projektin riskianalyysien menetelminä käytettiin potentiaalisten ongelmien analyysia ja riskimatriisia. Potentiaalisten ongelmien analyysia sovellettiin vaarojen tunnistamisessa ja riskien arvioinnissa. 19.7.2010 alkaen sovellettava YTM-asetus tulee jatkossa vaikuttamaan rautatieturvallisuuden riskienhallintaprosesseihin. Koska ERIS1-projekti ei ole turvallisuuteen vaikuttavaa muutos rautatiejärjestelmässä, ei kyseistä asetusta ole välttämätöntä soveltaa. Riskien arviointi ERIS1-projektissa eteni kuitenkin osittain YTM-asetuksen riskien arviointiprosessin mukaan.

### 5.4.1 Potentiaalisten ongelmien analyysi

ERIS1-projektissa vaarojen tunnistamisessa, riskien määrittämisessä, riskien analysoinnissa ja evaluoinnissa käytetään menetelmänä potentiaalisten ongelmien analyysia (jäljempänä POA). ERIS1-projektin vaarojen tunnistamisessa käytetty lomake on esitetty liitteessä 2. POA on tehokas riskien tunnistusmenetelmä. Menetelmän tavoitteena on löytää keskeisimmät ongelma-alueet sekä keskeisiin vaaroihin liittyvät onnettomuustekijät. Mitään ongelmatyyppejä ei menetelmässä rajata analyysin ulkopuolelle ja menetelmällä onkin mahdollista tunnistaa erityyppisiä ja -tasoisia ongelmia. (VTT 2010)

POA-menetelmässä on useita vaiheita. POA aloitetaan määrittämällä ja rajaamalla tarkasteltava kohde. Ideoiden hakumenetelmillä, kuten aivoriihi, etsitään kohteen onnettomuusvaaroja ja luokitellaan ne. Ideointi voidaan rajata kohteen mukaan. Aivoriihen tuloksena saadaan luettelo kohteen tunnistetuista vaaroista ja vaaroihin liittyvistä onnettomuustekijöistä. Onnistuneen aivoriihen avaintekijänä on POA-menetelmän hyvin tunteva vetäjä ja analyysiryhmä, joka koostuu eri alojen asiantuntijoista. Heillä tulee olla tuntemusta tarkastelun kohteesta. (VTT 2010)

Analyysi aloitetaan perehdyttämällä analyysitiimin jäsenet tarkasteltavaan kohteeseen sekä määrittämällä tilaisuuden tavoite. Tämän jälkeen aloitetaan varsinainen analyysi. Ensimmäisessä vaiheessa osallistujat kirjaavat ideointilomakkeelle ylös tunnistamiaan häiriöitä ja vaaroja aivoriihityöskentelynä. Tuloksena saadaan vaaraluettelo. Hiljaisen aivoriihen jälkeen käydään keskustellen tunnistetut vaarat läpi, ja yritetään löytää jatkokäsittelyä vaativat vaarat. Kysymyksiä, joiden avulla vaaraa voidaan analysoida, voivat olla esimerkiksi:

- Miksi asia on riski?
- Onko se todellinen riski?
- Mitkä ovat riskin syyt?
- Mitä siitä voi seurata?

Kysymyksiä käsiteltäessä voidaan samalla löytää uusia vaaroja ja riskejä. Vaarat on hyvä luokitella ja jakaa jatkokäsittelyä edellyttäviin vaaroihin, hallinnassa oleviin vaaroihin ja vaaroihin, joilla ei ole merkitystä. (PK-RH 2010)

Jatkokäsittelyä vaativille vaaroille selvitetään syyt ja seuraukset ja arvioidaan riskin suuruutta kuvaava tunnusluku riskin seurausten vakavuuden ja todennäköisyyden avulla. Tuloksena saadaan alustavat analyysilomakkeet, joissa on merkitty häiriöt ja vaarat syineen ja seurauksineen sekä riskien arviointi. On tärkeää selvittää, miten osiin vaaroista on jo varauduttu, ja jos varautumista ei joiltain osin pidetä riittävänä, tehdään parannustoimenpide-ehdotuksia. Toimenpide-ehdotukset kehitetään analyysilomakkeiden pohjalta erillisessä kokouksessa. Analyysistä kirjoitetaan loppuraportti, jonka liitteenä ovat häiriö- ja vaaraluettelo ja analyysilomakkeet. (VTT 2010)

Riskien arvioinnilla ei vielä pienennetä riskiä. Toteuttamalla riskienhallintatoimenpiteitä pystytään estämään, pienentämään tai siirtämään riski. Ensisijaisesti on aina pyrittävä estämään vahinkojen syntyminen tai vähentämään niiden seurauksia. Toimenpiteet on syytä aloittaa suurimmista riskeistä. Toimenpiteet, joilla voidaan poistaa ongelmien syitä, tulee olla etusijalla. Toimenpiteille tulee nimetä vastuullinen henkilö ja toimenpiteiden toteuttamista tulee seurata. (PK-RH 2010)

## 5.4.2 Riskimatriisi

Vaaroja arvioitaessa ERIS1-projektissa niiden haitallisuutta arvioitiin henkilövahinkojen, omaisuusvahinkojen ja liikennevahinkojen avulla (Taulukko 5.1). Uuteen järjestelmään siirtymisen vaaroja arvioitaessa arvioitiin pääasiassa järjestelmän toimintaan ja turvallisuuteen liittyviä riskejä. Henkilövahinkoja voi aiheutua useista riskeistä, joiden mahdollisina vahinkoina on törmäys tai suistuminen. Omaisuusvahingot muodostuvat kalustolle, radalle, sen laitteille ja varusteille aiheutuneista vahingoista. Liikennevahingot muodostuvat aikatauluviiveistä tai liikenteen katkeamisesta kokonaan, jolloin kyseessä on liikennehäiriö.

Arvioitaessa vaaran aiheuttamaa haitallisuutta ja toteutumisen todennäköisyyttä on käytetty saatavilla olevaa tietoa. Todennäköisyyksien arvioinnissa on käytetty parasta saatavilla olevaa teknistä asiantuntemusta, sillä kyseisen järjestelmän käytöstä Suomessa ei ole aiempaa kokemusta, eikä näin ollen tarkkaa tietoa tapahtumien todennäköisyyksistä ole saatavilla. Haitallisuuden ja todennäköisyyden arvioinnissa käytettiin apuna VR Trackin riskien arvioinnissa käyttämiä kriteerejä. Nämä kriteerit on esitetty taulukossa 5.1. ja sen alla olevassa luettelossa on esitetty vaaran toteutumisen todennäköisyyden arvioinnissa käytetyt kriteerit.

Taulukko 5.1 Haitallisuuden arvioinnin kriteerit.

	Henkilövahinko	Omaisuusvahinko	Liikennevahinko
<b>1</b> Ei seurauksia	Ei loukkaantuneita	Ei omaisuus- tai liiketoimintavahinkoja	Ei liikennevahinkoa, vain liikennehaittaa
<b>2</b> Lieviä/vähäisiä	Lieviä loukkaantumisia	Vähäisiä omaisuus- tai liiketoimintavahinkoja	Vähäisiä liikennevahinkoja
<b>3</b> Vakavia/ merkittäviä	Vakavia loukkaantumisia	Merkittäviä omaisuus- tai liiketoimintavahinkoja	Merkittäviä liikennevahinkoja
<b>4</b> Suuria	Kuolemantapauksia	Suuria omaisuus- tai liiketoimintavahinkoja	Suuria liikennevahinkoja
<b>5</b> Erittäin suuria	Useita kuolemantapauksia	Erittäin suuria omaisuus- tai liiketoimintavahinkoja	Erittäin suuria liikennevahinkoja

Vaaran toteutumisen todennäköisyyttä arvioitaessa kriteereinä käytettiin:

- 1 = erittäin harvinainen (harvemmin kuin kerran sadassa vuodessa).
- 2 = harvinainen (ainakin kerran 100 vuodessa tai kerran hankkeen käytön aikana).
- 3 = satunnainen (kerran 10 vuodessa tai kerran hankkeen toteutuksen aikana).
- 4 = hyvin yleinen (ainakin kerran vuodessa).
- 5 = erittäin yleinen (ainakin 10 kertaa vuodessa).

Riskimatriisin avulla on mahdollista arvioida subjektiivisesti riskien todennäköisyyttä ja haitallisuutta. Taulukossa 5.2 on esitetty riskimatriisi, jossa vahinkojen haitallisuuden ja vaaran toteutumisen todennäköisyyden avulla riski sijoittuu tietylle alueelle riskimatriisissa. Haitallisuuden ja todennäköisyyden avulla saatua tulosta kutsutaan riskiluvuksi. (Soveltaen EN 50126:1999)

Taulukko 5.2 Riskimatriisi (Soveltaen EN 50126:1999).

<b>TODENNÄKÖISYYS</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>20</b>
	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>15</b>
	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>HAITALLISUUS</b>						

ERIS1-projektissa asiantuntijaryhmän jäsenet arvioivat erikseen jokaisen vaaran haitallisuuden ja todennäköisyyden. Lopputuloksena saatiin lukuarvo todennäköisyydelle ja haitalle pyöristyssääntöä noudattaen. Pyöristyssääntöä käyttäen saatiin lopputulokseksi (riskiluvuksi) kokonaisluku. Riskimatriisista saatua riskilukua arvioitiin taulukon 5.3 mukaan. Vasemmassa sarakkeessa on esitetty alue, jolla riskiluku on. Oikeassa sarakkeessa on esitetty, mille alueelle riski sijoittuu.

Taulukko 5.3 Riskin merkityksen arviointi (Soveltaen EN 50126:1999).

<b>15-25</b>	Riski ei ole hyväksyttävissä. Riskiä on pienennettävä. (Sietämätön riski)
<b>5-14</b>	Riski on hyväksyttävissä, kun ennakoitavat toimenpiteet huomioidaan. (Kohtalainen riski)
<b>1-4</b>	Riski on hyväksyttävissä, ei välttämätöntä toteuttaa ennakoivia toimenpiteitä. (Merkityksetön riski)

Riskien merkityksen arvioinnin jälkeen riskeille esitetään toteutettavaksi toimenpiteitä. ERIS1-projektin tuloksena Liikennevirastolle toimitettavissa riskien arviointiraporteissa esitetään hallintatoimenpiteitä riskeille. Diplomityön valmistuessa riskien hallitsemiseksi ehdotettavia toimenpiteitä ei ollut vielä tehty. Toimenpiteiden toteutus jää tässä projektissa tilaajan vastuulle. ERIS1-projektin riskien arvioinnin tuloksena saadaan riskien arviointitaulukko, josta voidaan nähdä, mitä asioita tulee huomioida ja mitä tulee selvittää lisää ja tarkemmin, ennen kuin siirtyminen uuteen järjestelmään voidaan aloittaa.



## 6 Riskien arvioinnin tulokset

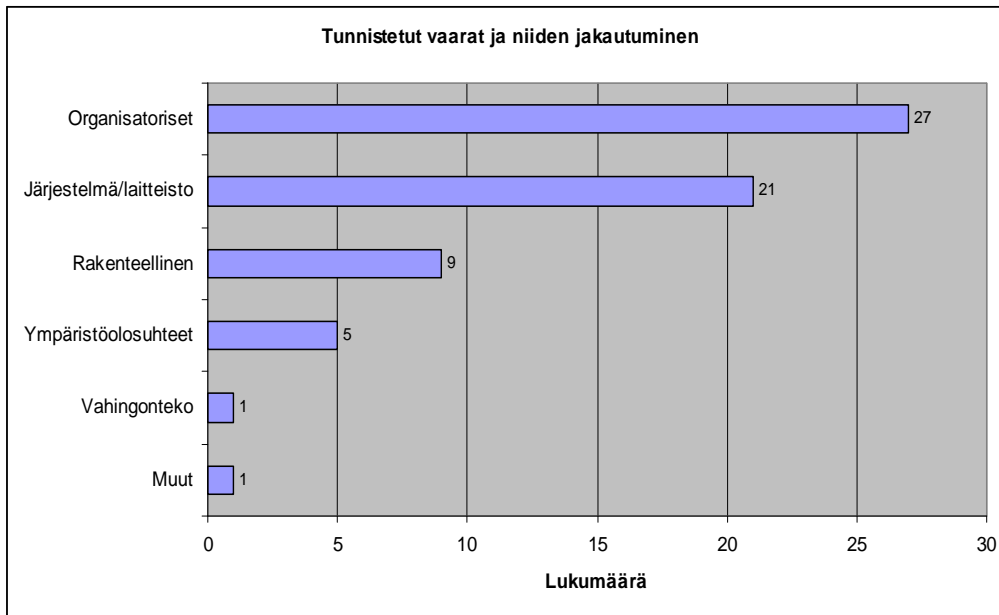
ERIS1-projektin riskien arvioinnin tulokset on esitetty kokonaisuudessaan riskien arviointitaulukoissa, jotka on esitetty liitteissä 4 ja 5. Riskien arviointitaulukossa on kuvattu vaara, sen toteutumisesta seuraavat mahdolliset vahingot, haitan ja todennäköisyyden avulla arvioitu riskiluku ja ryhmä, johon riski on arvioitu kuuluvaksi. Riskien arviointitaulukossa on lisäksi sarake ennakoivat toimenpiteet riskien hallitsemiseksi, jota voidaan käyttää myöhemmin apuna alettaessa toteuttaa uuteen järjestelmään siirtymistä.

Tasolle ETCS+STM ja ETCS taso 1 on tehty riskien arviointi erikseen ja niistä on muodostettu erilliset riskien arviointitaulukot. Tason ETCS+STM tulokset esitetään alaluvussa 6.1 ja tason ETCS taso 1 alaluvussa 6.2. Molempien tasojen riskien arvioinnissa on käytetty haitallisuuden ja vaaran toteutumisen todennäköisyyden arvioinnissa alaluvussa 5.4.2 esitettyjä kriteerejä. Arvioitavana ollut järjestelmä on uusi eikä Suomessa ole aikaisempaa kokemusta kyseisen järjestelmän riskien arvioinnista. Riskien arviointia on tehty käytettävissä olevan tiedon pohjalta. Tietotaitoa ERTMS-järjestelmästä on Suomessa jonkin verran, mutta koska järjestelmän toiminnasta Suomessa ei ole kokemusta eikä aikaisempaa tietoa, huomioidaan arvioinnissa riskeistä aiheutuvat haitat ennen todennäköisyyttä.

ETCS+STM ja ETCS taso 1 vaarojen tunnistamisessa tunnistettiin yhteensä 125 vaaraa. Tässä luvussa esitetään tunnistetuista vaaroista aiheutuvien riskien jakautuminen organisatorisiin, rakenteellisiin, järjestelmästä ja laitteistosta aiheutuviin, ympäristöolosuhteiden aiheuttamiin ja vahingonteosta aiheutuviin riskeihin. Tuloksissa riskejä ei käsitellä yksittäisinä vaan ryhmittäin. Tämä lähestymistapa valittiin siksi, että on havainnollistavampaa esittää, mistä suuremmasta kokonaisuudesta riskit aiheutuvat ja mihin osa-alueisiin sietämättömät ja kohtalaiset riskit kohdistuvat. Tämän tiedon ja riskien arviointitaulukoiden avulla ERIS1-projektin tilaaja voi selvittää, mihin toimiin tulee ryhtyä riskien pienentämiseksi.

### 6.1 Riskien arviointi ETCS+STM

ETCS+STM riskianalyysissä käsiteltiin yhteensä 64 vaaraa ja niistä aiheutuvia riskejä. Tunnistetut vaarat lajiteltiin viiteen eri ryhmään: järjestelmästä ja laitteistosta aiheutuvat riskit, organisatorisista syistä aiheutuvat riskit, rakenteelliset riskit, vahingonteosta aiheutuvat riskit ja ympäristöolosuhteiden aiheuttamat riskit. Vaarojen jakautumista lukumäärällisesti tasolla ETCS+STM on havainnollistettu kuvassa 6.1.



Kuva 6.1 ETCS+STM tunnistetut vaarat ja niiden jakautuminen.

Prosentuaalisesti tason ETCS+STM tunnistetuista vaaroista organisatorisia on 42 %, järjestelmästä ja laitteistosta aiheutuvia vaaroja 33 %, rakenteellisia vaaroja 14 %, ympäristöolosuhteista aiheutuvia vaaroja 8 % ja vahingonteosta aiheutuvia vaaroja 1,5 %. Yksi vaaroista on arvioitu sekä rakenteelliseksi että järjestelmästä ja laitteistosta aiheutuvaksi vaaraksi. Se on esitetty kuvassa 6.1 vaarana muut.

Taulukossa 6.1 on esitetty tason ETCS+STM tunnistettujen vaarojen jakautuminen riskimatriisissa perustuen arvioituun vaaran toteutumisesta aiheutuvaan haitallisuuteen ja vaaran toteutumisen todennäköisyyteen. Punaisella pohjalla on esitetty sietämättömät riskit ja keltaisella pohjalla on esitetty kohtalaiset riskit. Merkityksettömät riskit on esitetty vihreällä pohjalla. Merkityksettömistä riskeistä voi kehittyä kohtalaisia riskejä, joten niiden kehittymistä tulee seurata.

Taulukko 6.1 ETCS+STM tunnistettujen vaarojen jakautuminen eri riskiluokkiin.

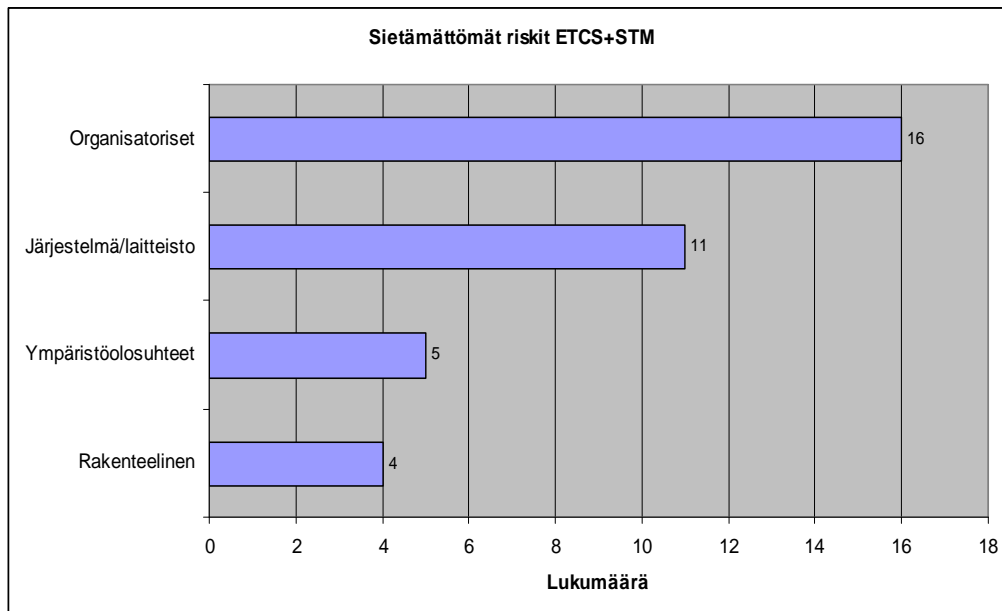
<b>TODENNÄKÖISYYS</b>	<b>5</b>			<b>6kpl</b>	<b>8kpl</b>	<b>2kpl</b>
	<b>4</b>		<b>2kpl</b>	<b>5kpl</b>	<b>14kpl</b>	<b>3kpl</b>
	<b>3</b>			<b>7kpl</b>	<b>5kpl</b>	<b>3kpl</b>
	<b>2</b>		<b>2kpl</b>	<b>3kpl</b>		<b>1kpl</b>
	<b>1</b>		<b>1kpl</b>		<b>1kpl</b>	<b>1kpl</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>HAITALLISUUS</b>						

Tason ETCS+STM tunnistetuista vaaroista 36 luokiteltiin jatkokäsittelyä vaativiksi vaaroiksi (riskiluku 15–25, sietämätön riski). Näistä vaaroista aiheutuva riski ei ole hyväksyttävissä, vaan riskiä on pienennettävä. Luokkaan kohtalainen riski luokiteltiin 24 vaaraa (riskiluku 5–14). Näistä vaaroista aiheutuvat riskit ovat hyväksyttävissä, kun ennakoivat toimenpiteet huomioidaan. Näitä vaaroja ja niistä aiheutuvia riskejä tulee kuitenkin tarkkailla. Merkityksettömiä tai vailla käytännön merkitystä olevia vaaroja löydettiin neljä kappaletta (riskiluku 1–4). Tässä riskiluokassa riskit ovat hyväksyttävissä eikä ole välttämätöntä toteuttaa ennakoivia toimenpiteitä. Riskit tulee kuitenkin huomioida, sillä niistä voi kehittyä vähäisiä tai kohtalaisia riskejä.

Tunnistetuista riskeistä 56 % on luokiteltu sietämättömiksi eli riskeihin, joita on pienennettävä hyväksyttävälle tasolle. Kohtalaisia riskejä on yhteensä 38 % kaikista tasolla ETCS+STM tunnistetuista riskeistä. Yhteensä kahteen korkeimpaan riskiluokkaan (taulukossa 6.1 punaisella ja keltaisella pohjalla esitetyt riskit) laskettiin kuuluvaksi 60 riskiä eli 94 % riskeistä. Tunnistetuista riskeistä neljä kappaletta (6 %) arvioitiin merkityksettömiksi riskeiksi.

### 6.1.1 Sietämättömät riskit ETCS+STM

Sietämättömiksi riskeiksi tasolla ETCS+STM arvioitiin yhteensä 36 riskiä. Sietämättömien riskien haitat on arvioitu erittäin suuriksi (5), suuriksi (4) tai vakaviksi/merkittäviksi (3). Riskien arvioidut todennäköisyydet vaihtelevat välillä satunnainen (3) ja erittäin yleinen (5). Sietämättömien riskien lukumäärällistä jakautumista eri ryhmiin on havainnollistettu kuvassa 6.2.



Kuva 6.2 Sietämättömien riskien jakautuminen ETCS+STM.

Sietämättömistä riskeistä organisatorisia on 44 %, järjestelmästä ja laitteistosta aiheutuvia riskejä 31 %, ympäristöolosuhteista aiheutuvia riskejä 14 % ja rakenteellisia riskejä 11 %. Yli puolet ETCS+STM sietämättömistä riskeistä (75 %) ovat organisatorisia tai järjestelmästä ja laitteistosta aiheutuvia riskejä.

Tasolla ETCS+STM arvioituista organisatorisista riskeistä suurin osa (59 % organisatorisista riskeistä) arvioitiin sietämättömiksi riskeiksi. Niiden arvioitiin aiheutuvan puutteellisista vastuiden määrittelyistä, koulutuksen puuttumisesta tai olemassa olevan koulutuksen puutteista, investointien puutteellisuudesta tai turhasta investoinnista ja lisäksi ongelmista hyväksyntäprosessissa ja järjestelmän vaatimusten ja asetusten mukaisuudessa. Koulutuksen puutteellisuus voi aiheuttaa puutteita menettelytapaohjeissa ja käyttäjävirheitä järjestelmän käytössä. Organisatoristen riskien seurauksena aiheutuvat vahingot arvioitiin yleisimmin käytettävyy- ja turvallisuusongelmiksi, käyttöönoton viivästymiseksi ja ylinopeudeksi, josta voi aiheutua suistuminen tai törmäys.

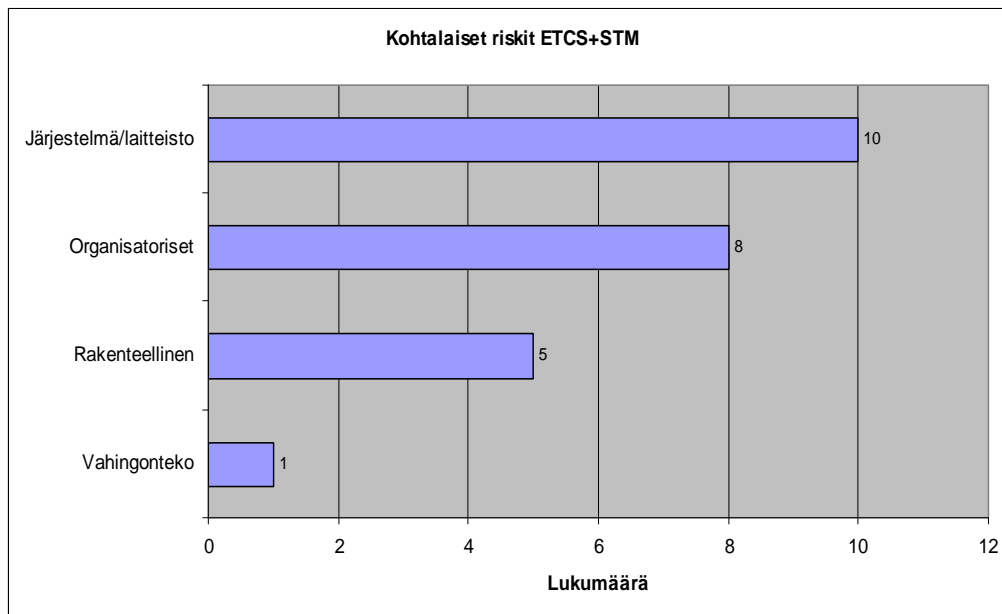
Sietämättömien järjestelmä- ja laitteistoriskien arvioitiin yleisimmin aiheutuvan laitteiston ja ohjelmiston puutteista (52 % järjestelmä- ja laitteistoriskeistä tasolla ETCS+STM). Laitteet ja ohjelmisto voivat olla heikkolaatuisia, niiden tietyissä toiminnallisuuksissa voi olla puutteita, järjestelmän vasteajat voivat olla liian pitkiä, versiopäivityksissä voi esiintyä ongelmia, baliisitietojen purkamisessa ja siirtämisessä junaan voi tulla ongelmia, laitteiden toimintavarmuus voi olla heikkoa tai eri valmistajien laitteistot ja/tai ohjelmistot eivät ole yhteentoimivia.

Sietämättömät rakenteelliset riskit (44 % arvioituista rakenteellisista riskeistä) arvioitiin aiheutuvan puutteellisesta suunnittelusta tai asennuksen ja kunnossapidon virheistä. Sekä rakenteellisista että järjestelmä- ja laitteistoriskeistä arvioitiin aiheutuvan käytettävyy- ja turvallisuusongelmia sekä ylinopeuden aiheuttama törmäys tai suistuminen. Törmäyksestä ja suistumisesta voi seurauksena olla henkilövahinkoja. Mahdollisia vahinkoja voivat olla myös laitteiston lyhyt käytettävyy- ja lyhyt elinkaari, jolloin järjestelmästä aiheutuu korkeat kustannukset.

Ympäristöolosuhteiden aiheuttamat kaikki riskit (viisi kappaletta) tasolla ETCS+STM on arvioitu sietämättömiksi riskeiksi. Ympäristöolosuhteista aiheutuvat riskit arvioitiin yleisesti Suomen ilmasto-olosuhteiden, kuten kova pakkanen, runsas lumisade tai ukkonen, aiheuttamiksi haittoiksi laitteiden kestävyydelle. Tällöin aiheutuu käytettävyyso ongelmia. Sietämättömiä riskejä on eritelty tarkemmin liitteissä 4 ja 5 esitetyissä vaaralistoissa.

### **6.1.2 Kohtalaiset riskit ETCS+STM**

Yhteensä 24 riskiä arvioitiin kohtalaisiksi riskeiksi tasolla ETCS+STM. Kohtalaisten riskien arvioidut haitat vaihtelevat lievistä/vähäisistä (2) erittäin suuriin (5). Arvioidut todennäköisyydet vaihtelevat välillä erittäin harvinainen (1) ja erittäin yleinen (5). Kohtalaisten riskien lukumäärällistä jakautumista käytettyihin viiteen ryhmään on havainnollistettu kuvassa 6.3.



Kuva 6.3 Kohtalaisten riskien jakautuminen ETCS+STM.

Kohtalaisista riskeistä suurin osa on järjestelmästä ja laitteistosta aiheutuvia riskejä. Näitä on yhteensä 42 %. Organisatorisia riskejä on 33 %, rakenteellisia riskejä 21 % ja vahingonteosta aiheutuvia riskejä 4 %. Lähes puolet kohtalaisista riskeistä on järjestelmästä ja laitteistosta aiheutuvia riskejä. 75 % kohtalaisista riskeistä on arvioitu organisatorisiksi tai järjestelmästä ja laitteistosta aiheutuvaksi.

Kaikista ETCS+STM tasolla arvioituista järjestelmästä ja laitteistosta aiheutuvista riskeistä kohtalaisia riskejä on kymmenen kappaletta (48 % järjestelmä- ja laitteistoriskeistä tasolla ETCS+STM). Kohtalaisten järjestelmä- ja laitteistoriskien arvioitiin aiheutuvan laitteiston ja ohjelmiston puutteista tai niiden huonosta kestävydestä. Riskejä voivat esimerkiksi aiheuttaa laitteiston ja ohjelmiston säätämisen epäonnistuminen, laitteistojen heikko toiminnallisuus, STM:n ja ETCS:n yhteyden vikaantuminen, järjestelmän ohjelmistopuutteet, tietoliikenteen ylikuormittuminen STM- ja ETCS-laitteiden välillä ja ratasähköjärjestelmän aiheuttamat häiriöt laitteistojen ja ohjelmistojen toiminnalle. Kohtalaisista järjestelmäriskeistä arvioitiin aiheutuvan käytettävyy- ja turvallisuusongelmia sekä liikennehaittoja.

Kohtalaisten organisatoristen riskien (30 % organisatorisista riskeistä tasolla ETCS+STM) aiheuttajaksi arvioitiin yleisimmin tarvittavien toimenpiteiden hitaus, vastuiden määrittämisen puutteet, ongelmat investoinneissa ja niiden seurauksena myös hankinnoissa, noudatettavien säännösten puutteellisuus ja aikataulujen epärealistisuus niin hankinnassa, toimituksessa kuin käyttöönotossa. Yleisimmät mahdolliset vahingot arvioitiin käytettävyy- ja turvallisuusongelmiksi, käyttöönoton viivästymiseksi ja taloudellisiksi menetyksiksi. Rakenteellisten kohtalaisten riskien (56 % rakenteellisista riskeistä tasolla ETCS+STM) aiheuttajiksi arvioitiin ongelmat suunnittelussa, asennuksessa ja kunnossapidossa.

Vahingonteosta aiheutuvaksi riskiksi tasolla ETCS+STM arvioitiin yksi riski, ja se on arvioitu kohtalaiseksi riskiksi. Vahingonteosta aiheutuvan riskin taustalla on mahdollisuus, että käyttäjä ottaa tahallisen riskin tai toimii ohjeiden vastaisesti käyttäessään järjestelmää. Rakenteellisten ja vahingonteosta aiheutuvien riskien mahdollisiksi

vahingoiksi arvioitiin käyttöönoton viivästyminen, ylinopeus, liikennehaitat ja turvallisuus- ja käytettävyyssongelmat.

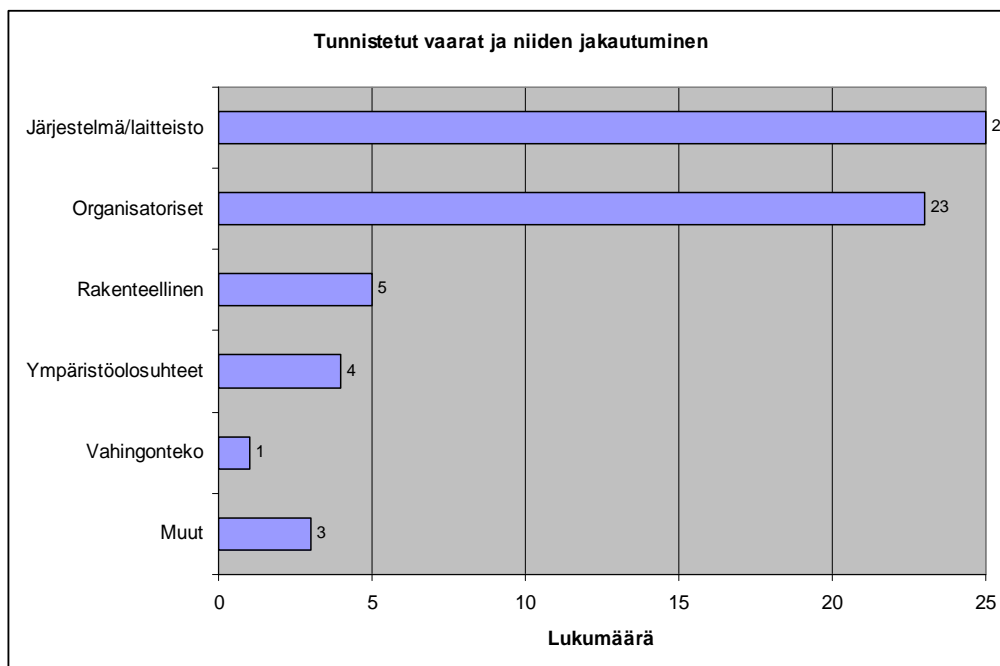
### 6.1.3 Merkityksettömät riskit ETCS+STM

Merkityksettömiä riskejä arvioitiin tasolla ETCS+STM neljä kappaletta (6 %). Näistä organisatorisiksi riskeiksi arvioitiin kolme kappaletta ja yksi arvioitiin joko rakenteelliseksi tai järjestelmästä ja laitteistosta aiheutuvaksi riskiksi. Näistä aiheutuvien vahinkojen seurauksia ovat käyttöönoton viivästyminen, käytettävyyssongelmat ja yli- tai alinopeus. Riskin hyväksyttävyyden perusteena käytettiin nykyisten käytössä olevien toimenpiteiden riittävyttä, riskin aiheuttamien haittojen pienuutta tai riskin toteutumisen alhaiseksi arvioitua todennäköisyyttä.

Merkityksettömät riskit voivat kehittyä kohtalaisiksi riskeiksi, joten niitä tulee seurata. ERIS1-projektissa ei ollut käytössä tilastollista tietoa riskeistä ja niiden toteutumisen todennäköisyyksistä, joten myös merkityksettömät riskit tulee huomioida suunnittelussa. Koska merkityksettömiä riskejä arvioitiin neljä kappaletta, voidaan ne käydä ryhmittäin läpi samalla, kun puututaan kohtalaisiin ja merkittäviin riskeihin.

## 6.2 Riskien arviointi ETCS taso 1

Arvioitaessa ETCS taso 1:n riskejä, käsiteltiin yhteensä 61 vaaraa ja niistä aiheutuvia riskejä. Kuten tasolla ETCS+STM, tunnistetut vaarat lajiteltiin viiteen eri ryhmään: järjestelmästä ja laitteistosta aiheutuvat vaarat, organisatorisista syistä aiheutuvat vaarat, rakenteelliset vaarat, vahingonteosta aiheutuvat vaarat ja ympäristöolosuhteiden aiheuttamat vaarat. Tunnistettujen vaarojen jakautumista lukumäärällisesti ETCS taso 1:llä on havainnollistettu kuvassa 6.4.



Kuva 6.4 ETCS taso 1 tunnistetut vaarat ja niiden jakautuminen.

Prosentuaalisesti ETCS taso 1:n tunnistetuista vaaroista järjestelmästä ja laitteistosta aiheutuvia vaaroja on 41 %, organisatorisia vaaroja 38 %, rakenteellisia vaaroja 8 %, ympäristöolosuhteista aiheutuvia vaaroja 6,5 % ja vahingonteosta aiheutuvia vaaroja 1,5 %. Yksi vaaroista on arvioitu sekä organisatoriseksi että rakenteelliseksi vaaraksi ja kaksi on arvioitu rakenteelliseksi sekä järjestelmästä ja/tai laitteistosta aiheutuvaksi vaaraksi. Nämä vaarat on kuvassa 6.4 esitetty ryhmänä muut.

Taulukossa 6.2 on esitetty ETCS taso 1:n tunnistettujen vaarojen jakautuminen eri kohtiin riskimatriisissa perustuen vaaran toteutumisesta aiheutuvaan haitallisuuteen ja vaaran toteutumisen todennäköisyyteen. Sietämättömät riskit on esitetty punaisella pohjalla ja keltaisella pohjalla on esitetty kohtalaiset riskit. Merkityksettömät riskit on esitetty vihreällä pohjalla.

Taulukko 6.2 ETCS taso 1 tunnistettujen vaarojen jakautuminen eri riskiluokkiin.

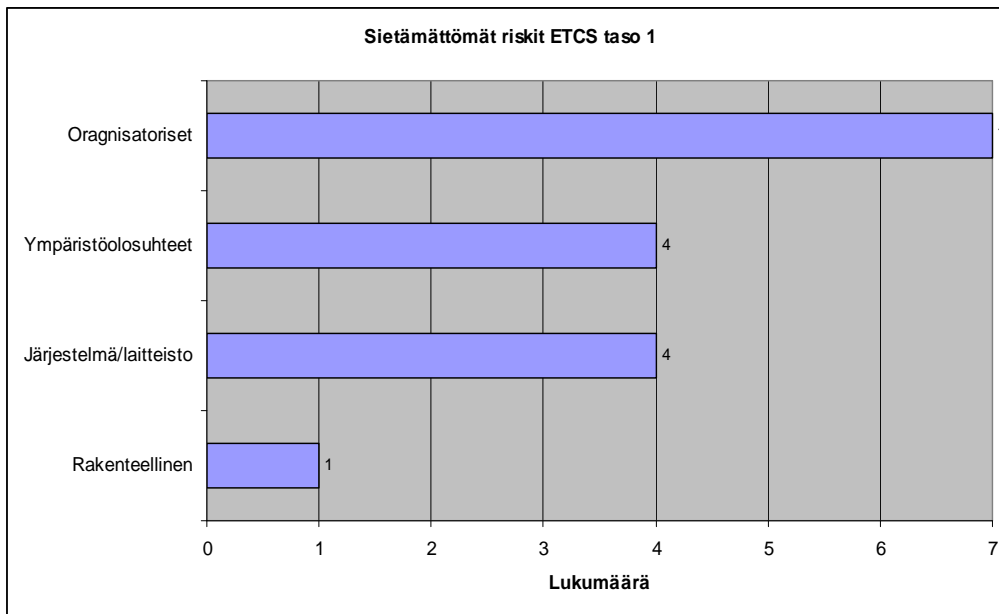
<b>TODENNÄKÖISYYS</b>	5	1kpl	3kpl	2kpl	1kpl	
	4	1kpl	4kpl	6kpl	10kpl	3kpl
	3	2kpl	6kpl	6kpl	10kpl	
	2		1kpl	1kpl	1kpl	
	1		1kpl		2kpl	
		1	2	3	4	5
<b>HAITALLISUUS</b>						

Jatkokäsittelyä vaativiksi vaaroiksi ETCS taso 1:llä luokiteltiin 16 vaaraa (riskiluku 15–25, sietämätön riski). Näistä vaaroista aiheutuva riski ei ole hyväksyttävissä, vaan riskiä on pienennettävä. Kohtalaiseksi riskiksi luokiteltiin 38 vaaraa (riskiluku 5–14). Näistä vaaroista aiheutuvat riskit ovat hyväksyttävissä, kun ennakoivat toimenpiteet huomioidaan. Näitä vaaroja ja niistä aiheutuvia riskejä tulee kuitenkin tarkkailla. Merkityksettömiä tai vailla käytännön merkitystä olevia vaaroja arvioitiin seitsemän kappaletta (riskiluku 1–4). Tässä riskiluokassa riskit ovat hyväksyttävissä eikä ole välttämätöntä toteuttaa ennakoivia toimenpiteitä. Riskit tulee kuitenkin huomioida toimenpiteistä päätettäessä, sillä niistä voi kehittyä vähäisiä tai kohtalaisia vaaroja.

Tunnistetuista riskeistä 26 % on luokiteltu sietämättömiksi riskeiksi. Nämä ovat riskejä, joita on pienennettävä hyväksyttävälle tasolle. Kohtalaisia riskejä on yhteensä 62 % riskeistä. Yhteensä sietämättömiin ja kohtalaisiin riskeihin tasolla ETCS taso 1 (taulukossa 6.2 punaisella ja keltaisella pohjalla esitetyt riskit) arvioitiin kuuluvaksi 88 % riskeistä. Tunnistetuista riskeistä seitsemän arvioitiin riskeiksi, jotka ovat hyväksyttävissä, eikä ole välttämätöntä toteuttaa ennakoivia toimenpiteitä (merkityksetön riski).

### 6.2.1 Sietämättömät riskit ETCS taso 1

ETCS taso 1:llä sietämättömiksi riskeiksi arvioitiin yhteensä 16 riskiä. Näiden riskien haitat on arvioitu erittäin suuriksi (5), suuriksi (4), tai vakaviksi tai merkittäviksi (3). Arvioitujen riskien todennäköisyys on joko erittäin yleinen (5) tai hyvin yleinen (4). Sietämättömien riskien jakautumista eri ryhmiin ETCS taso 1:llä on havainnollistettu kuvassa 6.5.



Kuva 6.5 Sietämättömiksi arvioitujen riskien jakautuminen ETCS taso 1.

Sietämättömiksi arvioituista riskeistä organisatorisia on 44 %, ympäristöolosuhteista aiheutuvia riskejä 25 %, järjestelmä- ja laitteistoriskejä 25 % ja rakenteellisia riskejä 6 %. ETCS taso 1:n kaikista organisatorisiksi arvioituista riskeistä 30 % on sietämättömiä. Järjestelmä- ja laitteistoriskeistä 16 % ja rakenteellisista 20 % ovat sietämättömiä riskejä. Ympäristöolosuhteista aiheutuvia riskejä arvioitiin ETCS taso 1:llä neljä ja ne on arvioitu sietämättömiksi riskeiksi.

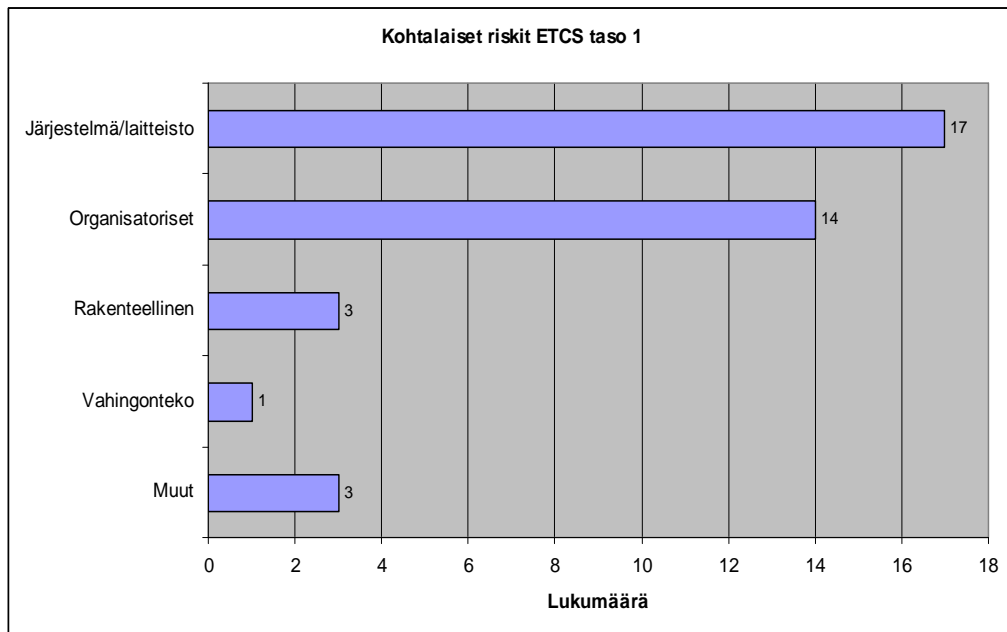
Sietämättömien organisatoristen riskien arvioitiin aiheutuvan puutteellisista vastuiden määrittelyistä, koulutuksen puutteellisuudesta, ongelmista järjestelmän määrittelyssä, kannattamattomista investoinneista ja ongelmista hyväksyntäprosessissa. Tunnistetuista sietämättömistä organisatorisista riskeistä aiheutuvia vahinkoja ovat käytettävyys- ja turvallisuusongelmat sekä ongelmat järjestelmän ylläpidossa. Lisäksi vaaroilla voi olla vaikutusta järjestelmän käyttöönoton aikatauluihin ja viivästymiseen.

Sietämättömien järjestelmä- ja laitteistoriskien aiheuttajina pidettiin yhteentoimivuusongelmia eri valmistajien laitteistojen välillä ja uusien laitteiden aiheuttamia häiriöitä vanhoille laitteille. Ympäristöolosuhteista aiheutuvien riskien taustalla on laitteiston toimintakyvyn rajat Suomen olosuhteissa, kuten kova pakkas, runsas lumisade tai ukkonen. Tunnistetun rakenteellisen riskin arvioitiin johtuvan useiden eri järjestelmien aiheuttamista ongelmista kunnossapidossa. Mahdollisina vahinkoina järjestelmä- ja laitteistoriskeille, ympäristöolosuhteista aiheutuville riskeille ja rakenteellisille riskeille arvioitiin ongelmia käytettävyudessa ja turvallisuudessa sekä vaikutusta käyttöönoton aikatauluihin.



### 6.2.2 Kohtalaiset riskit ETCS taso 1

Kohtalaisia riskejä arvioitiin ETCS taso 1:llä yhteensä 38 kappaletta. Kohtalaisiksi arvioitujen riskien haitat on arvioitu suuriksi (4), vakaviksi/merkittäviksi (3), lieviksi/vähäisiksi (2) tai ei seurauksia (1). Arvioitujen riskien todennäköisyys vaihtelee välillä harvinainen (2) ja erittäin yleinen (5). Kuvassa 6.6 on havainnollistettu ETCS taso 1:n kohtalaisiksi arvioitujen riskien jakautuminen lukumääräisesti eri ryhmiin.



Kuva 6.6 Kohtalaisiksi arvioitujen riskien jakautuminen ETCS taso 1.

Kohtalaisia järjestelmä- tai laitteistoriskejä on 44,5 %, organisatorisia 37 %, rakenteellisia 8 % ja vahingonteosta aiheutuvia riskejä 2,5 %. Kahden riskin arvioitiin kuuluvan rakenteellisiin ja järjestelmä- ja laitteistoriskeihin ja yksi riski arvioitiin kuuluvan sekä organisatorisiin että rakenteellisiin riskeihin. Nämä kolme riskiä on esitetty kuvassa 6.6 ryhmänä muut.

Kohtalaisten järjestelmä- ja laitteistoriskien (68 % ETCS taso 1:n järjestelmä- ja laitteistoriskeistä) arvioitiin johtuvan pääasiassa ongelmista laitteiston ja ohjelmiston kestävydessä, toiminnassa ja toimintavarmuudessa. Riskejä voi aiheutua myös ongelmista laitteistojen yhteentoimivuudessa, laitteiden ohjelmistojen versioiden hallinnassa tai laitteiden päivitysprosessissa. Lisäksi tietojen virheellinen purkaminen tai ongelmat tiedon siirtämisessä ratalaitteilta veturilaitteille voivat aiheuttaa riskejä. Mahdollisina vahinkoina pidettiin ongelmia käytettävyydessä, turvallisuusongelmia, liikennehaittoja, kalustovaurioita ja ylinopeudesta aiheutuva törmäys tai suistuminen.

Kohtalaisten organisatoristen riskien (61 % ETCS taso 1:n organisatorisista riskeistä) taustalla olevien vaarojen arvioitiin johtuvan ongelmista vastuiden ja menettelytapojen määrittelyssä, riippuvuudesta STM:n toimittajasta ja ongelmista korjaustoimenpiteiden tekemisestä riittävän nopeasti. Ongelmat aikataulujen suunnittelussa ja puutteet koulutuksessa ja perehdytyksessä voivat aiheuttaa kohtalaisia organisatorisia riskejä. Lisäksi niitä voivat aiheuttaa käyttöönoton epäonnistuminen, ratakapasiteetin pieneneminen nykyiseen verrattuna, järjestelmän korkeat hankintakustannukset saatavaan hyötyyn nähden ja järjestelmän hankinnassa tulevaisuuden tarpeiden hu-

miotta jättäminen. Kohtalaisten organisatoristen riskien aiheuttamiksi mahdollisiksi vahingoiksi arvioitiin ongelmat käytettävyydessä ja turvallisuudessa. Mahdollisina vahinkoina huomioitiin myös järjestelmän elinkaarelle aiheutuvat vahingot ja lyhyestä elinkaaresta aiheutuvat kustannukset.

Kolme viidestä (60 %) ETCS taso 1:n rakenteellisista riskeistä on arvioitu kohtalaisiksi. Kohtalaisten rakenteellisten riskien aiheuttajina pidettiin kaluston ja ratalaitteiden asennusongelmia. Rakenteellisista riskeistä arvioitiin aiheutuvan ongelmia käytettävyydessä. Vahingonteosta aiheutuvaksi ETCS taso 1:llä arvioitiin yksi riski, ja se on arvioitu kohtalaiseksi riskiksi. Se arvioitiin käyttäjän tahalliseksi riskinotoksi tai ohjeiden vastaiseksi toiminnaksi aiheuttaen turvallisuusongelman.

### **6.2.3 Merkityksettömät riskit ETCS taso 1**

Merkityksettömiä riskejä arvioitiin ETCS taso 1:llä yhteensä seitsemän kappaletta (12 %). Näistä neljä arvioitiin järjestelmä- ja laitteistoriskeiksi, kaksi organisatorisiksi riskeiksi ja yksi rakenteelliseksi riskiksi. Järjestelmä- ja laitteistoriskien vaaroiksi arvioitiin ongelmat laitteiden toiminnassa ja tietosuojan vaarantuminen. Organisatoristen riskien taustalla ovat puutteet koulutuksessa ja menettelytapaohjeissa. Rakenteellisen riskin arvioitiin aiheutuvan ongelmasta maadoituksessa.

Kaikkien merkityksettömiksi arvioitujen riskien mahdollisina vahinkoina pidettiin ongelmia käytettävyydessä ja turvallisuudessa. ETCS taso 1:n arvioitujen merkityksettömien riskien taustalla olevat vaarat ja niistä aiheutuvat mahdolliset vahingot ovat hyvin samantyyppisiä kohtalaisiksi ja merkittäviksi arvioitujen riskien kanssa. Merkityksettömiksi arvioituja vaaroja tulee seurata, jotta niistä ei kehity kohtalaisia riskejä.

## 7 Tulosten tarkastelu ja pohdinta

Diplomityön tavoitteena oli tarkastella ERIS1-projektin riskien arviointiprosessia ja tuloksia turvallisuuden näkökulmasta tasoilla ETCS+STM ja ETCS taso 1. Lisäksi esitetään ERIS1-projektin riskien arvioinnin tulokset ja tuodaan esiin riskien arvioinnissa esiin nousseita ja erityisesti huomioitavia asioita. Tuloksia tarkastellaan ERTMS-järjestelmään siirtymisen tuomien haasteiden, lainsäädännöllisen taustan vaikutusten, rautateiden riskien arvioinnin ja ERIS1-projektin tulosten kannalta. Tässä luvussa tuloksia on käsitelty työn tavoitteiden ja edellä esitettyjen asioiden näkökulmasta. Tulosten perusteella voidaan nähdä, mihin asioihin tulee kiinnittää huomiota suunniteltaessa uuteen junaliikenteen hallintajärjestelmään siirtymistä ja sen käyttöönottoa.

### 7.1 ERTMS-järjestelmään siirtymisen tuomat haasteet

Yhteentoimivuusdirektiivillä (2008/57/EY) yhdistettiin aiemmat rautatiejärjestelmän yhteentoimivuutta säädelleet direktiivit, joissa määrätään Euroopan Unionin jäsenmaat siirtymään yhteiseurooppalaiseen junaliikenteen hallintajärjestelmään. Paluuta ERTMS-järjestelmää edeltävään aikaan ei ole. Suomessa siirtyminen on vielä varhaisessa vaiheessa. Aluksi edessä on siirtymäaika ETCS+STM järjestelmän avulla. Suomessa ei vielä ole tehty päätöstä, mikä tai mitkä ERTMS-järjestelmän tasot otetaan käyttöön. Todennäköistä on, että eri rataosuuksilla otetaan käyttöön järjestelmän eri tasoja riippuen radan liikennemääristä ja kapasiteettitarpeista. Veturilaitteissa siirtyminen ylemmälle tasolle on myöhemmin mahdollista. Eri tasojen ratalaitteet kuitenkin eroavat toisistaan. Ylemmän tason vetureilla voidaan liikennöidä myös alemman tason radoilla.

ERTMS-järjestelmään siirtymiseen ja käyttöönottoon vaikuttavista riskeistä ei ole tehty aiempaa tutkimusta Suomessa. ERTMS tietotaito ja uuteen järjestelmään investoidut resurssit ovat vielä verrattain vähäisiä. Suomessa uuteen järjestelmään siirrytään asteittain. Olemassa olevaa JKV-järjestelmää ylläpidetään siirtymävaiheen ajan, kun käyttöön otetaan ETCS+STM tason järjestelmä. Siirtymästrategiaksi on valittu veturilaittestrategia. Vetokaluston sarjavarustamisen aloitus edellyttää, että käytettävissä on toimiva ja hyvin testattu STM-laite. Lisäksi tulee olla riittävää kokemusta ajamisesta ETCS-laitteen kanssa tasolla ETCS+STM. STM-laitteen testiajoissa testataan myös ETCS:n toiminnallisuutta. ETCS+STM-laitteiston tulee lukea sekä JKV-että eurobaliiseja. Diplomityön valmistuessa STM-laitteen kehityksessä on meneillään laitteiston osalta käytettävyyden ja luotettavuuden testaus ja ohjelmiston osalta vaatimustenmukaisuuden tarkastelu. Kyseessä on ensimmäinen arviointikierros. Suomen alkuperäisen toteuttamissuunnitelman mukaan vetureiden varustaminen STM-laitteella aloitettaisiin 2013. On kuitenkin todennäköistä, että tätä aikataulua joudutaan lykkäämään. Ei ole järkevää kiirehtiä STM-laitteen käyttöönottoa, ellei sen toiminnan luotettavuudesta ole riittävää kokemusta. Nykyisellä JKV-järjestelmällä voidaan liikennöidä vielä niin kauan, kuin sitä pystytään ylläpitämään. JKV-järjestelmää voidaan näin ollen käyttää varajärjestelmänä halutun kauden ajan järjestelmän elinkaaren puitteissa.

Suomen ERTMS toteuttamissuunnitelmassa todetaan, että ETCS taso 1 ei nykyiseen JKV-järjestelmään verrattuna tarjoa suuria teknisiä- tai turvallisuushyötyjä. Tämä on ollut yksi syy, miksi Suomessa siirrytään muuhun Eurooppaan verrattuna myöhäisessä vaiheessa uuteen järjestelmään. ETCS taso 1 toiminta on hyvin samantapaista nykyisen JKV-järjestelmän kanssa ja se tarjoaa huonompaa toiminnallisuutta kuin nykyinen JKV-järjestelmä. Tason 1 valintaa tukee kuitenkin, että ETCS taso 1 soveltuu hyvin radoille, joilla on olemassa näkyvät opastimet, kuten nykyisessä JKV-järjestelmässä. ETCS taso 2 tarjoaa suurempaa kapasiteettia verrattuna ETCS tasoon 1, mikä voisi olla tarpeen vilkkaimmin liikennöidyillä rataosuuksilla Suomessa.

ETCS taso 1:n toimintaperiaatteen on arvioitu sopivan hyvin lyhyen ajan toteutuksen strategialle, sillä se rakennetaan rinnakkain olemassa olevan opastinjärjestelmän kanssa. Jos osalla radoista otetaan käyttöön ETCS taso 1 ja osalla ETCS taso 2, ja osalla on vielä käytössä JKV-ratalaitteet, on hyvin mahdollista, että jossain vaiheessa joudutaan liikennöimään kolmen eri tason radoilla yhtä aikaa. Tämä tilanne aiheuttaa helposti sekaannuksia ja käyttäjävirheitä sekä luo hallinnoimisen kannalta haasteen niin liikenteenohjaukselle kuin uuteen järjestelmään siirtymisestä vastuussa olevalle taholle.

ERTMS-järjestelmän asennuskustannukset ovat korkeat. ETCS taso 1:n kustannukset ovat kuitenkin huomattavasti edullisemmat kuin ETCS taso 2:n. ETCS taso 2 tarjoaa kapasiteettia ja ominaisuuksia, joihin Suomen rataverkolla ei välttämättä ole tarvetta. Kustannuksia tulee erikseen veturilaitteiden ja ratalaitteiden asennuksesta. ETCS taso 2:n ratalaitteiden kustannukset on arvioitu moninkertaisiksi verrattuna ETCS taso 1:n ratalaitteiden kustannuksiin. Lisäksi uuteen järjestelmään siirryttäessä kustannuksia tulee esimerkiksi suunnittelusta, asetinlaitteista ja asetinlaitteiden muokkauksista. Uuteen järjestelmään siirtymiseen liittyviä kustannuksia lisää oman STM-laitteen kehitys. Kustannukset riippuvat tason valinnan vaikutuksen lisäksi muista tekijöistä. ERTMS-järjestelmän käyttöönotto uusien rataprojektien yhteydessä tulee halvemmaksi kuin myöhemmin asentamalla ETCS-ratalaitteet kyseiselle radalle. Tämä lisää ERTMS siirtymävaiheen suunnittelun tärkeyttä ja aikataulun merkitystä, jotta rakennettaville uusille radoille voitaisiin asentaa ERTMS-järjestelmän vaatimia laitteita. Ratalaitteiden asennus ei kuitenkaan ole riittävää, ellei ole olemassa vetureita, joihin olisi asennettuna ETCS-veturilaitteet. Ilman ETCS-veturilaitteilla varustetuja vetureita ei ETCS-ratalaitteilla varustetuilla radoilla voida liikennöidä.

ERTMS-järjestelmä on vielä melko uusi, joten myös järjestelmän tekniikka ja ohjelmistot ovat uusia ja vielä kehitysvaiheessa. Laitteistosta ja ohjelmistosta saatujen käyttökokemusten perusteella tehdään kehitystä. Käyttökokemukset Euroopassa tulevat kuitenkin eri maista, ja mikä toimii hyvin yhdessä maassa, ei välttämättä toimi ollenkaan tai toimii huonosti toisessa. ERTMS yhtenäistää rautatieliikenteen tekniikan, mutta toimintaohjeissa ja käyttötoiminnoissa eri valtioiden välillä tulee olemaan erilaisuuksia. Myös näitä on pyritty yhtenäistämään YTE:ien avulla. Toimintaohjeiden yhtenäistäminen on tavoiteltavaa, mutta sen toteutumisen todennäköisyys on melko heikko, tai ainakin se tapahtuu hitaasti. Useita vuosia käytettyjen toimintatapojen muutos ei tapahdu hetkessä, vaikka ne olisi määrätty muutettaviksi ja yhtenäistettäväksi. Vaikka junaliikenteen hallintajärjestelmä ja kulunvalvontajärjestelmä saataisiin yhtenäisiksi, tulee tulevaisuudessa suurena haasteena olemaan käyttötoimintojen yhtenäisyys. Syinä käyttötoimintojen erilaisuuteen ovat esimerkiksi eurooppalaisen lainsäädäntökehyksen puutteet tai aukot lainsäädännössä, jotka sallivat erilaiset tulkinnot.

Toimintaohjeiden ja käyttötoiminnan muuttaminen tulee näkymään myös Suomessa. Nykyisessä järjestelmässä käskyt ja ohjeet ovat erilaisia kuin ERTMS-järjestelmää käytettäessä. Esimerkiksi nykyisellä JKV-järjestelmällä liikennöitäessä oletuksena on seis, jos muuta ei ole odotettavissa. ERTMS-järjestelmällä liikennöitäessä vastaavana oletuksena on aja. JKV-järjestelmään siirryttiin vasta jonkin aikaa sitten, jolloin toimintaohjeet muuttuivat. Nyt edessä on taas muutos uuteen järjestelmään. Osana uuteen järjestelmään siirtymiseen liittyvää haastetta tulee olemaan muutosvastarinnan selvittäminen.

ERIS1-projektissa tehty riskien arviointi on tärkeä osa uuteen järjestelmään siirtymisen suunnittelua. ERTMS-järjestelmä on vielä uusi eikä sen toimivuudesta Suomen olosuhteissa ole vielä kokemusta. Käyttökokemuksia järjestelmän toimivuudesta Euroopassa on pääasiallisesti Manner-Euroopan maista. Näissäkin maissa uusi järjestelmä on ollut käytössä vasta joitakin vuosia eikä pitkän aikavälin dataa ole vielä saatavilla. ERTMS-järjestelmästä saatava hyöty edellyttäisi kuitenkin nopeaa siirtymistä uuteen järjestelmään, sillä esimerkiksi sujuvasta maiden rajat ylittävästä liikenteestä ei hyödytä, jos molemmissa maissa ei käytetä ERTMS-järjestelmää. Suomen toteutussuunnitelmassa todetaan, että halutaan odottaa, jotta nähdään mihin suuntaan markkinat kehittyvät. Olennaista on määritellä, mikä on se vaihe tai aika, mihin asti odotetaan.

STM:n kehitykseen on Suomessa panostettu, mutta siirtymisen ja käyttöönoton vaiheita valmiin tuotteen kehityksen jälkeen ei ole vielä riittävästi huomioitu. ERTMS-järjestelmään siirtymisen valmisteluun ja suunnitteluun tulisi panostaa enemmän, sillä Suomessa yhtenä haasteena uuteen junaliikenteen hallintajärjestelmään siirtymisessä tulee olemaan ERTMS tietotaidon taso ja koulutus. Tällä hetkellä uudesta järjestelmästä ja siihen siirtymisestä ei ole riittävästi tietoa. Muutoksenhallinta ja muutosstrategian luominen tulevat olemaan avaintekijöitä siirryttäessä rautateillä vanhasta järjestelmästä uuteen. Uuden järjestelmän hankinnassa ETCS-veturilaitteita ei todennäköisesti pystytä hankkimaan nopealla aikataululla, sillä valmistajilla ei luultavasti ole niitä valmiina odottamassa tilausta. Vetureiden sarjavarustaminen ja myöhemmin ratalaitteiden muuttaminen eivät toteudu nopeasti. ETCS-veturilaitteiden hankintasuunnitelmassa tulisikin ottaa huomioon toimitus- ja asenusajat Suomen vetokaluston määrän vaatimille veturilaitteille. ETCS-veturilaitteiden hankinta-ajankohta tulee vaikuttamaan myös uusien vetureiden hankintaan. JKV-järjestelmällä ajettaviin vetureihin uudet veturilaitteet tullaan integroimaan nykyisten rinnalle. Jossakin vaiheessa vetureita aletaan tilata niin, että niihin ei enää varata tilaa JKV-laitteille, vaan varataan ainoastaan tilaa ETCS-veturilaitteille.

Uuteen järjestelmään siirtymisellä on mahdollista saavuttaa hyötyjä verrattuna nykyiseen järjestelmään. ERTMS-järjestelmään kuuluvan ohjaamo-opastuksen avulla voidaan saavuttaa korkeampi turvallisuustaso, helpottaa kuljettajien tehtäviä ja valvoa nopeusrajoitusten noudattamista. Tasolta 2 alkaen radanvarren opastimet poistuvat. Ohjaamo-opastuksen avulla kuljettaja näkee kuljettajanäytöstä tiedot, vaikka sääolosuhteet ulkona olisivat huonot. Ohjaamo-opastuksen myötä nopeutta linjoilla pystytään kasvattamaan ja linjojen kapasiteettia nostamaan. Manner-Euroopassa hyötynä on nopeampi ja sujuvampi rajojen yli tapahtuva liikenne. Manner-Euroopassa liikennöitäessä ERTMS:n avulla maasta toiseen vetureita ei enää tarvitse vaihtaa rajoilla, vetureissa ei enää tarvita useita eri kulunvalvontajärjestelmiä ja kuljettajien koulutusta pystytään näin yksinkertaistamaan. Lisäksi vetolaitteisiin asennetun yhden kulunvalvontajärjestelmän myötä saadaan investointi- ja kunnossapitokuluja alemmaksi.

Yksi vahvistettu ja yhtenäistetty järjestelmä on helpompi asentaa, ylläpitää ja valmistaa kuin nykyisin käytössä olevat useat järjestelmät. Yhden järjestelmän käyttö tekee rautatieliikenteestä kilpailukykyisemmän. Toimintamarkkinat avautuvat paremmin eri toimittajille ja asiakkaat voivat ostaa laitteet usealta eri toimittajalta. Rautatieliikenteen yhtenäistämisen tavoitteena on tavaroiden ja henkilöiden vapaa liikkuminen Euroopan Unionin alueella. Euroopan markkinoiden avautuessa hintojen arvioidaan laskevan. Sujuvamman rautatieliikenteen myötä tavoitteena on saada myös rahtikuljetuksia teiltä raiteille ja vaikuttaa tieliikenteestä aiheutuviin päästöihin. Yhtenäistetty standardisoitu järjestelmä yksinkertaistaa rautatiejärjestelmien ja laitteiden hyväksymisprosessia Euroopassa ja vähentää sertifiointikuluja. ERTMS:n standardoiminen tarkoittaa, että järjestelmä sinänsä ei vanhene eikä järjestelmän vanhenemista tarvitse nähdä riskinä. Laitteisto ja ohjelmisto kehittyvät edelleen, joten niiden päivityksistä voi aiheutua vanhenemisen kaltaisia ongelmia. Laitteiston ja ohjelmistojen muutokset ja päivitykset tulee huomioida arvioitaessa järjestelmän toiminnan riskejä.

Euroopan maissa on edelleen käytössä useita eri raideleveyksiä. Suurnopeusverkon luomista määrätyillä Euroopan rautatiekäytävillä edistetään yhtenäistämällä myös raideleveys. Esimerkiksi Espanjassa uuden suurnopeusradan raideleveys on yleisen Eurooppalaisen raideleveyden mukainen, vaikka muuten Espanjassa on eri raideleveys. Myös Suomessa on eri raideleveys kuin yleisesti Euroopassa. Suomesta raideyhteys EU:n muihin maihin on vain Ruotsin kanssa. Eri raideleveys luo kuitenkin esteitä rautatieliikenteen yhteentoimivuudelle maiden välillä.

Komission suosituksen mukaan nopea ja yhteensovitettu siirtymästrategia ETCS-järjestelmän osalta EU-maissa olisi edullisin vaihtoehto. Euroopassa on kuitenkin edessä pitkä siirtymäaika osaltaan kustannusten ja osaltaan muutosvastarinnan vuoksi. Useissa maissa on käytössä melko uudet kulunvalvontajärjestelmät, jotka eivät vielä ole lähellä elinkaarensa loppua. Liikkuvalla kalustolle käyttöä on arvioitu 30–40 vuotta ja infrastruktuurille jopa 100 vuotta. Tämänkin vuoksi edistyminen yhteentoimivan rautatieliikennöinnin suuntaan on hidasta. Rautatieinfrastruktuurin ja liikkuvan kaluston käyttöä ollessa pitkiä ja pidettäessä alan investointikustannukset hyväksyttävällä tasolla eivät suuret harppaukset kohti yhteen sovitettua rautatiejärjestelmää ole mahdollisia.

Euroopassa edistystä yhteentoimivuuden suuntaan on tapahtunut jo jonkin verran. Lainsäädäntö ja määräykset ovat olemassa ja eri maihin on perustettu rautateiden kansalliset viranomaiset. Euroopassa viranomaisena toimii Euroopan rautatievirasto. Yhteiseurooppalaisen rautatieverkon toteutus etenee kuitenkin hitaasti ja pienin askelin. Selvillä on, mihin pyritään, mutta huomiota ei ole kiinnitetty riittävästi siihen, miten sinne päästään. Yhtenä suurena esteenä ovat muutosvaiheen korkeat kustannukset. Eri maat etenevät eri tahtia muutoksessa kohti yhteentoimivaa rautatiejärjestelmää eikä siirtymävaiheelle ole olemassa yhteisiä sääntöjä. Rautatietoimijat ja eri maat testaavat ja miettivät edelleen ERTMS-järjestelmän asennusta. Yhteentoimivuuden eteneminen riippuu käyttöönoton kokemuksen palautteesta, kyvystä valvoa ja mitata yhteentoimivuuden siirtymisen etenemistä ja etenemisen viipymisen syiden tunnistamisesta. ERTMS on otettu käyttöön myös Euroopan ulkopuolella olevissa maissa, mikä tukee ajatusta, että ERTMS voi olla tulevaisuuden standardi junaliikenteen hallintajärjestelmänä.

## 7.2 Lakien, säädösten, asetusten ja standardien vaikutukset

ERTMS-järjestelmälle asetetut vaatimukset ja eritelmät ovat vielä puutteellisia ja tulevat muuttumaan lähitulevaisuudessa. Tällä hetkellä Suomessa on valmistelussa Rautatielain (29.6.2006/555) muutos ja Valtioneuvoston asetuksen rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta (750/2006) muutos. EU direktiivejä tulee noudattaa kansallisessa lainsäädännössä ja tämä on yksi syy, miksi edellä mainittuun lakiin ja asetukseen ollaan tekemässä muutoksia.

Tehtäessä muutos YTE:iin vaikuttaviin direktiiveihin, tulee tehdä muutos myös YTE:ään. Direktiivien muutoksilla on vaikutusta myös kansalliseen lainsäädäntöön. Siirtymisessä ERTMS-järjestelmään voi tulla tilanteita, joissa direktiivien ja Suomen lainsäädännön määräykset eroavat toisistaan, kun ei ole vielä ehditty päivittää kansallista lainsäädäntöä. Tällöin direktiivien vaatimukset menevät kansallisen lainsäädännön edelle, mutta tietämys, mitä milloinkin tulee noudattaa, on ainakin tällä hetkellä puutteellista ja aiheuttaa sekaannuksia vaatimustenmukaisuuden noudattamisessa. Suomen lainsäädännön vaatimusten tulee olla vähintään yhtä tiukat kuin direktiiveissä on vaadittu. Direktiivien, yhteentoimivuuden teknisten eritelmien ja asetusten vaatimukset kuitenkin muuttuvat ja ongelmana on, kuka seuraa näiden vaatimusten muutoksia, jotta tiedetään mitä vaaditaan.

Riskienhallinnan yhteistä turvallisuusmenetelmää alettiin soveltaa 19.7.2010 kaikkiin yhteentoimivuusdirektiivin (2008/57/EY) mukaisiin teknisiin muutoksiin. YTM-asetukseen on tulossa ensimmäinen päivitys arviolta vielä vuoden 2010 aikana. Yhteisen turvallisuusmenetelmän tavoitteena on yhtenäistää Euroopan Unionin jäsenmaiden riskienhallintaa rautateillä tehtävissä muutoksissa.

Eurooppalaista lainsäädäntöä yhteentoimivan rautatiejärjestelmän ja yhtenäisten riskienhallintamenetelmien osalta ei ole vielä täysin siirretty kansallisiin lainsäädäntöihin. Uusi eurooppalainen lainsäädäntö tuo erityiset sertifiointivaatimukset yhteentoimivuuden vakioille ja osajärjestelmille. Sertifiointijärjestelmät eivät kuitenkaan vielä ole riittävän kehittyneitä. On odotettavissa sekaannusta, mitkä järjestelmän osat kuuluvat EU-vaatimusten pariin ja mitkä kansallisten vaatimusten pariin. Useita rautateihin liittyviä uusia vaatimuksia, standardeja ja lainsäädäntöä tai niiden päivityksiä ja muutoksia on tullut voimaan viime vuosien aikana. Näiden tulkinnassa voi olla väärinkäsityksiä, kun tulkinnasta ja noudattamisesta ei ole laadittu riittävän selkeitä ohjeita. Rautateiden viranomaisilla ei ole riittävästi resursseja siihen, että jokaiseen lakiin, asetukseen ja standardiin voitaisiin laatia kattava ohjeistus ja järjestää riittävästi koulutusta. Direktiivien, asetusten ja standardien käännökset voivat olla hankalia ymmärtää, ja usein niiden alkuperäiset englanninkieliset versiot ovat helpommin luettavissa ja ymmärrettävissä. Käännösongelmista voi seurata tulkintavirheitä.

Standardit ovat hyödyllisiä, jotta vältetään sekavuutta ja voidaan varmistaa järjestelmän vaatimustenmukaisuus ja turvallisuus. Standardien noudattaminen ei kuitenkaan ole pakollista, mutta se on suotavaa. Standardi voi asettaa tarkkoja yksityiskohtia, mistä turvallinen ratkaisu koostuu. Vaihtoehtoisesti se voi asettaa hyväksytyt menetelmän, jonka tulisi johtaa hyväksytyyn riskitasoon. Standardin EN 50126 mukainen riskianalyysi kattaa rautatiejärjestelmän elinkaaren. Standardissa EN 50129 esitetään tarpeelliseksi vaarojen tunnistuksessa esiin nousseiden vaarojen koor-

dinointi. Yhdessä standardit EN 50126, EN 50128 ja EN 50129 asettavat kehyksen rautateillä käytettäville eri ohjelmoitaville järjestelmille. YTM-asetuksessa riskienhallinta kattaa rautatiejärjestelmän koko elinkaaren ja se korostaa ja vaatii toimenpiteiden toteuttamista riskien hallitsemiseksi.

Yhteentoimivuuden tekniset eritelmät asettavat olennaiset vaatimukset, jotta voidaan saavuttaa Euroopan laajuinen rautateiden yhteentoimivuus. YTE:t on annettu direktiivin 2008/57/EY nojalla. YTE:issä vahvistetaan myös vaatimuksenmukaisuuden arvioinnissa noudatettava menettely. Vaatimuksenmukaisuuden arviointia tekee ilmoitettu laitos (Notified Body, NoBo). YTE:ien soveltamisesta voidaan poiketa tietyin yhteentoimivuusdirektiivissä vahvistetuoin ehdoin. Lupaa poiketa YTE:n soveltamisesta tulee hakea Euroopan komissiolta. Yhteentoimivuuden tekniset eritelmät ovat vielä joiltakin osin puutteellisia. Nämä puutteet voivat aiheuttaa erilaisia tulkintoja, jotka johtavat esimerkiksi eri maissa erilaisiin käyttöönottoluvan myöntämisen vaatimuksiin. Tällöin on vaarana, että otetaan käyttöön erityisiä toiminnallisia menettelyjä, jotka heikentävät yhteentoimivuuden edistämistä.

Olellainen asia lainsäädännön noudattamisessa suunnittelussa ja käyttöönotossa tulee olemaan, kuka valvoo Suomessa vaatimusten noudattamista ja onko riittävästi tietoa, jotta tiedetään mitä pitää vaatia. Lisäksi tulee selvittää, kuka asettaa vaatimukset, joita tulee noudattaa, ja kuka arvioi vaatimuksenmukaisuutta? Noudatettaessa lainsäädäntöä ja sovellettaessa annettuja ohjeita tulee varmistaa, että niitä sovelletaan oikein, ja että ohjeet on laadittu oikein.

## 7.3 Riskien arviointi rautateillä

Rautatieturvallisuudirektiivissä 2004/49/EY määrätään rautatieyritykset velvollisiksi toteuttamaan tarvittavia riskienhallintatoimenpiteitä ja soveltamaan kansallisia turvallisuussääntöjä ja -määräyksiä. Riskianalyysit ovat tarpeellisia rautatieturvallisuudessa, jotta ratojen ja liikkuvan kaluston voidaan varmistaa ja todeta olevan rakennettu vaatimusten mukaisesti. Rautatieturvallisuudessa riskien arviointia määrittävät esimerkiksi YTM-asetus ja standardi EN 50126. Näiden mukaan riskianalyysia tulee tehdä koko elinkaaren ajan kaikissa vaiheissa alkaen konseptin määrittelystä ja päättyen järjestelmän käytöstä poistamiseen ja hävittämiseen. YTM-asetus vaatii riskienhallintatoimenpiteiden toteuttamista. Yhteinen turvallisuusmenetelmä ei nimestään huolimatta ole uusi menetelmä, vaan se on menettelytapaohje, jota rautatiejärjestelmän riskienhallinnassa tulee soveltaa. Arvioitavan järjestelmän turvallisuusvaatimusten noudattamisen osoittaminen edellyttää, että riskien arvioinnissa määritetyt toteutettavat toimenpiteet on viety käytännön tasolle ja niiden toteutus on todennettu. Aiemmissä määräyksissä ja suosituksissa riskienhallinnasta rautateillä on mahdollisesti määritetty toimenpiteitä, mutta niiden toteuttamista ei ole valvottu.

Riskianalyysin vaarojen tunnistamisessa tarkastellaan järjestelmän tasoja ja toimintoja sekä niiden vaikutusta rautatieturvallisuuteen. Tunnistettujen vaarojen seurausten ja toteutumisen todennäköisyyden arvioinnin perusteella voidaan arvioida, miten merkittävä riski on. YTM-asetuksen mukaan riskin hyväksyttävyyttä arvioidaan käytäntöjen, vertailujärjestelmien tai täsmällisen riskin estimoinnin avulla. ERTMS-järjestelmän siirtymävaiheen ja käyttöönoton riskejä arvioidaessa ERIS1-projektissa käytettiin täsmällisen riskin estimointia, sillä käytäntöissä ei vielä ole riittävästi dataa kyseisen järjestelmän arvioimiseksi niiden avulla, ja ERTMS-järjestelmää vastaavaa vertailujärjestelmää ei ole Suomessa käytössä. Tilastollisten



tietojen puuttuessa riskit arvioitiin ERIS1-projektin riskien arvioinneissa kvalitatiivisesti riskimatriisin avulla. Uuden järjestelmän riskin hyväksyttävyyden vaatimuksena on, että sen tulee olla sama tai pienempi kuin olemassa olevan hyväksytyt järjestelmän riski. ERTMS-järjestelmän siirtymävaiheen aikana tulee varmistaa, että verrattuna nykyiseen JKV-järjestelmään ERTMS-järjestelmän riski on sama tai pienempi kuin JKV-järjestelmän.

Nykyisellään yhteinen turvallisuusmenetelmä ei anna tiettyjä menetelmiä, miten riskienhallintaa tulee tehdä, vaan se esittää riskienhallintaprosessin kulun. Käytettävät menetelmät ovat edelleen vapaasti valittavissa. Ilman yhtenäisiä menetelmiä riskienhallinnan yhtenäistäminen ja riskienhallinnan laadun ja tason vertailukelpoisuus on hankalaa. Dokumentoinnilla tulee olemaan suuri osuus vertailukelpoisuudessa. YTM-asetuksen mukaisen riskienhallintaprosessin alussa ehdottajan tulee päättää, onko kyse merkittävästä muutoksesta. Jos ehdottaja päättää, että kyseessä ei ole merkittävä muutos ja YTM-asetuksen mukaista riskienhallintaprosessia ei sovelleta, mutta hyväksyntäprosessissa trafi toteaa, että kyseessä onkin merkittävä muutos, tulee prosessi aloittaa alusta. YTM-asetuksen soveltamiseen ei ole olemassa selkeitä ohjeita siitä, milloin muutos on merkittävä ja milloin ei.

Yhteinen turvallisuusmenetelmä määrittelee vaatimukset, jotka riskienhallintaprosessin tulee toteuttaa. YTM sisältää dokumentoidun järjestelmän määrittelyn, asiantuntijuuteen perustuvan riskianalyysin, riskin hyväksyttävyyssperusteiden valinnan, vaararekisterin ylläpitämisen ja lopussa turvallisuusvaatimusten noudattamisen osoittamisen. Yhteinen turvallisuusmenetelmä ei sinällään tuo juurikaan uutta riskien analysointivaiheeseen, mutta se tekee riskien hallintatoimenpiteiden toteuttamisesta pakollista. YTM ei nykyisellään määrää riskin arvioinneissa käytettäviä kriteerejä, mistä johtuen riskianalyysien vertailukelpoisuus keskenään on huono.

YTM-asetuksen käänös suomeksi on epäselvä ja se sisältää termejä, jotka eivät vastaa yleisesti riskienhallinnassa käytettäviä suomalaisia termejä. YTM-asetuksen käytöstä on järjestetty jonkin verran koulutusta, mutta suurin osa rautatiealan toimijoista on vielä kouluttamatta tai opastamatta uuden asetuksen sisältöön ja merkitykseen. YTM-asetusta tulee soveltaa kaikkiin turvallisuuteen liittyviin merkittäviin muutoksiin. Tämä tarkoittaa riskien arviointien lisääntymistä rautatietoiminnassa. YTM-prosessin soveltaminen tuo paljon lisätöitä ja dokumentaatiota. Ongelmaksi muodostuu henkilöstön motivointi riskien arviointien tekemiseen. Esimerkiksi potentiaalisten ongelmien analyysi voi olla raskas ja aikaa vievä menetelmä, etenkin jos arvioitavan järjestelmän rajausta ei onnistuta tekemään riittävän tarkasti tai arvioitavaa järjestelmää ei onnistuta jakamaan pienempiin arvioitaviin kokonaisuuksiin.

YTM-asetuksen mukaan riskienhallintaprosessin asianmukaisen noudattamisen todentaa riippumaton turvallisuuden arvioitsija (Independent Safety Assessor, ISA). YTM-prosessin mukainen riskien arviointi tulee dokumentoida vaiheittain, joiden perusteella prosessin lopussa voidaan nähdä, mitä on tehty. Totuus kuitenkin on, että vaarojen tunnistamista ja riskien arviointia tehtäessä käydään työryhmän sisällä keskusteluja, joita ei aina dokumentoida. Tällöin jotakin oleellista tietoa voi jäädä kirjaamatta eikä se näin ollen välity riskienhallintaprosessin asianmukaista noudattamista arvioivalle ISA:lle. YTM-prosessin noudattamisen arviointi olisi helpompaa, jos ISA osallistuisi prosessin eri vaiheisiin.

YTM-asetus tuo viranomaiset mukaan rautateiden riskienhallintaan. Jatkossa tullaan tarvitsemaan riippumattomia turvallisuuden arvioitsijoita (ISA) ja ilmoitettuja laitok-

sia (Notified Body, NoBo). ISA arvioi nimensä mukaisesti turvallisuutta ja yhteentoimivuutta turvallisuuden kannalta sisältäen YTM-prosessin noudattamisen ja standardien mukaisuuden arvioinnin, kun taas NoBo arvioi yhteentoimivuuden osatekijöiden vaatimuksenmukaisuutta, kuten YTE:ien noudattamista. NoBo:n arvioiden tarkoitus on taata turvallisuus ja tekninen yhteensopivuus. NoBo voi toimia ISA:na samassa projektissa, mikä onkin suositeltavaa päällekkäisen työn ja ristiriitaisten tulosten välttämiseksi. Varsinkin aluksi voi tulla sekaannusta, mitä kukin viranomainen arvioi, sekä tämän seurauksena päällekkäistä työtä. Lisäksi tulee määrittää, miten tulkitaan tapauksia, joissa ISA:n ja NoBo:n raportit ovat keskenään eriävät. YTM-asetuksen tavoitteena on tuoda kansainvälisyys ja Euroopan laajuinen vertailukelpoisuus rautateiden riskienhallintaan. Suomessa ei tällä hetkellä ole yhtään nimettyä riippumattonta arviointilaitosta. Tarvittaessa ISA:n arviointia, tulee ISA hankkia ulkomailta.

Riskienhallinta on osa projektin tai hankkeen turvallisuuden kokonaisvaltaista hallintaa ja merkittävä osa laatua. Riskienhallintaan ja turvallisuutteen liittyen on tavantomaista, että päätökset tehdään osallistuttamalla useita ihmisiä päätöksentekoon. Tällöin yrityksenä voi olla jakaa vastuuta ja luoda harhakuva tehdyn työn määrästä ja huolellisuudesta. Usean eri osapuolen osallistuttaminen voi johtaa yksityiskohtien lisääntymiseen, kun eri organisaatiot oikeuttavat osallistumistaan. Liian monen osapuolen osallistuttamisen vaikutukset voivat olla ei-toivottuja ja voivat heikentää arvioinnin laatua. Näkemys siitä, mikä on järkevää turvallisuuden varmistamista, voi vaihdella. On hankala tietää, milloin on tehty tarpeeksi turvallisuuden varmistamiseksi. On tärkeää, että riskianalyysin osallistuneet henkilöt tekevät dokumentteja tehdystä työstä sen sijaan, että eri henkilöt yrittävät raportoida saadut tulokset. Riskienhallinnassa ja turvallisuustoiminnassa oleellista on niihin osallistuvien henkilöiden pätevyys ja asiantuntemus.

## 7.4 ERIS1-projektin tulokset

Tasojen ETCS+STM ja ETCS taso 1 riskien arvioinnissa tunnistettiin yhteensä 121 riskiä. Näistä 104 riskiä arvioitiin sietämättömiksi tai kohtalaisiksi riskeiksi. Tämä tarkoittaa 86 % tunnistetuista vaaroista. Suurin osa tunnistetuista riskeistä on organisatorisia, järjestelmä- ja laitteistoriskejä tai rakenteellisia riskejä. Arvioitaessa riskejä ei ole ollut käytettävissä todellista dataa riskien todennäköisyyksistä, vaan on käytetty parasta saatavilla olevaa teknistä asiantuntemusta. Tämän vuoksi todetaan, että sekä siedettäviin että kohtalaisiin riskeihin tulee puuttua ja toteuttaa riskienhallinnan toimenpiteitä.

Tasolla ETCS+STM tunnistettiin yhteensä 64 vaaraa. Näistä sietämättömiksi riskeiksi arvioitiin 36 vaaraa ja kohtalaisia vaaroja tunnistettiin 24 kappaletta. Tasolla ETCS taso 1 tunnistettiin yhteensä 61 vaaraa. Sietämättömiä riskejä arvioitiin 16 ja kohtalaisia 38. Tunnistetuista ETCS+STM liittyvistä vaaroista 42 % on organisatorisia riskejä. Toiseksi suurin ryhmä on järjestelmään ja laitteistoon liittyvät vaarat (33 %). Sietämättömistä ja kohtalaisista riskeistä tasolla ETCS+STM organisatoriset ja järjestelmä- ja laitteistoriskit muodostivat suurimman osan riskeistä. Tason ETCS taso 1 tunnistetuista vaaroista 41 % on järjestelmään ja laitteistoon liittyviä vaaroja ja 38 % organisatorisia vaaroja. Myös tason ETCS taso 1 riskien arvioinnissa näiden kahden ryhmän riskit muodostivat suurimman osan tunnistetuista riskeistä. Verrattuna tason ETCS+STM riskeihin ETCS taso 1:n tunnistetut riskit olivat hyvin samankaltaisia. Siirryttäessä tasolle ETCS taso 1 tulee uusia ratalaitteet, jotka nostivat järjestelmä- ja laitteistoriskien määrää arvioitaessa riskejä tällä tasolla verrattuna tason ETCS+STM

riskien arviointiin. Toisaalta otettaessa käyttöön taso ETCS+STM otetaan käyttöön myös uusi järjestelmä, jolloin organisatoristen riskien suuri osuus on ymmärrettävissä.

ERTMS-järjestelmän käytöstä ja soveltuvuudesta Suomeen ei ole vielä kokemusta ja riskien arvioinnin perusteella voidaankin huomata, että uuteen järjestelmään siirtymiseen ja sen käyttöönottoon liittyy runsaasti riskejä, jotka tulee huomioida. Tason ETCS+STM käytön aikana oletetaan, että käytettävissä on STM-laitte, jonka avulla voidaan liikennöidä siirtymävaiheen ajan. STM-laitteen kehitys on kuitenkin vielä kesken. Liikenneviraston vuonna 2006 laaditun ja Euroopan komissiossa hyväksytyn ERTMS:n Suomalaisen toteuttamissuunnitelman mukaan STM-laitteen asennukset aloitettaisiin vuonna 2013, ja ensimmäinen ETCS-rata toteutettaisiin vuosien 2019 ja 2025 välillä. Suureksi riskiksi siirtymävaiheen aikatauluille ja käyttöönotolle muodostuukin STM-laitteen kehityksen eteneminen ja aikataulussa pysyminen.

Selkeästi suurin osa tunnistetuista organisatorisista riskeistä liittyi vastuiden ja menettelytapojen määrittämisen puutteisiin, koulutuksen ja perehdytyksen puutteisiin, investointien puutteellisuuteen, väärin menettelytapojen korjausten tekemiseen liian hitaasti, järjestelmän hankintakustannuksien suuruuteen ja käyttöönoton epäonnistumiseen. Lisäksi puutteet säädöstenmukaisuudessa ja ongelmat hyväksyntäprosessissa nousivat esiin organisatorisia riskejä käsiteltäessä. Yhtenä suurimman riskiluvun saaneista riskeistä esiin nousi kansallisen ERTMS-järjestelmävastuun määrittämisen epäonnistuminen. Vastuiden määrittelyllä on tärkeä rooli uuteen järjestelmään siirtymisen onnistumisessa sekä tasolla ETCS+STM että ETCS taso 1:llä. Tällöin tiedetään, kenellä on perimmäinen vastuu ja kuka delegoi ja hallinnoi siirtymiseen liittyviä tehtäviä.

Siirtymävaiheessa ja käyttöönotossa koulutuksella tulee olemaan suuri merkitys. Koulutusta tarvitaan usealle taholle, kuten järjestelmästä vastuussa oleville, suunnittelulle, asennukselle, kunnossapidolle ja käyttäjille. Tärkeää on myös, että koulutusta antamassa on joku, jolla on riittävästi tietoa kyseisestä järjestelmästä ja sen tuomista haasteista. Koulutusta tulee järjestää jo ennen siirtymävaiheen aloittamista sekä siirtymävaiheen aikana. Riittävällä ja riittävän laadukkaalla koulutuksella pystytään varautumaan ja pienentämään osaa ERIS1-projektin riskien arvioinneissa esiin nousseista riskeistä. Koulutuksen puutteellisuus voi aiheuttaa puutteita menettelytapohjeissa tai käyttäjävirheitä järjestelmän käytössä. Virhetilanteissa toimimiselle on määritettävä toimintatavat. Ne tulee määrittää niin käyttäjille kuin myös järjestelmästä vastuussa oleville tahoille. Laadituilla menettelytapohjeilla ja niiden noudattamisella voidaan hallita osaa tunnistetuista riskeistä. Tällä hetkellä ei ole olemassa vielä virallisia käännöksiä ERTMS-järjestelmässä käytettäville termeille. Käyttöönottoa aloitettaessa tulee terminologia, käyttöohjeet ja menettelytapohjeet olla suomeksi. Yhtenä ERTMS:n ajatuksena on, että jokainen Euroopan Unionin maa voi antaa koulutusta uuteen järjestelmään omalla kielellään.

Käyttöönoton viivästyminen siirtymävaiheessa voivat aiheuttaa resurssien, organisoinnin, osaamisen ja osaamisen johtamisen puute. Investoinneilla ja hankinnoilla on myös merkitystä aikatauluihin, kustannuksiin ja käyttöönottoon. Uuden järjestelmän tarjoamien hyötyjen avulla voidaan tehdä päätöksiä järjestelmän hankinnan kannattavuudesta. Suomessa ollaan siirtymässä ERTMS-järjestelmään eurooppalaisittain verrattuna myöhäisessä vaiheessa. Hankittaessa järjestelmää ja laitteistoa on tärkeää varmistaa, että tuotteet eivät ole vanhentuneita tai pian vanhentumassa, kun niiden hankkiminen ja asennus aloitetaan. Yhtenä pääsyynä, yhteentoimivuuden lisäksi,

siirtymisessä uuteen järjestelmään on nykyisen JKV-järjestelmän laitteistojen vanhentuminen. Investointi uusiin laitteisiin on turha ja uuden laitteiston elinkaari jää lyhyeksi, jos hankittava laitteisto on vanhentumassa jo sitä hankittaessa tai pian sen jälkeen.

Järjestelmä- ja laitteistoriskit johtuvat puutteista laitteiden kestävydessä ja toimintakyvyssä, ongelmista eri toimittajien laitteiden yhteentoimivuudessa, ongelmista järjestelmän toiminnan luotettavuudessa ja järjestelmän ja laitteiston päivityksissä. Tasolla ETCS+STM uuden järjestelmän laitteet eivät saa aiheuttaa häiriötä JKV-laitteistolle ja päinvastoin. Lisäksi siirryttäessä ETCS taso 1:lle ETCS-ratalaitteiden liittäminen suomalaisiin turvalaitteisiin luo riskin. Järjestelmä- ja laitteistoriskeihin voidaan puuttua testaamalla järjestelmää ja laitteistoa erilaisissa tilanteissa ja erilaisissa olosuhteissa. Testaamalla ei voida kattaa kaikkia tilanteita, mutta testaamisen tulee olla riittävän laajaa, jotta suurin osa riskeistä voidaan pienentää tai poistaa. Järjestelmää ja laitteistoa hankittaessa tulee pyrkiä hankkimaan sellaista laitteistoa, jonka toimintavarmuudesta ja suorituskyvystä on saatavilla luotettavaa tietoa, ja joka toimii Suomen olosuhteissa. Lisäksi uutta järjestelmää ja laitteistoa hankittaessa tulee myös varmistua, että hankitaan sellaista laitteistoa, jota voidaan kehittää sopivaksi ja jonka varaosien saatavuus voidaan taata.

Rakenteelliset riskit liittyvät suunnitteluun, asennukseen ja kunnossapitoon. Rakenteellisiin riskeihin voidaan vaikuttaa koulutuksella ja järjestelmän ja laitteiston riittäväällä testauksella. Siirryttäessä käyttämään ETCS taso 1:tä uudet ratalaitteet aiheuttavat riskejä, joita tasolla ETCS+STM ei vielä ollut tai ei ollut tunnistettu. Ratalaitteiden ja veturilaitteiden yhteentoimivuus tuo haasteita uuden järjestelmän tason käyttöönottoon, suunnitteluun, käytettävyyteen, asennukseen ja kunnossapitoon. Uudet laitteet tulevat poikkeamaan nykyisin käytössä olevista, joten koulutus on myös tarpeellista. Ympäristöolosuhteista aiheutuvat riskit tulee huomioida järjestelmää ja laitteistoa hankittaessa. Suomessa ukonilmat, kovat pakkaset, lumi ja jää luovat haasteita järjestelmän toiminnalle. Lämpötilaero kesähelteiden ja talvien kovien pakkasten välillä voi olla suuri. Järjestelmän tulee kyetä toimimaan luotettavasti kaikissa olosuhteissa.

Vaikka osa riskeistä molemmilla tasoilla arvioitiin merkityksettömiksi, tulee nekin ottaa huomioon siirtymistä ja käyttöönottoa suunniteltaessa. Riskien arvioinnissa on käytetty parasta saatavilla olevaa teknistä asiantuntemusta arvioitaessa riskejä, sillä järjestelmän käyttöönotosta Suomessa ei ole vielä tietoa saatavilla. Todennäköisyyksien muuttuessa osa merkityksettömiksi arvioituista riskeistä voi nousta kohtalaisiksi riskeiksi.

ERIS1-projektin tarkoituksena on toimia osana ERTMS-järjestelmään siirtymistä ja siirtymiseen liittyvää riskienhallintaa. ERIS1-projektia voidaan pitää järjestelmään siirtymisen suunnittelua edeltävänä vaiheena, jonka avulla voidaan luoda suunnitelma siirtymiselle ja uuden järjestelmän käyttöönotolle. Jatkossa riskien arviointi ja riskienhallinta tulevat olemaan oleellinen osa rautatieturvallisuutta ja sen varmistamista. ERIS1-projekti on osa muutoksenhallintaa ERTMS-järjestelmään siirtymisessä. Se on ennakoivaa riskienhallintaa. ERIS1-projektissa tunnistetut vaarat, niistä aiheutuvat haitat, niiden todennäköisyydet, saatu riskiluku ja riskilaji on esitetty riskien arviointitaulukoissa, jotka on esitetty tämän diplomityön liitteinä 4 ja 5. Riskien arviointitaulukoista voidaan nähdä, mitä asioita tulee huomioida, mihin asioihin tulee puuttua ja mitä tulee tutkia lisää, ennen kuin siirtyminen uuteen järjestelmään voi-

daan aloittaa. Lisäksi riskien arviointitaulukoita voidaan käyttää apuna tehtäessä vaararekisteriä järjestelmän siirtymävaiheen suunnittelussa.

Riskien haitallisuutta on arvioitu ERIS1-projektissa henkilövahinkojen, omaisuusvahinkojen ja liikennevahinkojen perusteella. Riskien arviointitaulukossa haitallisuus esitetään kuitenkin yhtenä arviona. Esittämällä riskien haitallisuuden arvioinnissa arvio kaikille kriteereille erikseen voitaisiin paremmin nähdä, miten kyseiseen haitallisuuden lukuarvoon on päädytty. Taulukoissa on myös esitetty vaarat, mutta niiden taustalla olevia syitä ei ole tarkemmin eritelty. Osa kirjatuista vaaroista voi olla selkeitä työpajojen ja asiantuntijaryhmien toimintaan osallistuneille henkilöille, mutta ulkopuolisille niiden merkitys voi jättää tulkinnan varaa tai vaara voi jäädä kokonaan ymmärtämättä. Riskien arviointitaulukoissa ei myöskään ole esitetty, onko joihinkin vaaroihin jo varauduttu, tai mitä toimenpiteitä niiden hallitsemiseksi on tehty. ERIS1-projektissa toimenpidesuosituksia tehtäessä tulee selvittää nykyinen varautuminen vaaroihin ennen kuin toimenpiteitä riskien hallitsemiseksi voidaan esittää.

## 7.5 ERIS1-projektin riskien arvioinnin laadun arviointi

Tämän diplomityön aluvuossa 4.2 on esitetty Heikkilä et al. (2007) tutkimuksessaan esittämät kriteerit riskien arvioinnin laadun arviointiin. Laatukriteerit liittyvät tavoitteen määrittelyyn, kohteen rajaukseen, oikean menetelmän valintaan, lähtötietojen laatuun, vetäjän pätevyyteen, resurssien varaukseen, dokumentointiin, tulosten ja toteutuksen tavoitteenmukaisuuteen ja tulosten viestintään. Tulosten viestintä tilaajalle toteutetaan vasta tämän työn valmistuttua, joten sen arviointi on jätetty pois.

Projektin ja riskien arvioinnin tavoitteet ja tulosten käyttötarkoitus määriteltiin ERIS1-projektista laaditussa projektisuunnitelmassa projektin alussa. Projektisuunnitelmasta selviää, miksi riskien arviointi tehdään, mitä sillä on tarkoitus saada aikaan ja mihin tuloksia tullaan käyttämään. Projektisuunnitelmassa määritettiin myös kohteen rajausta, ja miten projekti toteutetaan. Järjestelmän riskien arviointi jaettiin käsiteltäväksi tasokohtaisesti (ETCS+STM, ETCS taso 1, ETCS taso 2), millä pystyttiin rajaamaan yhdessä työpajassa käsiteltävä aihe ja paremmin keskittymään yhden tason riskien arviointiin kerrallaan. Heikkilä et al. (2007) ovat tutkimuksessaan esittäneet, että riskianalyysin kohde tulee osittaa pienempiin kokonaisuuksiin valitun riskianalyysimenetelmän edellyttämällä tavalla. Tällöin voidaan tarkastella kerrallaan tiettyä osaa suurempaa kokonaisuutta. Kaikkien ERTMS-järjestelmän tasojen tarkastelu samassa analyysissä olisi ollut liian suuri kokonaisuus ja useita riskejä olisi voinut jäädä tunnistamatta.

Projektin menetelmiksi valittiin potentiaalisten ongelmien analyysi ja riskimatriisin käyttö. Potentiaalisten ongelmien analyysi aivoriikityöskentelynä sopi hyvin työpajoissa toteutettavaksi. ERIS1-projektissa arvioitiin järjestelmää, josta ei vielä ole kokemusta. Työskentelemällä työpajoissa saatiin monen eri asiantuntijan näkökulma huomioitua ja pystyttiin kartoittamaan riskejä kattavasti. Potentiaalisten ongelmien analyysin avulla onnistuttiin löytämään keskeisimmät ongelma-alueet ja keskeisiin vaaroihin liittyvät onnettomuustekijät. Potentiaalisten ongelmien analyysia käytettäessä ongelmana kuitenkin on, että se ei ole järjestelmällinen menetelmä, jolloin joitakin riskejä voi jäädä tunnistamatta. Tunnistetuista vaaroista aiheutuvien riskien suuruutta arvioitiin käyttämällä riskimatriisia. ERIS1-projektin riskien arvioinnissa paino-

tettiin riskien aiheuttamaa haittaa todennäköisyyttä enemmän, sillä todennäköisyyksiä pystyttiin arvioimaan ainoastaan saatavilla olevan teknisen asiantuntemuksen mukaan.

Riskien arviointi riskimatriisin avulla ei kuitenkaan kaikissa tapauksissa ole luotettavaa tai riittävää. Arvioitaessa riskin haitallisuutta tai todennäköisyyttä ei jokaiselle arvioitavalle järjestelmälle voida käyttää samoja arvioinnin kriteerejä. Rautatiejärjestelmässä sekä rata- että veturilaitteiden käyttöikä on useita kymmeniä vuosia. Todennäköisyyksien arviointikriteereissä käytettäviä aikavälejä tulisikin muokata ja arvioida arvioitavan kohteen mukaan. Tässä työssä käytetty riskimatriisi on muokattu liikenneviraston ohjeessa Riskienhallinta radan suunnittelussa esitetystä riskimatriisista. Ohjeessa esitettyssä riskimatriisissa on viisi tasoa, kun ERIS<sub>1</sub>-projektissa käytetyssä riskimatriisissa niitä on kolme. Liikenneviraston ohjeessa esitettyssä riskimatriisissa on tässä työssä käytettyjen tasojen lisäksi esitetty tasot merkittävä riski ja vähäinen riski. Tässä työssä käytetyssä riskimatriisissa merkittävät riskit on esitetty osana sietämättömiä riskejä ja vähäiset riskit on esitetty osana kohtalaisia riskejä. Näin ollen ERIS<sub>1</sub>-projektissa käytetty riskimatriisi ei ole alalla yleisesti hyväksytty matriisi, vaan sovellus siitä.

Riskianalyysin lähtötietoina käytettiin tässä diplomityössä luvuissa 2, 3 ja 4 esitettyjä tietoja. Jokaisen työpajan aluksi yksi tai useampi asiantuntija esitti kyseisessä työpajassa arvioitavan järjestelmän osan toimintaa kalvosarjan avulla. Kalvosarjat jätettiin näkyviin aivoriihiyöskentelyn ajaksi, jolloin niitä voitiin käyttää apuna vaaroja tunnistettaessa. Lähtötietojen esittäminen oli valmisteltu niin, että pystyttiin riittävän kattavasti mutta tiiviisti käymään läpi arvioitavan järjestelmän määrittely, rajausta ja toiminta sekä käytettävät riskien arviointimenetelmät.

Riskianalyysin vetäjänä toimi henkilö, jolla oli jo aiempaa kokemusta riskienhallinnasta ja tuntemusta rautatietoiminnasta. Analyysin vetäjä hallitsi analyysimenetelmät ja tunsu tarkasteltavaa kohdetta riittävästi. Niin vetäjän kuin asiantuntijoiden tietoa arvioitavasta järjestelmästä tuettiin työpajojen aluksi esitetyillä esityksillä ja kalvosarjoilla. Myös käytettävä analyysimenetelmä esiteltiin lyhyesti työpajojen alussa. Riskianalyysi tehtiin ryhmätyönä. Aivoriihiyöskentelyn jälkeen tunnistetut vaarat käytiin läpi, jolloin työpajaan osallistuvat pystyivät kommentoimaan ja keskustelemaan tunnistetuista vaaroista. Työryhmiin pyrittiin valitsemaan henkilöitä rautatietoiminnan alueilta, jotka koskivat analysoitavana olevaa tasoa tai siihen liittyvää tekniikkaa. Lisäksi valittiin henkilöitä, jotka tuntevat nykyisen junakulunvalvontajärjestelmän, ovat olleet osallisina ERTMS:n Suomen käyttöönottosuunnitelmaa tehtäessä ja joilla on tuntemusta tekniikasta, jota ERTMS-järjestelmässä tullaan käyttämään, tai joilla on kokemusta riskien arvioinnista. Työpajoihin kutsuttiin osallistujia myös Liikennevirastosta ja Liikenteen turvallisuusvirastosta. Liikenteen turvallisuusviraston edustusta ei työpajojen toiminnassa kuitenkaan ollut.

Työpajoissa tunnistetuista vaaroista laadittiin vaaralistat, joita käytettiin apuna tehtäessä riskien merkityksen arviointia asiantuntijaryhmien tapaamisissa. Niihin osallistui samoja henkilöitä, jotka olivat osallistuneet työpajoihin. Näin pystyttiin varmistamaan, että tunnistetut vaarat ymmärrettiin samalla tavalla ja pystyttiin arvioimaan vaaroista aiheutuvat riskit. Riskien arviointien tuloksena saatiin riskien arviointitaulukot, joista voidaan nähdä tunnistettu vaara, mahdolliset siitä aiheutuvat vahingot ja haitat, todennäköisyys, riskiluku ja ryhmä, johon riski arvioitiin kuuluvaksi.

ERIS1-projektin riskien arviointi kehittyi työpajojen edetessä. Riskien arvioinnin avulla pystyttiin kartoittamaan sietämättömät ja kohtalaiset riskit ERTMS-järjestelmän siirtymävaiheeseen ja käyttöönottoon liittyen tasoilla ETCS+STM ja ETCS taso 1. Samalla voitiin analysoida lisäselvitystarpeita. Riskianalyysi toteutettiin projektisuunnitelman mukaisesti muuten, mutta työpajojen lukumäärä väheni neljästä kolmeen. Näin päätettiin tehdä siksi, että viimeiseen työpajaan suunniteltujen eritelmä- ja vaatimusriskien tunnistamista tehtiin jo jokaisen tason vaarojen tunnistamisen yhteydessä. Työn aikana kävi ilmi, että siirtymä- ja käyttöönottovaiheeseen liittyy runsaasti riskejä, joista ei vielä ole riittävästi tietämystä. Lisäksi huomattiin, että eri tasojen riskien arvioinnissa nousi esiin samantyyppisiä riskejä. Riskien arviointi tehtiin tämän hetkisen parhaan tietämyksen mukaan. Järjestelmän käyttöönotosta Suomessa ei ole kokemusta, joten tunnistettuja riskejä tulee tutkia vielä lisää.

ERIS1-projektin riskien arvioinnin tuloksina saatiin riskien arviointitaulukot, jotka toimitetaan Liikennevirastolle tasokohtaisten raporttien yhteydessä. Jokaista arvioidun tason kohden laaditaan riskienarviointiraportti. Liikennevirastolle toimitettavissa riskienarviointiraporteissa esitetään hallintatoimenpiteitä riskeille. Diplomityön valmistuessa riskien hallitsemiseksi ehdotettavia toimenpiteitä ei ollut vielä tehty. Tämä diplomityö on oma kokonaisuutensa, mutta myös se toimitetaan Liikennevirastolle riskienarviointiraporttien yhteydessä. Työssä on esitetty taustatiedot uudesta järjestelmästä, riskien arvioinnin tavoitteesta, rajauksista, käytetyistä menetelmistä, tasojen ETCS+STM ja ETCS taso 1 työpajoihin ja asiantuntijaryhmien työskentelyihin osallistuneista henkilöistä, tuloksista ja tulosten tarkoituksesta. ERIS1-projektissa tehty riskien arviointi täyttää kriteerit, jotka Heikkilä et al. (2007) tutkimuksessaan riskien arvioinnin laadun arvioinnille esittivät.

Heinäkuusta 2010 alkaen sovellettu YTM-asetus ohjaa rautateillä tehtävää riskienhallintaa. YTM-asetuksen riskienhallintaprosessi on menettelytapaohje, jota rautatiejärjestelmän riskienhallinnassa tulee soveltaa. Riippumaton arviointilaitos arvioi YTM-asetuksen mukaisen riskienhallintaprosessin noudattamista. Tässä työssä ei ole tarvinnut noudattaa YTM-asetuksen mukaista riskienhallintaprosessia. ERIS1-projektissa toteutettava riskien arviointi ei ole merkittävä turvallisuuteen vaikuttava muutos, vaan ennakoivaa riskienhallintaa. Riskien arviointi ERIS1-projektissa on kuitenkin edennyt osittain YTM-asetuksen riskienhallintaprosessin mukaan.

## 8 Johtopäätökset

Rautatiejärjestelmässä turvallisuus vaatii toiminnallisten ja teknisten osien yhteentoimivuutta. Turvallisuutta tulee ajatella koko elinkaaren perusteella sen jokaisessa vaiheessa. Turvallisuuteen liittyvä työ osana projektin toteutusta tulee suunnitella projektin alussa. Projektin turvallisuus- ja hyväksyntäkriteerit määritetään projektin elinkaaren alussa ja ne tarkentuvat projektin edetessä. Riskienhallintaa toteutettaessa kyvykkäät ihmiset ovat tärkein yksittäinen tekijä varmistettaessa, että asetetut tavoitteet toteutuvat ja kustannukset eivät kasva.

Suomessa tullaan siirtymään yhteiseurooppalaiseen junaliikenteen hallintajärjestelmään (ERTMS). ERTMS-järjestelmän avulla pyritään yhtenäistämään Euroopassa käytössä olevat junaliikenteen hallintajärjestelmät ja kulunvalvontajärjestelmät. ERTMS-järjestelmä voidaan toteuttaa eri tasoilla. Tässä diplomityössä käsitellään tasoja ETCS+STM ja ETCS taso 1. ERTMS-järjestelmästä on arvioitu tulevan tulevaisuuden standardi junaliikenteen hallintajärjestelmänä. Tätä arvioita tukee, että ERTMS-järjestelmä on jo käytössä myös Euroopan ulkopuolella. Euroopan Unionin jäsenvaltiot ovat tehneet maakohtaiset toteuttamissuunnitelmat ERTMS-järjestelmään siirtymistä varten ja siirtyminen uuteen järjestelmään Euroopassa on aloitettu.

Tässä diplomityössä selvitettiin, mitä asioita huomioimalla voidaan hallita turvallinen siirtyminen vanhasta järjestelmästä uuteen, ja miten näitä asioita tunnistetaan. Diplomityön tarkoitus oli tarkastella ERIS1-projektin riskien arviointiprosessia ja tuloksia tasoilla ETCS+STM ja ETCS taso 1. Lisäksi esitettiin ERIS1-projektin työpajoissa esiin nousseita asioita. Tutkimusta toteutettiin tutkimuskysymysten avulla, joita olivat: 1) millaisia riskejä uuteen järjestelmään siirtyminen aiheuttaa, 2) kuinka suuria vaaroihin liittyvät riskit ovat, 3) mihin osa-alueisiin suurimmat riskit kohdistuvat sekä 4) miten toteutettu riskien arviointi onnistui?

### 8.1 Johtopäätökset diplomityöstä

Diplomityössä on tehty tutkimusta, josta saatiin kahdenlaista uutta tietoa. Teoriatietoa saatiin ERTMS-järjestelmän toimintaperiaatteesta ja sen tuomista haasteista. Lisäksi tuotettiin tietoa lakien, direktiivien, asetusten, YTE:ien ja standardien huomioimisesta siirryttäessä nykyisestä JKV-järjestelmästä uuteen yhteiseurooppalaiseen junaliikenteen hallintajärjestelmään sekä laadukkaan riskien arvioinnin tekemisestä. Kokemuseräistä tietoa saatiin osallistumalla ERIS1-projektin työpajojen toimintaan asiantuntijana ja havainnoimalla työpajojen ja asiantuntijaryhmien toimintaa. ERIS1-projektin riskien arvioinnin tulokset on esitetty diplomityön liitteenä esitetyissä riskien arviointitaulukoissa (liitteet 4 ja 5).

ERIS1-projektin riskien arviointi on ennakoivaa riskienhallintaa. Se on tehty ennen suunnittelun aloittamista ja on merkki siitä, että tavoitteena on sujuva ja turvallinen siirtyminen uuteen järjestelmään. ERIS1-projekti on osa muutoksenhallintaa suunniteltaessa siirtymistä nykyisestä JKV-järjestelmästä ERTMS-järjestelmään. Muutoksenhallinnassa tärkeintä on tietää, milloin siirtyä uuteen järjestelmään. Muutosta toteutettaessa vastuiden tulisi olla selkeät. Muutos ERTMS-järjestelmään on vasta alkuvaiheessa ja siirtymävaiheessa voi esiintyä ongelmia. On tärkeää varmistaa rautateiden turvallinen ja sujuva käyttö siirtymävaiheen ajan.



ERIS1-projektin riskien arvioinneissa tasoille ETCS+STM ja ETCS taso 1 tunnistettiin 125 riskiä. Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä oli selvittää, millaisia riskejä uuteen järjestelmään siirtyminen aiheuttaa. ERIS1-projektin riskien arvioinnissa tunnistetut riskit olivat järjestelmä- ja laitteistoriskejä, organisatorisia riskejä, rakenteellisia riskejä, ympäristöolosuhteista aiheutuvia riskejä ja vahingonteosta aiheutuvia riskejä. Arvioitujen ERTMS-järjestelmän kahden tason riskit olivat hyvin samankaltaisia. Eniten tunnistettiin organisatorisia ja järjestelmä- ja laitteistoriskejä. Tunnistetut organisatoriset riskit johtuivat usein koulutuksen puutteesta, järjestelmävastuun määrittämisen puuttumisesta, vähäisestä ERTMS tietotaidosta, uuden terminologian aiheuttamista ongelmista, toimenpiteiden toteutuksen hitaudesta, investointien ja resurssien puutteellisuudesta ja resurssien, organisoinnin ja osaamisen johtamisen epäonnistumisesta. Myös säädösten noudattaminen, puutteet säädöksissä ja ongelmat hyväksyntäprosessissa nousivat esiin organisatorisia riskejä käsiteltäessä.

Kansallisen ERTMS-järjestelmävastuun määrittämisellä on tärkeä rooli siirtymävaiheen onnistumisessa. Siirtymisen johtaminen ja hallinnointi tulevat olemaan avainasemassa. Kattavan siirtymäsuunnitelman luominen ja riittävien resurssien panostaminen muutokseen ovat tärkeitä. Huono koulutus ja puutteelliset menettelyohjeet voivat johtaa käyttäjävirheisiin. Organisatorisilla riskeillä on vaikutusta myös siirtymävaiheen ja käyttöönoton aikatauluihin. Tehtäessä investointipäätös ja hankittaessa laitteistoa tulee varmistaa laitteiston saatavuuden jatkuminen ja hankittavan laitteiston ajanmukaisuus. Nopeasti vanhentuvan laitteiston hankinta johtaa turhaan investointiin ja hankittavan laitteiston lyhyeen elinkaareen.

ETCS taso 1:n käyttöönoton myötä tulee uusia ratalaitteita, mikä voitiin huomata järjestelmä ja laitteistoriskien lisääntymisenä arvioitaessa kyseisen tason riskejä. Järjestelmä- ja laitteistoriskien arvioitiin johtuvan laitteiden kestävyteen, toimintakykyyn ja luotettavuuteen vaikuttavista tekijöistä. Oleelliseksi asiaksi nousee myös eri laitevalmistajien laitteistojen yhteentoimivuus sekä uusien laitteiden yhteentoimivuus nykyisen JKV-järjestelmän laitteiden kanssa käytettäessä siirtymävaiheessa tasoa ETCS+STM. Ongelmia voi myös tulla päivitettäessä ohjelmistoja ja laitteita. Näihin riskeihin voidaan vaikuttaa testaamalla laitteistojen ja järjestelmän toimintaa erilaisissa olosuhteissa. Järjestelmän ja laitteiston toiminnallisuudesta ja luotettavuudesta voidaan saada käyttökokemuksia muista Euroopan maista, joissa on jo käytössä ERTMS-järjestelmä. Organisatoristen ja järjestelmä- ja laitteistoriskien lisäksi työssä tunnistettiin ja arvioitiin rakenteellisia, ympäristöolosuhteista ja vahingonteosta aiheutuvia riskejä. Rakenteellisissa riskeissä oli usein kyse laitteiden suunnittelusta, asennuksesta ja kunnossapidosta. Diplomityössä riskejä käsiteltiin ryhmittäin. Yksittäiset riskit on esitetty diplomityön liitteenä olevissa riskien arviointitaulukoissa.

ERIS1-projektin riskien arvioinneissa huomattiin, että uuteen järjestelmään siirtymiseen ja sen käyttöönottoon liittyy runsaasti riskejä, jotka tulee huomioida. Toisena tutkimuskysymyksenä oli selvittää, kuinka suuria vaaroihin liittyvät riskit ovat, ja kolmantena, mihin osa-alueisiin suurimmat riskit kohdistuvat. Suurin osa tunnistetuista riskeistä on arvioitu sietämättömiksi tai kohtalaisiksi riskeiksi. Kriittiseksi kohdaksi siirtymävaihetta aloitettaessa nousevat organisatoriset riskit, järjestelmä- ja laitteistoriskit ja rakenteelliset riskit. Suomen ympäristöolosuhteet tulee huomioida laitteita testattaessa ja hankittaessa. Kaikkiin tunnistettuihin riskeihin tulee puuttua. Merkityksettömiksi arvioidut riskit on myös huomioitava, sillä niistä voi kehittyä kohtalaisia riskejä.

Neljäntenä tutkimuskysymyksenä oli arvioida, miten toteutettu riskien arviointi onnistui. ERIS1-projektin riskien arvioinnin onnistumista ja laatua arvioitiin alaluvussa 7.5. Arviointi tehtiin alaluvussa 4.2 esitettyjen riskien arvioinnin laadun kriteerien perusteella. ERIS1-projektissa onnistuttiin kartoittamaan riskejä kattavasti ja löydettiin runsaasti siirtymävaiheeseen liittyviä riskejä. Työpajojen ja asiantuntijaryhmien työskentelyssä oli mukana useita rautatietojärjestelmän eri osa-alueilla toimivia henkilöitä, jolloin vaarojen tunnistamisessa ja riskien arvioinnissa voitiin käyttää hyväksi teknistä asiantuntemusta sekä aiempaa kokemusta riskien arvioinnista. Toteutettu riskien arviointi eteni laaditun projektisuunnitelman mukaan. ERIS1-projektin riskien arviointi täytti luvussa 4.2 esitetyt riskien arvioinnin laatuksiteerit.

ERIS1-projektista saatavia riskien arviointitaulukoita voidaan käyttää hyödyksi laadittaessa YTM-asetuksen mukaista vaararekisteriä. Vaararekisterin avulla voidaan hallita riskejä. ERIS1-projektin tuloksena Liikennevirastolle toimitettavissa riskienarviointiraporteissa esitetään hallintatoimenpiteitä riskeille. Tässä diplomityössä esitetään ainoastaan tunnistetut vaarat, vaarojen aiheuttamat mahdolliset vahingot ja riskiluvun arviointi haitallisuuden ja todennäköisyyden pohjalta. Lisäksi riskit on lajiteltu viiteen ryhmään ja niitä on tarkasteltu tarkemmin luvussa 7. Riskien hallintatoimenpiteiden toteutus jää tässä projektissa tilaajan vastuulle. Suunnittelun yhteydessä tehtävää vaararekisteriä tulee ylläpitää ja päivittää siirtymävaiheen ja käyttöönottovaiheen edetessä.

## 8.2 Kehitysehdotukset

Diplomityön aikana esiin nousi asioita, jotka täytyy huomioida suunniteltaessa siirtymistä nykyisestä JKV-järjestelmästä uuteen ERTMS-järjestelmään. Tunnistettuja sietämättömiä ja kohtalaisia riskejä on tarkasteltava lisää ja niiden hallitsemiseksi on toteutettava toimenpiteitä. Merkityksettömiksi arvioidut riskit tulee myös huomioida. ERIS1-projektin riskien arvioinnissa esiin nousi suurimpina riskiryhminä organisatoriset ja järjestelmä- ja laitteistoriskit. Tunnistettuja riskejä tulee tutkia tarkemmin ja tarkastella, mitä asioita on jo huomioitu riskien pienentämiseksi ja mitä voitaisiin tehdä, jotta riskejä saataisiin edelleen pienennettyä tai poistettua.

ERTMS-järjestelmävastuun määrittäminen on oleellisessa asemassa siirtymävaiheen ja käyttöönoton onnistumiseksi. Lisäksi tulee huomioida, että ERTMS-järjestelmään siirtyminen aiheuttaa paljon muutoksia, eikä siihen siirrytä hetkessä. Muutokset vaikuttavat sekä henkilöihin että järjestelmän ja organisaatioiden toimintaan. Uudesta järjestelmästä, siihen siirtymisestä ja sen käyttöönotosta tulee järjestää riittävästi koulutusta, jotta voidaan pienentää koulutuksen puutteesta ja huonoista menettelytapaohjeista aiheutuvia riskejä.

ERTMS-järjestelmään siirtyminen vaatii esimerkiksi resursseja, suunnittelua, laitteistohankintoja, koulutusta, investointeja, rahoitusta ja testausta. Siirtymävaiheessa käytetään ETCS+STM tasoa. Tämä vaatii toimivan ja riittävästi testatun STM-laitteen. Suomessa tulisi selvittää lisää myös ERTMS Regional tekniikan hyödyntämisen mahdollisuuksia. Ruotsissa on ensimmäisenä Euroopassa otettu käyttöön ERTMS Regional tekniikkaa vähäliikenteisellä rataosuudella. Tästä saatavia käyttökokemuksia tulisi Suomessakin tutkia, ja miettiä kyseisen vaihtoehdon sovellettavuutta rataverkon joillekin osille. Nykyinen GSM-R verkko ei ole riittävä käytettäväksi ERTMS Regional sovelluksessa. GSM-R verkkoa tullaan kuitenkin lähitulevaisuudessa uusimaan, ja tässä yhteydessä olisi hyvä olla selvitettyinä, soveltuisiko ERTMS Regional käytet-

täväksi Suomessa, miten ja millä rataosuuksilla sitä voitaisiin hyödyntää ja mitä se vaatisi GSM-R verkolta.

Arvioitaessa riskejä esiin nousi myös nykyisen JKV-laitteiston purkaminen. JKV-järjestelmän purkamiselle ja käytöstä poistamiselle ei kuitenkaan ole vielä laadittu suunnitelmaa. Siirryttäessä ETCS taso 1:lle vanha järjestelmä puretaan pois asennettaessa uusia ratalaitteita. Ennen ERTMS-järjestelmään siirtymistä tulee olla selvitettyä ja suunniteltuna vanhan järjestelmän purkaminen, aikataulut, kulut ja menettelytavat, jotta siirtymävaihe uuteen järjestelmään saadaan sujumaan mahdollisimman hyvin.

ERTMS-järjestelmään siirtymistä toteutettaessa on kaikissa elinkaaren vaiheissa tehtävä riskienhallintaa. Ennakoivan riskien arvioinnin (ERIS<sub>1</sub>-projekti) tuloksena saatuja riskien arviointitaulukoita voidaan käyttää apuna laadittaessa YTM-asetuksen mukaista vaararekisteriä. Suunnittelussa voidaan ottaa huomioon jo tunnistetut riskit ja toteutetut toimenpiteet.

ERTMS-järjestelmään siirtymisen turvallisuutta voitaisiin parantaa panostamalla enemmän resursseja järjestelmän siirtymävaiheen ja käyttöönoton suunnitteluun. Tällä hetkellä tietotaito ERTMS-järjestelmästä on verrattain vähäistä ja se on jakautunut eri organisaatioihin. Aloitettaessa siirtyminen ja uuden järjestelmän käyttöönotto tärkeäksi asiaksi nousee viranomaisten ja toimijoiden tietotaito siitä, mitä järjestelmältä vaaditaan ja miten vaatimuksenmukaisuutta arvioidaan. Suomeen tulisi perustaa työryhmä, jonka tehtävänä olisi perehtyä ERTMS-järjestelmään, selvittää ERTMS-järjestelmän eri sovellusmahdollisuuksia Suomessa, suunnitella huolellisesti siirtymävaihetta ja käyttöönottoa ja laatia muutosstrategia.

Muutosvaiheen suunnitteluun tulisi ottaa mukaan asiantuntijoita ja päättäjiä, joiden organisaatioihin ja käytössä oleviin järjestelmiin muutos vaikuttaa ja joilla on asiantuntemusta sekä uudesta että vanhasta järjestelmästä. Jakamalla suuri muutos pienempiin osiin on sitä helpompi hallita ja voidaan välttää suuria vastoinkäymisiä ja niistä aiheutuvia häiriöitä. Suunniteltaessa muutosvaihetta tulisi tarkastella lisää muissa Euroopan maissa tehtyjä siirtymävaiheen ja käyttöönoton suunnitelmia, riskien arviointeja ja kokemuksia niistä. ERTMS-järjestelmään siirtyminen on Euroopan laajuinen projekti, joten muiden maiden kokemuksia voitaisiin mahdollisesti hyödyntää myös Suomessa.

## Lähteet

96/48/EY. Neuvoston direktiivi 23.7.1996 Euroopan laajuisen suurten nopeuksien rautatiejärjestelmän yhteentoimivuudesta. EYVL Nro L 235, 17.9.1996.

2001/16/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 19.3.2001 Euroopan laajuisen tavanomaisen rautatiejärjestelmän yhteentoimivuudesta. EYVL Nro L 110, 20.4.2001.

2004/49/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 29.4.2004 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 (rautatieturvallisuusedirektiivi). EUVL Nro L 220, 21.6.2004.

2008/57/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 17.6.2008 rautatiejärjestelmän yhteentoimivuudesta yhteisössä (uudelleen laadittu toisinto). EUVL Nro L 191, 18.7.2008.

2006/679/EY. Komission päätös 28.3.2006 Euroopan laajuisen tavanomaisen rautatiejärjestelmän ohjaus-, hallinta- ja merkinanto-osajärjestelmää koskevasta yhteentoimivuuden teknisestä eritelmästä. EUVL Nro L 284, 16.10.2006. 170 s.

A 29.4.2004/881. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 881/2004, annettu 29.4.2004, Euroopan rautatieviraston perustamisesta. EUVL Nro L 169, 30.4.2004.

A 24.4.2009. Komission asetus (EY) N:o 352/2009, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2004/49 6 artiklan 3 kohdan a alakohdassa tarkoitettujen riskien arviointia koskevan yhteisen turvallisuusmenetelmän hyväksymisestä. EYVL Nro L 108, 29.4.2009. ss. 4-19.

Banverket. ERTMS Regional – For a safe and cost effective railway [verkkodokumentti]. Swedish Rail Administration, 2009. 8 p. [viitattu 28.7.2010]. Saatavissa: <http://www.trafikverket.se/Om-Trafikverket/Spraksida/English-Engelska/The-Swedish-ERTMS-Programme/Information-materials-and-guiding-documents/>

Breyne, T & Jovicic, D. Lehdistöartikkeli: Riskien arviointia koskeva yhteinen turvallisuusmenetelmä YTM [verkkodokumentti]. Euroopan rautatieviraston verkkosivut, European Railway Agency, 19.2.2010. [viitattu 7.7.2010]. Saatavissa: <http://www.era.europa.eu/Document-Register/Pages/press-article-on-the-Common-Safety-Methods-on-risk-assessment.aspx>

EN 50126:1999. 1999. Railway applications – The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS). Brussels, CENELC. 76s.

ERA. Biennial Report on the Progress with Railway Interoperability in the European Union [verkkodokumentti]. European Railway Agency, 2009. [viitattu 30.7.2010]. Saatavissa: <http://www.era.europa.eu/Document-Register/Pages/Interoperabilitybiennialreport.aspx>

ERA/GUI/02-2008/SAF. 2009. Esimerkkikokoelma riskien arvioinneista ja YTM-asetusta tukevista mahdollisista välineistä. Versio 1.1. Euroopan Rautatievirasto 6.1.2009. 112 s.

ERA, UNISIG, EEIG ERTMS Users Group. 2008. ERTMS/ETCS – Baseline 3. System requirement specification. SUBSET-026 v.3.0.0. 23.12.2008.

ERTMS - A UNIFE Website. 2010. What is ERTMS [verkkodokumentti]. [viitattu 6.7.2010]. Saatavissa: <http://www.ertms.com/2007v2/what.html>

ERTMS Training. 2010. ERTMS Training Programme 2010, Session B (part II). UIC ERTMS Training Programme 2010. 23-25 June 2010 - UIC Headquarters, Paris. Slide-show. 60 p.

Euroopan komissio. European standards – Harmonised standards and legislation [verkkodokumentti]. [viitattu 5.7.2010]. Saatavissa: [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/documents/harmonised-standards-legislation/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/documents/harmonised-standards-legislation/index_en.htm)

Finlex. 2010. [verkkosivusto]. [viitattu 6.7.2010]. Saatavissa: [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi)

Heikkilä, A-M., Murtonen, M., Nissilä, M., Virolainen, K. & Hämäläinen, P. 2007. Riskianalyysien laatu: vaatimukset tilaajalle ja toteuttajalle. Tampere, VTT, Tutkimusraportti Nro VTT-R-03718-07. 34 s. + 2 liitettä.

Härkönen, A. 2006. Eurooppalaisen rautatieliikenteen hallintajärjestelmän (ERTMS) Suomen kansallinen toteuttamissuunnitelma. Helsinki, Ratahallintokeskus. 25s.

IRSE News. 2010. Guidance on the Application of Safety Assurance Processes in the Signalling Industry. IRSE News Issue 158, July 2010, pp. 14-19.

Junien kulunvalvontajärjestelmän EBICAB 900 Toimintaseloste. 2007. Helsinki 3.9.2007, Oy VR-Rata AB. Yleisseloste. 190s.

Järvinen, L. 2010. ERTMS ja nykytilanne. Rautatietekniikka N:o 1/2010, s. 28.

Järvinen, P. & Järvinen, A. 2004. Tutkimustyön metodeista. Tampere, Opinpajan kirja. 211 s. ISBN 952-99233-2-5

KOM(2005) 298. Komission tiedonanto Euroopan parlamentille ja neuvostolle eurooppalaisen rautatieliikenteen merkinantojärjestelmän ERTMS/ETCS käyttöönotosta. Bryssel, 4.7.2005.

L 29.6.2006/555. Rautatielaki.

Liikennevirasto, Rautatie. Turvallisuusohjeet [verkkodokumentti]. Liikennevirasto. [viitattu 22.7.2010]. Saatavissa: [https://rhk-fi.directo.fi/tietopalvelu/radanpidon\\_ohjeet/turvallisuusohjeet/](https://rhk-fi.directo.fi/tietopalvelu/radanpidon_ohjeet/turvallisuusohjeet/)

Liikenneviraston ohjeita 10/2010. 2010. Riskienhallinta radan suunnittelussa. Helsinki, Liikennevirasto. 35 s. + 5 liitettä.

LVMog1:00/2008. Rautatielain kokonaisuudistus, direktiivin täytäntöönpano [verkkodokumentti]. [viitattu 21.6.2010]. Saatavissa: <http://www.lvm.fi/web/fi/lakihanke/view/1147310>

LVMo62:00/2010. Rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttaminen, valtioneuvoston asetuksen valmistelu [verkkodokumentti]. [viitattu 21.6.2010]. Saatavissa: <http://www.lvm.fi/web/fi/lakihanke/view/1164393>

Muttram, R. I. & Bowker, R. 2002. ERTMS Towards a better, safer rail system. RSSB Publication, RSSB. 20 p.

Piomalli, C. 2009. The Globally leading ERTMS. Ansaldo. A Finmeccanica Company. Genoa, Italy.

PK-RH Pk-yrityksen riskienhallinta. Potentiaalisten ongelmien analyysi [verkkodokumentti]. [viitattu 30.6.2010]. Saatavissa: <http://www.pk-rh.fi/startti-riskienhallintaan/mita-riskienhallinta-on/riskien-tunnistamiskeinoja/potentiaalisten-ongelmien-analyysi>

Poré, J. 2007. ERTMS/ETCS Views and experiences. Signal + Draht 10/2007. pp 41-47.

Rautatievirasto. 2010. Toiminta- ja taloussuunnitelma 2010–2013 [verkkodokumentti]. [viitattu 2.7.2010]. Saatavissa: <http://www.rautatievirasto.fi/fi/rautatiet/netra>

SFS. 2010. [verkkosivusto]. [viitattu 5.7.2010]. Saatavissa: <http://www.sfs.fi/>

SFS-EN ISO 14121-1. 2007. Koneturvallisuus. Riskin arviointi. Osa 1:Periaatteet. Helsinki, Suomen standardisoimisliitto. 63 s.

Tillièrè, G. 2005. Interoperability in Europe: Case of the ERTMS development in the new European rail market. Alstom transport information solution.

Trafi. 2010. [verkkosivusto]. [viitattu 21.6.2010]. Saatavissa: <http://www.rvi.fi/>

Trafi, Rautatiet. Rautatiet Säädöskäsikirja 2010. [verkkodokumentti]. [viitattu 2.7.2010]. Saatavissa: <http://www.rvi.fi/fi/saadokset/saadokasikirja>

Tricker, R. 2000. CE conformity marking and new approach directives. United Kingdom, Butterworth-Heinemann. 285 p. ISBN 7506 4813 9.

UNIFE, The European rail industry. ERTMS factsheets: UNISIG [verkkodokumentti]. [viitattu 6.7.2010]. Saatavissa: <http://www.ertms.com/2007v2/factsheets.html>

Verslype, M. 2009. Railway Safety, Interoperability, ERTMS & Cross Acceptance. Lille Sifer, May 2009, European Railway Agency. Slideshow. p.48.

VNa 750/2006. Rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta.

VTT (Valtion teknillinen tutkimuskeskus). Potentiaalisten ongelmien analyysi [verkkodokumentti]. [viitattu 3.6.2010]. Saatavissa: [http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit\\_menetelmat.jsp](http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit_menetelmat.jsp)

VTT riskianalyysit. Riskien arviointi työpaikalla –työkirja - Menetelmän kuvaus [verk-  
kodokumentti]. [viitattu 7.10.2010]. Saatavissa:  
[http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit\\_riskien\\_arviointi\\_tyopaikalla\\_  
tyokirja\\_mk.jsp](http://www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit_riskien_arviointi_tyopaikalla_tyokirja_mk.jsp)

Winter, P., Braband, J., De Cicco, P., Deutsch, P., Frøsig, P., Konrad, K., Lochman, L.,  
Mandroc, D., Reisinger, H., Stamm, B., Tamarit, J. & Wendler, E. 2009. Compendium  
on ERTMS. 1st Edition. Hamburg, Germany, DW Media Group GmbH | Eurailpress.  
26op. ISBN 978-3-7771-0396-9.





## Osallistujat

ERIS1-projektin aloituspalaveriin ja ensimmäiseen työpajaan 9.3.2010 osallistuivat:

Toni Jukuri	VR Track Oy
Laura Järvinen	VR Track Oy
Aki Härkönen	Liikennevirasto
Ari Julku	VR Group Oy
Jouni Lehmusto	VR Track Oy
Kai Kiihtelys	VR Track Oy
Markku Koro	VR Group Oy
Lassi Matikainen	VR Track Oy
Yrjö Poutiainen	VR Track Oy

ETCS+STM riskien arvioinnin asiantuntijaryhmän tapaamiseen 31.3.2010 osallistuivat

Toni Jukuri	VR Track Oy
Laura Järvinen	VR Track Oy
Jouni Lehmusto	VR Track Oy
Ari Julku	VR Group Oy
Hannu Lehkoinen	Liikennevirasto

ETCS taso 1 riskien arvioinnin asiantuntijaryhmän tapaamiseen 12.4.2010 osallistuivat:

Toni Jukuri	VR Track Oy
Laura Järvinen	VR Track Oy
Paavo Nikula	VR Group Oy
Jouni Lehmusto	VR Track Oy
Ari Julku	VR Group Oy



# Ongelmien ideointilomake

Ongelma (yksilöi kohde ja tilanne)




Laitos

pvm

Ongelma (yksilöi kohde ja tilanne)

sivu






# RISKIEN LAJITTELU

VAHINGONTEKO	YMPÄRISTÖ- OLOSUHTEET	RAKENTEELLINEN	JÄRJESTELMÄ/ LAITTEISTO	ORGANISATORISET
Sisäinen tahallinen vahingonteko	Vuodenaika: Sade, jää, pakkane- nen, lumi, ukkonen, tulva, lumimyrsky, metsäpalo	Suunnittelu	Laitteisto	Johtaminen
Ulkoinen tahallinen vahingonteko		Kunnossapito	Ohjelmisto	Hallinnointi
Ohjeiden noudattamatta jättäminen		Asennus	Ohjausjärjestelmä	Viestintä
		Ylläpito/ käyttötoiminto	Simulointi	Rahoitus
			Kytkenät	Koulutus ja käyttäjävirheet
			Varusteet	Menettelytapaohteet
			Hankinta	Investoinnit



## ETCS+STM, riskien arviointitaulukko

Vaarat	Mahdolliset vahingot	Haitat	Tod. näk.	Riskiluku	Riskilaji	Ennakoivat toimenpiteet riskin hallitsemiseksi
Läheltä-piti-tilanteiden analysointi on puutteellista ja virheistä ei opita.	Henkilövahingot	5	5	25	O	
Järjestelmällä on hitaat vasteajat.	Ylinopeus	5	5	25	J	
ETCS+STM-(veturi)laitteisto ei kestä Suomen ilmasto-olosuhteissa.	Käytettävyysongelmat	5	4	20	Y	
Kansallisen ETCS+STM-järjestelmävastuun määrittäminen epäonnistuu.	Järjestelmän käytettävyys ja ylläpito vaikeutuu	5	4	20	O	
Junatiedot syötetään väärin.	Ylinopeus	5	4	20	O	
Kuljettajanäytön näkyvyys eri valaistuksissa.	Käytettävyysongelmat	4	5	20	R	
DMI vaatii liikaa huomiota.	Ympäristön seuranta heikkenee, liikenneturvallisuus vaarantuu	4	5	20	R	
Kuljettajat luottavat liikaa järjestelmään, kun se ei toimi oikein	Ylinopeus -> suistuminen, törmäys	4	5	20	O	
Teknisten ongelmien ja virheiden korjaus tehdään ohjeistamalla käyttäjää, eikä korjaamalla järjestelmän teknisiä ongelmia.	Käytettävyys- ja turvallisuusongelmat	4	5	20	O	
Testit eivät kata kaikkia tilanteita.	Käytettävyys- ja turvallisuusongelmat	4	5	20	O	
ETCS+STM-laitteisto ei toimi, kun ETCS-laitetta vaihdetaan.	Laitteiston lyhyt käytettävyys ja elinkaari, toimittajamonopoli ja korkeat kustannukset	4	5	20	J	
Versiopäivitykseen liittyvät ongelmat.	Käytettävyysongelmat	4	5	20	J	
Eri toimittajien laitteistojen yhteentoimivuusongelmat realisoituvat rata- ja veturilaitteiden välillä. (esim. eri versiot)	Käytettävyys- ja turvallisuusongelmat	4	5	20	J	
Veturiantenni ei toimi Suomen olosuhteissa.	Käytettävyysongelmat	4	4	16	Y	
ETCS:n tutka ei toimi Suomen olosuhteissa.	Käytettävyysongelmat	4	4	16	Y	

## ETCS+STM, riskien arviointitaulukko

Vaarat	Mahdolliset vahingot	Haitat	Tod. näk.	Riskiluku	Riskilaji	Ennakoivat toimenpiteet riskin hallitsemiseksi
STM:n takometrin kaapelit eivät toimi Suomen olosuhteissa.	Käytettävyysongelmat	4	4	16	Y	
ETCS+STM-järjestelmän asennus- ja kunnossapitovirheet.	Käytettävyys- ja turvallisuusongelmat	4	4	16	R	
ETCS-tietotaidon suppeus	Järjestelmän käytettävyys ja ylläpito vaikeutuu	4	4	16	O	
Hankitaan laitteistoa, jota ei voida kehittää sopivaksi.	Laitteiston lyhyt käytettävyys ja elinkaari	4	4	16	O	
Henkilöstön ohjeistus ja koulutus epäonnistuu.	Käytettävyys- ja turvallisuusongelmat	4	4	16	O	
Kuljettaja käyttää JKV:ta ja STM:ää sekoittaen niiden toiminnallisuuden.	Käytettävyysongelmat	4	4	16	O	
Kuljettaja käyttää STM:ä ja ETCS:ää sekoittaen niiden toiminnallisuuden (STM:n ja ETCS:n näytöt ovat samankaltaisia, mutta toiminta taustalla erilaista. Kuljettaja ei huomaa muuttaa toimintaansa niiden mukaan.)	Käytettävyys- ja turvallisuusongelmat	4	4	16	O	
Järjestelmä ei vastaa kansallisia vaatimuksia.	Käytettävyys- ja turvallisuusongelmat	4	4	16	O	
Eri päivitystahti tai -lähde aiheuttaa ristiriidan STM:n ja ETJ2:n tms. välillä.	Turvallisuus- ja käytettävyysongelmat, henkilövahingot	4	4	16	J	
Vikadiagnostiikka ei toimi.	Ylinopeus	4	4	16	J	
Laitteet heikkolaatuisia.	Käytettävyys- ja turvallisuusongelmat	4	4	16	J	
Kosketusnäytön toimintavarmuus on heikko.	Käytettävyys- ja turvallisuusongelmat	4	4	16	J	
STM-laitteiden ja varaosien saatavuutta ei voida taata koko siirtymäajalle.	ETCS:n nopeampi käyttöönotto. Käytettävyysongelmat	5	3	15	O	
Baliisitiedon virheellinen purkaminen aiheuttaa vaaratilanteen.	Ylinopeus -> suistuminen, törmäys	5	3	15	J	



## ETCS+STM, riskien arviointitaulukko

Vaarat	Mahdolliset vahingot	Haitat	Tod. näk.	Riskiluku	Riskilaji	Ennakoivat toimenpiteet riskin hallitsemiseksi
Järjestelmän ohjelmavirheet	Käytettävyysongelmat	5	3	15	J	
Kuljettajanäyttö ei kestä Suomen lämpötila-alueella.	Käytettävyysongelmat	3	5	15	Y	
ETCS+STM-laitteiston DMI:n suojukset aiheuttavat kuljettajalle vaaran hätäjarrutettaessa.	Henkilövahingot	3	5	15	R	
Rautatieyrityksen STM:n rahoitusresurssit ja hankinta-aikataulu epäonnistuu.	ETCS otetaan suoraan käyttöön	3	5	15	O	
Hyväksyntäprosessin ongelmat.	Järjestelmien käyttöönotto viivästyy	3	5	15	O	
Termistöön liittyvät ongelmat.	Väärinymmärrys -> käytettävyy- ja turvallisuusongelmat	3	5	15	O	
Viallinen baliisi aiheuttaa toimintovirheen ETCS+STM-veturilaitteessa.	Käytettävyy- ja turvallisuusongelmat	3	5	15	J	
ETCS+STM-laitteiston integroiminen eri vetureihin, tilanpuute	Käyttöönotto viivästyy	4	3	12	R	
Turvallisuus- ja käytettävyysongelmiensa havaitsemisen jälkeen korjaustoimenpiteitä ei saada tehtyä tarpeeksi nopealla aikataululla osaamisen puutteesta tai hallinnollisista syistä johtuen.	Käytettävyy- ja turvallisuusongelmat	4	3	12	O	
Veturilaitteiden asennus myöhästyy.	Käyttöönotto viivästyy	4	3	12	O	
Resurssit, organisointi, osaaminen ja osaamisen johtaminen epäonnistuu.	Käyttöönotto viivästyy/pitkittyy, turvallisuuden taso heikentyy	4	3	12	O	
STM -jarruadapterin säätö epäonnistuu.	Ylinopeus	4	3	12	J	
Toimintovirhe ETCS+STM-rajapinnassa siirtymäalueella.	Ylinopeus ja liikennehaitat	3	4	12	R	
Yhden tavarantoimittajan loukku.	Käytettävyysongelmat, korkeat elinkaarikustannukset	3	4	12	O	

## ETCS+STM, riskien arviointitaulukko

Vaarat	Mahdolliset vahingot	Haitat	Tod. näk.	Riskiluku	Riskilaji	Ennakoivat toimenpiteet riskin hallitsemiseksi
Eritelmien (YTE) ja speksien puutteellisuus.	Turvallisuusongelmat, taloudelliset seuraukset, käyttöönoton vaikeutuminen	3	4	12	O	
Käyttöön otetaan puutteellinen ETCS+STM-järjestelmä.	Käytettävyy- ja turvallisuusongelmat	3	4	12	O	
Käyttöönottosuunnitelma ja -aikataulu eivät ole realistisia.	Käyttöönotto viivästyy	3	4	12	O	
ETCS+STM tiedonsiirrossa kriittinen vika, joka aiheuttaa törmäyksen	Törmäys, kalustovauriota, henkilövahingot	5	2	10	J	
Tahallinen riskinotto tai ohjeiden vastainen toiminta. (esim. helppo oiottavuus)	Turvallisuusongelmat	3	3	9	V	
Toiminnan turvallisuus (ETCS ja STM laitteen välillä) heti vikatilanteen jälkeen	Turvallisuusongelmat, ylinopeus, kalustoviat	3	3	9	R	
DMI ei toimi.	Käytettävyysongelmat	3	3	9	J	
STM:n ja ETCS:n välinen yhteys vikaantuu	Käytettävyysongelmat	3	3	9	J	
JKV:n toiminnalliset puutteet kopioituvat ETCS+STM-järjestelmään.	Käytettävyy- ja turvallisuusongelmat	3	3	9	J	
ETCS+STM-laitteiston huoltoväli on lyhyt	Käytettävyysongelmat, elinkaarikustannukset	3	3	9	J	
STM laitteisto rikkoontuu herkästi	Käytettävyysongelmat	3	3	9	J	
STM:n toimitusaikataulu rajoittaa käyttöönottoa.	Taloudelliset menetykset uuden kaluston suhteen	2	4	8	O	
DMI antaa kuljettajalle tiedon väärällä kielellä.	Käytettävyysongelmat	2	4	8	J	
ETCS+STM-laitteiston antenni aiheuttaa säteilyvaaran suuren tehon vuoksi.	Henkilövahingot	3	2	6	R	
Ratasähköjärjestelmästä aiheutuvat EMC-ongelmat.	Liikennehaitat, kalustovauriot	3	2	6	J	

## ETCS+STM, riskien arviointitaulukko

Vaarat	Mahdolliset vahingot	Haitat	Tod. näk.	Riskiluku	Riskilaji	Ennakoivat toimenpiteet riskin hallitsemiseksi
Tietoliikenteen ylikuormitus ETCS ja STM laitteiden välillä	Käytettävyysongelmat	3	2	6	J	
ETCS+STM-laitteiston likaantuminen aiheuttaa järjestelmävirheitä tai tulipalon.	Käytettävyysongelmat	5	1	5	R	
Jarrukäyrien erilaisuus JKV- ja STM -järjestelmissä	Ylinopeus, alinopeus	4	1	4	R,J	
Kaikilla rautatieyrityksillä ei ole mahdollisuutta hankkia STM:ää	Rajoittaa operaattoreita	2	2	4	O	
Radanpitäjän investointiresurssit STM:n kehitykseen keskeytyy	Käyttöönotto viivästyy	2	2	4	O	
ETCS+STM-järjestelmän kapasiteetti verrattuna JKV:aan pienenee	Käytettävyysongelmat	2	1	2	O	



## ETCS taso 1, riskien arviointitaulukko

Vaarat	Mahdolliset vahingot	Haitat	Tod. näk.	Riskiluku	Riskilajit	Ennakoivat toimenpiteet riskin hallitsemiseksi
Kunnossapidon perehdytys ja koulutus epäonnistuu (veturihuolto ja ratahuolto).	Käytettävyyss- ja turvallisuusongelmat	5	4	20	O	
Useista eri järjestelmistä aiheutuvat ongelmat kunnossapidossa.	Käytettävyyss- ja turvallisuusongelmat	5	4	20	R	
Kansallisen ETCS -järjestelmävastuun määrittäminen epäonnistuu. (ETCS+STM)	Käytettävyyss- ja turvallisuusongelmat	5	4	20	O	
Eri valmistajien laitteistot eivät ole yhteentoimiva.	Käytettävyyss- ja turvallisuusongelmat	4	5	20	J	
ETCS L1 ratalaitteiden soveltuminen Suomen ilmasto-olosuhteisiin.	Käytettävyyss- ja turvallisuusongelmat	4	4	16	Y	
ETCS L1 veturilaitteiden soveltuminen Suomen ilmasto-olosuhteisiin.	Käytettävyyss- ja turvallisuusongelmat	4	4	16	Y	
ETCS tietotaidon suppeus.	Järjestelmän käytettävyyss ja ylläpito vaikeutuu	4	4	16	O	
ETCS L1 tuotteet ovat vanhentuneita, kun niiden hankinta Suomeen tulisi aloittaa.	Laitteiston lyhyt käytettävyyss ja elinkaari	4	4	16	O	
Speksejä ei laadita huolella ennen hankintaa.	Käytettävyyssongelmat	4	4	16	O	
ETCS -järjestelmän eroavaisuuksia (verratuna suomalaiseen järjestelmään) hoidetaan toimintaohjeella.	Käytettävyyss- ja turvallisuusongelmat	4	4	16	O	
Veturiantenni ei toimi Suomen ilmasto-olosuhteissa.	Käytettävyyssongelmat	4	4	16	Y	
Tutka ei toimi Suomen ilmasto-olosuhteissa.	Käytettävyyssongelmat	4	4	16	Y	
ETCS-ratalaitteet: häiriöt EBICAB laitteille	Käytettävyyss- ja turvallisuusongelmat	4	4	16	J	
ETCS-ratalaitteiden liittäminen suomalaisiin turvalaitteisiin ei onnistu	Käyttöönotto viivästyy	4	4	16	J	

## ETCS taso 1, riskien arviointitaulukko

Vaarat	Mahdolliset vahingot	Haitat	Tod. näk.	Riskiluku	Riskilajit	Ennakoivat toimenpiteet riskin hallitsemiseksi
LEU:n tai baliisin todentaminen epäonnistuu.	Ylinopeus -> törmäys, suistuminen	3	5	15	J	
Hyväksyntäprosessin ongelmat.	Järjestelmien käyttöönotto viivästyy	3	5	15	O	
ETCS taso 1 sitouttaa liikaa laitetoimittajien palveluihin kunnossapidossa.	Ongelmat kunnossapidossa	4	3	12	O,R	
Käyttöjärjestelmät, kunnossapito (kunnossapidon ohjeet) ja dokumentointi pysyvästi englanniksi.	Väärinymmärrys -> Käytettävyy- ja turvallisuusongelmat	4	3	12	O	
Resurssit, organisointi, osaaminen ja osaamisen johtaminen epäonnistuu.	Käyttöönotto viivästyy/pitkittyy, turvallisuuden taso heikentyy	4	3	12	O	
Pakkosidonaisuus STM -toimittajaan varsinaisia ETCS -laitteita hankittaessa.	Käytettävyysoongelmat, korkeat elinkaarikustannukset	4	3	12	O	
Versionhallinta veturi- ja ratalaitteissa epäonnistuu.	Käytettävyysoongelmat	4	3	12	J	
Turvallisuus- ja käytettävyysongelmien havaitsemisen jälkeen korjaustoimenpiteitä ei saada käsiteltyä tarpeeksi nopealla aikataululla hallinnollisista syistä johtuen.	Käytettävyy- ja turvallisuusongelmat	4	3	12	O	
Kaluston ja ratalaitteiston asennuksen synkronointi epäonnistuu	Käytettävyysoongelmat	4	3	12	R	
Käyttöönotto epäonnistuu	Käytettävyysoongelmat, korkeat elinkaarikustannukset	4	3	12	O	
Veturilaitteiden asennus eri veturityyppeihin ei onnistu	Käytettävyysoongelmat	4	3	12	O	
Radanpitäjän investointiresurssit tarpeeksi nopealla aikataululla	Käytettävyysoongelmat	4	3	12	O	
LEU:n ohjelmointi epäonnistuu.	Käytettävyysoongelmat	3	4	12	J	
Laitteiden mekaaninen kestävyys ja toimintavarmuus.	Käytettävyysoongelmat	3	4	12	J	

## ETCS taso 1, riskien arviointitaulukko

Vaarat	Mahdolliset vahingot	Haitat	Tod. näk.	Riskiluku	Riskilajit	Ennakoivat toimenpiteet riskin hallitsemiseksi
ERTMS:n siirtyminen epäonnistuu aikataulutuksen vuoksi.	Käytettävyysongelmat	3	4	12	O	
Rata- tai veturilaitteiden suunniteltu päivitysprosessi epäonnistuu (kustannukset, aikataulu).	Käytettävyysongelmat	3	4	12	J	
Hankitaan laitteistoa, joiden kehityksessä ei huomioida tulevaisuuden tarpeita ja ei jatkossa kelpaakaan.	Laitteiston lyhyt käytettävyys ja elinkaari	3	4	12	O	
Järjestelmän luotettavuusongelmat käyttöönottoaiheessa	Käytettävyys- ja turvallisuusongelmat	3	4	12	J	
Baliisitiedon virheellinen purkaminen veturissa aiheuttaa vaaratilanteen.	Ylinopeus -> törmäys, suistuminen	2	5	10	J	
Virastojen sisällä ja välillä ei tehdä vertailua eri hankkeiden kesken.	Korkeat elinkaarikustannukset	2	5	10	O	
Jarrukäyrien erilaisuus JKV- ja ETCS-järjestelmissä	Käytettävyys- ja turvallisuusongelmat	2	5	10	J	
Epäsopivien kaapeleiden tai jatkosten käyttö.	Käytettävyysongelmat	3	3	9	J	
Tahallinen riskinotto tai ohjeiden vastainen toiminta. (esim. helppo oioittavuus)	Turvallisuusongelmat	3	3	9	V	
Kapasiteetin pieneneminen nykyjärjestelmiin verrattuna.	Käytettävyysongelmat	3	3	9	O	
ETCS -järjestelmän asetinlaitteisiin kohdistuvat riskit.	Turvallisuusongelmat	3	3	9	J	
Laitetoimittaja ei anna ohjelmointimahdollisuutta käyttäjälle (baliisit ja LEU).	Käytettävyysongelmat	3	3	9	J	
LEU ei kestä käytössä	Käytettävyysongelmat	3	3	9	J	
Järjestelmän hankintakustannukset korkeat verrattuna siitä saatavaan hyötyyn	Korkeat kustannukset, turha investointi	4	2	8	O	

## ETCS taso 1, riskien arviointitaulukko

Vaarat	Mahdolliset vahingot	Haitat	Tod. näk.	Riskiluku	Riskilajit	Ennakoivat toimenpiteet riskin hallitsemiseksi
Baliisisanomien virheellinen tekeminen.	Turvallisuusongelmat	2	4	8	J	
ETCS -avaintenhallinnan menettelyt ja organisointi (tietoturva).	Käytettävyysongelmat	2	4	8	O	
Suomea varten räätälöidyt ETCS -ratkaisut nostavat hintaa ja vaikeuttavat hyväksyntää (heikko saatavuus).	Käytettävyysongelmat, korkeat elinkaarikustannukset	2	4	8	O	
Ratalaitteiden asennusongelmat monimutkaisen ohjelmoinnin vuoksi	Käytettävyysongelmat	2	4	8	R	
ETCS taso 1 tekniikan EMC yhteensopivuus.	Liikennehaitat, kalustovauriot	3	2	6	J	
Baliisit (euro ja JKV) sekoitetaan toisiinsa koodattaessa tai asennettaessa.	Käytettävyy- ja turvallisuusongelmat	2	3	6	R,J	
Rikkinäiset eurobaliisit aiheuttavat baliisiviikoja veturilaitteessa.	Käytettävyy- ja turvallisuusongelmat	2	3	6	J	
ETCS -järjestelmän veturilaitteiston EMC (elektromagneettinen sietokyky) ongelmat.	Liikennehaitat, kalustovauriot	2	3	6	J	
Liitettäessä LEU:ta järjestelmään kytketään osa ensiopiiriin ja osa toisiopiiriin, mikä aiheuttaa vian.	Käytettävyysongelmat	2	3	6	R	
Monimutkainen tekniikka lisää datan määrää ja aiheuttaa tiedon katoamista ja korruptoitumista käsittely tai muokkausvaiheessa.	Käytettävyysongelmat	2	3	6	J	
Kuljettaja ei keskity ajamiseen, ohjaamossa esim. laitteet vievät huomion	Turvallisuusongelmat	2	3	6	R,J	
Eurobaliisin väärä sanoma aiheuttaa törmäyksen.	Ylinopeus -> törmäys	1	5	5	J	
Ajolaitteet pois päältä	Käytettävyysongelmat	4	1	4	J	
ETCS L1 -ratalaitteiden tietosuoja vaarantuu	Käytettävyy- ja turvallisuusongelmat	4	1	4	J	



## ETCS taso 1, riskien arviointitaulukko

Vaarat	Mahdolliset vahingot	Haitat	Tod. näk.	Riskiluku	Riskilajit	Ennakoivat toimenpiteet riskin hallitsemiseksi
ETCS:n ongelmat Venäjän liikenteessä	Käytettävyysongelmat	2	2	4	O	
Siirtyminen JKV alueelta taso 1 alueelle ei onnistu	Käytettävyy- ja turvallisuusongelmat	1	4	4	J	
Huonon maadoituksen ongelmat (ETCS L1 LEU:sta sähköisku).	Turvallisuusongelmat	1	3	3	R	
LEU:n turvallisuusvarmennukset pettävät.	Käytettävyy- ja turvallisuusongelmat	1	3	3	J	
Kuljettaja sekoittaa ETCS-symbolit ja JKV-symbolit keskenään	Käytettävyy- ja turvallisuusongelmat	2	1	2	O	





Liik  
enne  
vira  
sto

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-255-601-1

[www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi)