

Aleksi Holopainen

MINIMEL LYNX -TURVAAMISJÄRJESTEL- MÄN KÄYTTÖ RATATYÖN TURVAAMISESSA SUOMESSA

Opinnäytetyö

2018



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Aleksi Holopainen	Insinööri (AMK)	Toukokuu 2018
Opinnäytetyön nimi		88 sivua 3 liitesivua
Minimel Lynx -turvaamisjärjestelmän käyttö ratatyön turvaamisessa Suomessa		
Toimeksiantaja		
Destia Rail Oy		
Ohjaaja		
Lehtori, Sirpa Laakso Lehtori, Juha Karvonen		
Tiivistelmä		
<p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutkia Schweizer Electronicin kehittämän Minimel Lynx -turvalaitejärjestelmän käyttöä työmaolosuhteissa ja tunnistaa sen mahdollisuuksia parantaa turvallisuutta ja työn tehokkuutta samanaikaisesti.</p> <p>Rautateillä tapahtuvan työn turvaaminen voidaan suorittaa joko liikenteenohjaukselta saadun ratatyöluvan alaisena ratatyönä, jolloin työtä tehdään radan liikennöinnin ehtoilla, tai turvamiestoiminnan avulla, jossa turvamiespätevä henkilö turvaa työtä näkö- ja kuuloaistin avulla. Opinnäytetyössä tutkittavan turvalaitejärjestelmän avulla pystytään turvamiestoiminnan sijaan tukeutumaan automatisoituun, SIL4 -turvallisuustason turvalaitetekniikkaan.</p> <p>Järjestelmän toiminnan ja sen käyttöönoton haasteiden tunnistamiseksi, Destia Rail Oy pilotoi Minimel Lynx -turvalaitejärjestelmän radanrakentamisen kiskonvaihtotyömailla kesällä 2017. Järjestelmän käyttöönotosta tehtiin kattava riskienhallinta, joka asetti järjestelmän käyttöön kohdistuvia vaatimuksia ja mahdollisuuksia. Työssä tarkasteltiin myös Liikenneviraston virallisen ohjeistuksen (TURO) vaikutusta järjestelmän käyttöön ja käyttökohteiden valintaan.</p> <p>Turvalaitejärjestelmän käyttö on vapaaehtoista. Hyötyjä pilottityömaista pystytään tarkastelemaan vain turvallisuuden näkökulmasta. Menetelmän tai työkalun luominen järjestelmän käyttömahdollisuuksien arvioimiseksi vaatii laajemman järjestelmän kokeilukäytön, jonka avulla myös taloudellisia hyötyjä pystyttäisiin tarkastelemaan ja vertailemaan turvamiestoinnista aiheutuviin kuluihin. Järjestelmän tehokas käyttö vaatii rutiinia, selkeyttä käyttökohteisiin ja hyvää perehdytystä. Järjestelmä soveltuu erityisesti pitkäkestoisille työmaille, jossa on tarvetta korvata useampaa turvamiestä ja Liikenneviraston ohjeistus sen käytön sallii.</p>		
Asiasanat		
rautatie, turvallisuus, turvalaitejärjestelmä, pilotti		

Author (authors)	Degree	Time
Aleksi Holopainen	Bachelor of Engineering, Construction	Toukokuu 2018
Thesis title		88 pages
Use of Minimel Lynx -warning system as securing railway work in Finland.		3 pages of appendices
Commissioned by		
Destia Rail Oy		
Supervisor		
Sirpa Laakso, Senior Lecturer Juha Karvonen, Senior Lecturer		
Abstract		
<p>The objective of this thesis was to examine the challenges of installation and usage of the Minimel Lynx -warning system in work site conditions. The warning system itself is developed by Schweizer Electronics. Another objective of this thesis was to identify the possibilities of use, where the warning system would be able to improve safety and effectiveness simultaneously.</p>		
<p>Work on railways can be secured by track work process, which requires a permit from the traffic control authority, and where the work is done under the conditions of the traffic. Alternatively, the work can be secured by using a flagman or a security person to detect approaching trains or other units via eyesight and hearing. A way to secure specific tasks and assignments is defined by the content of each task. Minimel Lynx -warning system works as a substitute to flagman/security person -method, by relying on a SIL4 -classified technology instead.</p>		
<p>To detect and identify the challenges of installation and usage of the warning system, Destia Rail Oy arranged pilot worksites for the system. These pilot worksites were in operation in the summer 2017, and they were located between Lahti and Riihimäki railway construction sites. Pilots were preceded by a comprehensive risk management process, which set demands and possibilities to the use of the warning system. This thesis also examines the effects of official instructions of Finnish Transport Agency on the use of the warning system.</p>		
<p>Currently the use of a warning system is voluntary, and due to the lack of variety, the information from pilot worksites can only be examined from the safety point of view. Making an efficient tool or a method to measure the costs and ways to use the warning system requires a much wider evidence, because effective use of the Minimel Lynx warning system requires a routine and wide orientation. Minimel Lynx warning system is suitable on larger construction sites, where the use of a flagman or a safety person is a necessity.</p>		
Keywords		
railway, safety, warning system, pilot		

SISÄLLYS

MÄÄRITELMÄT	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet	7
1.2 Destia Rail Oy	8
1.3 Schweizer Electronic	8
1.4 Rautatietekninen Osakeyhtiö RATEK.....	8
2 RATATYÖSKENTELYN TURVAAMINEN SUOMESSA.....	9
2.1 TURO – Radanpidon turvallisuusohjeet	9
2.2 Ratatyön suojaulottuma (RSU) ja aukean tilan ulottuma (ATU)	10
2.3 Työkoneen työskentelyetäisyys.....	10
2.4 Ratatyö.....	12
2.5 Turvamiestoiminta	13
2.6 Työn turvaaminen RATSUa käyttäen	15
3 MINIMEL LYNX -JÄRJESTELMÄ	17
3.1 Yleinen järjestelmäkuvaus.....	18
3.2 Järjestelmän turvallisuustaso – Safety Integrity Level (SIL)	22
3.3 Pääkomponentit	23
3.4 Tunnistimet.....	24
3.5 Hälyttimet	26
3.6 Lisälaitteet ja varusteet.....	27
3.7 Järjestelmän käyttötavat.....	29
4 RISKIENHALLINTA.....	34
4.1 Riskienhallinnan vaatimukset	34
4.2 HAZCAN – Vaarallisten skenaarioiden analyysi.....	39
4.3 POA – Potentiaalisten ongelmien analyysi.....	41
4.4 Riskienhallintaprosessi.....	41

5	JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTON EDELLYTYKSET	49
5.1	Ohjevaatimukset.....	49
5.2	Dokumentointi	50
5.3	Pilotointianomus ja lupa	52
5.4	Koulutus ja perehdytys	56
6	PILOTOINTI	61
6.1	Pilotoitavien kohteiden valinta	63
6.2	Suunnittelu	64
6.3	Valmistelut.....	66
6.4	Asennus ja käyttö.....	66
6.5	Havaitut ongelmat	72
6.6	Raportointi.....	74
7	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	75
7.1	Valmistelut ja käyttöönotto	75
7.2	Havainnot järjestelmän käytöstä työmaaolosuhteissa.....	76
7.3	Turvallisuusvaatimusten ja ohjeistuksen vaikutukset	78
7.4	Järjestelmän käyttö työn turvaajana tulevaisuudessa	79
8	YHTEENVETO.....	81
	LÄHTEET	83
	KUVALUETTELO	86
	TAULUKKOLUETTELO.....	88

LIITTEET

Liite 1. RTTJ-järjestelmän pilotti -kyselylomake

Liite 2. Liikenneviraston riskimatriisi

MÄÄRITELMÄT

TJJ	Turvallisuusjohtamisjärjestelmä.
TURO	Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO). Liikenneviraston laatima ohje, jota noudatetaan valtion rataverkoon kuuluvalla rautatiealueella, sekä muun rataverkon haltijan raiteistoilla, kun kyseessä olevalla raiteistolla on Liikenneviraston järjestämä ensimmäisen luokan liikenteenohjaus. (Liikennevirasto 2018)
RSU	Ratatyön suojalottuma. Alue jonka sisäpuolella työskentely vaatii työn suorittamisen <i>ratatyönä</i> tai <i>turvamiesmenettelyn</i> avulla (ks. kuva 1, s. 11). (Liikennevirasto 2018)
RTV	Ratatyöstä vastaava. Ratatyönä tehtävien töiden vastuhenkilö.
RT-ilmoitus	Ratatyöilmoitus. Kirjallinen ilmoitus ratatyöstä.
RATSU	Liikenneviraston nimitys vastaaville rautatiellä tehtävien töiden turvaamiseen tarkoitettulle SIL4 -tason turvaamislaitteistoille. (Liikennevirasto 2018)
RTTJ	Ratatyön turvajärjestelmä. Destia Rail Oy:n nimitys rautateillä tehtävän työn turvaamiseen tarkoitettulle SIL4 -tason MinimeLynx -turvajärjestelmälle, ei käytössä.
YTM	Yhteinen turvallisuusmenetelmä. Euroopan komission laatima asetus EY n:o 352/2009, jonka tarkoitus on säilyttää yhteisön rautateiden turvallisuustaso ja parantaa sitä.
ISA	Independent Safety Assessment. Riippumattoman turvallisuuden laitos.

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet

Tämä opinnäytetyön käsittelee Schweizer Electronic AG:n kehittämän Minimel Lynx -turvaamisjärjestelmän käyttöönottoa, sekä pilotointia rautateillä tapahtuvan työn turvaajana. Työssä selvitetään myös turvallisuusvaatimusten ja Liikenneviraston ohjeistuksen vaikutusta järjestelmän käyttömahdollisuuksiin. Tarkoituksena on selvittää käyttökohteita, joissa järjestelmä kohottaa turvallisuutta ja työn tehokkuutta samanaikaisesti. Työn tilaajana toimii Destia Rail Oy.

Rautatiealueella työskentely voidaan suorittaa liikenteenohjaukselta saadun ratatyöluvan alaisena ratatyönä tai turvamiestoiminnan avulla, jossa turvamiespätevä henkilö turvaa työtä näkö- ja kuuloaistin avulla. Opinnäytetyössä tutkittavan turvaamisjärjestelmän avulla pystytään tukeutumaan automatisoituun SIL4 -turvallisuustason turvalaitetekniikkaan.

Liikennevirasto arvioi radan päällysrakenteiden ja turvalaitteiden kunnossapitosopimusten kilpailutusten yhteydessä esitettyjä kehittämiskohteita osana laatupisteytystä. Destia Rail Oy oli näiden tarjousten palvelusuunnitelmassa esittänyt kyseisen turvausjärjestelmän pilotointia yhtenä rautatietyöskentelyä kehittäväenä toimenpiteenä.

Minimel Lynx -turvaamisjärjestelmän käyttöönotosta tehtiin kattava riskienhallinta, jossa seurattiin Liikenneviraston ja YTM-asetuksen mukaisia riskienhallintaa koskevia vaatimuksia. Kyseinen järjestelmä pilotoitiin Destia Rail Oy:n radan rakentamisen työmailla elokuussa 2017. Pilotit dokumentoitiin ja niiden perusteella tarkastellaan järjestelmän käyttöä työmaaolosuhteissa, sen mahdollisia käyttökohteita ja kuinka ohjeistus järjestelmän käytöstä vaikuttaa sen käyttöön ja käyttökohteiden valintaan.

1.2 Destia Rail Oy

Destia Rail Oy on rataverkon rakentamiseen, kunnossapitoon ja muihin rautatiealueilla tuotettaviin ylläpitopalveluihin erikoistunut yritys, joka toimii yhtenä osana Destian erikoisrakentamisen tulosityksikköä. Sen palveluihin sisältyy rataverkon päälly- ja alusrakennetyöt, turvalaitetyöt sekä rataverkon kunnossapitopalvelut erikseen solmittavien palvelusopimusten mukaisesti. Yrityksen palvelut kattavat koko Suomen alueella ja Destia Rail on tällä hetkellä vastuussa noin puolesta Suomen rataverkkoon kuuluvista kunnossapitoalueista (Destia Rail Oy 2018.)

1.3 Schweizer Electronic

Schweizer Electronic on sveitsiläinen rautatiealueella tapahtuvan työskentelyn turvaamiseen erikoistunut yritys, joka on perustettu vuonna 1964. Se on Euroopan automatisoitujen turvaamisratkaisujen markkinoiden johtaja, joka tarjoaa varoitusjärjestelmien lisäksi myös rautateiden tasoristeyksissä käytettävää varoitustekniikkaa ja rautateiden turvaamiseen suunnattua tekniikkaa. Schweizer Electronic on opinnäytetyössä tarkasteltavan Minimel Lynx -turvaamisjärjestelmän valmistaja. (Schweizer Electronic 2017.)

1.4 Rautatietekninen Osakeyhtiö RATEK

Rautatietekninen osakeyhtiö RATEK on teknistä kauppaa ja konsultointia harjoittava, erityisesti rautatietekniikkaan erikoistunut yritys. Yritys tarjoaa ratkaisuja rautatietekniikan lisäksi myös muun infran ja teollisuuden kunnossapitoon, sekä muita teknisiä palveluja. RATEK on Schweizer Electronicin edustaja Suomessa ja oli täten osallisena Minimel Lynx -järjestelmän käyttöönottoa koskevan riskienhallinnan työpajassa, järjestelmän asentaja-, käyttö- ja suunnittelukoulutuksissa, sekä opinnäytetyössä tarkasteltavilla pilottityömailla, järjestelmän käytön valvojana ja apuna laitteiston asentamisessa (RATEK 2018.)

2 RATATYÖSKENTELEN TURVAAMINEN SUOMESSA

Suomessa rautatiejärjestelmää, rataverkon haltijoita ja rautatieliikenteen harjoittajien toimintaa valvoo *Liikenteen turvallisuusvirasto, Trafi*. Trafín tehtävänä on valvoa rautatiejärjestelmälle asetettujen turvallisuusvaatimusten noudattamista, sekä rataverkon haltijan ja rautatieliikenteen harjoittajan **turvallisuusjohtamisjärjestelmää**. (Liikenteen turvallisuusvirasto 2017.)

Turvallisuusjohtamisjärjestelmä (TJJ) on Euroopan parlamentin ja neuvoston laatiman direktiivin (EU 2004/49/EY) mukainen järjestelmä, jonka tarkoituksena on toimia yhtenä rautatieliikenteen harjoittajan ja rataverkon haltijan turvallisuudenhallinnan työkaluna (Liikenteen turvallisuusvirasto 2017). Turvallisuusjohtamisjärjestelmällä tarkoitetaan rataverkon haltijan tai rautatieliikenteen harjoittajan organisaatiota ja järjestelyjä, joiden avulla voidaan varmistaa tarkastelussa olevan organisaation toimintojen turvallinen hallinnointi. (Liikenteen turvallisuusvirasto 2017). TJJ:n tarkoitus on varmistaa rautatiejärjestelmässä saavutettavat yhteiset turvallisuustavoitteet (EU 2016/798, 9 artikla).

Opinnäytetyössä esitetyissä kohteissa rataverkon haltijana on Liikennevirasto, jonka tuottamat turvallisuusohjeet, kuten Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO), ovat osa Liikenneviraston turvallisuusjohtamisjärjestelmää. Liikenneviraston toimintaa, turvallisuusjohtamisjärjestelmän ja turvallisuusvaatimusten noudattamista valvoo siis Trafi. Tässä luvussa on tarkoitus käydä läpi Liikenneviraston radanpidon turvallisuusohjeen sisältöä radalla työskentelyn turvallisuuden kannalta.

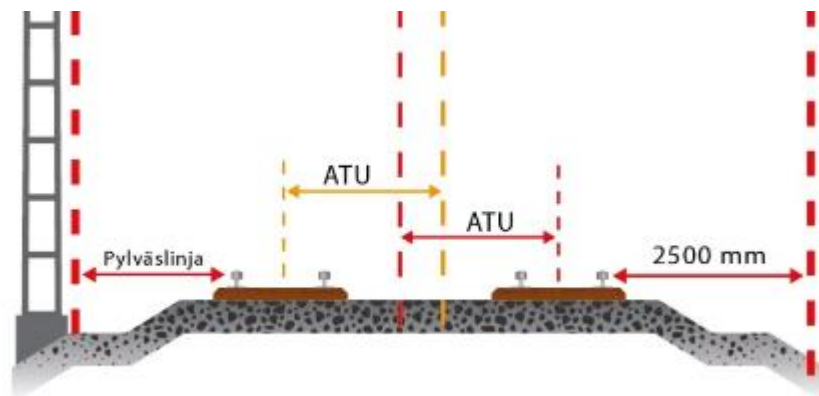
2.1 TURO – Radanpidon turvallisuusohjeet

Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO) on Liikenneviraston laatima ohje, jota noudatetaan valtion rataverkkoon kuuluvalla rautatiealueella. TURO:n ohjeistusta tulee noudattaa myös muun rataverkon haltijan raiteistoilla, jos kyseessä olevalla raiteistolla on Liikenneviraston järjestämä ensimmäisen luokan liikenteenohjaus. TURO määrittelee rautatiealueella tapahtuvaan työskentelyyn ja liikkumiseen vaikuttavat turvallisuusvaatimukset ja yleiset turvallisuuteen liittyvät käytännöt. Rautatiealueella tapahtuvaa työtä tehdään aina Liikenneviraston tilauksesta. Tilaus voi olla muodoltaan esimerkiksi urakkasopimus, jokin muu sopimus tai lupa. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018, 14.)

Rautatiealueella tapahtuvaa työskentelyä voidaan suorittaa *ratatyönä*, joka tarkoittaa liikenteenohjauksen antaman ratatyöluvan alaista ratatyötä. Vaihtoehtoisesti työtä voidaan suorittaa myös *turvamiestoiminnan* avulla, jossa turvamiespätevyyden omaava henkilö määrätään turvaamaan työtä aistien varaisesti (näkö ja kuulo). (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018.)

2.2 Ratatyön suojausalue (RSU) ja aukean tilan ulottuma (ATU)

Ratatyön suojausalue (RSU) kuvaa raidetta pitkin olevaa tilaa, jonka sisäpuolella työskentely vaatii työn suorittamisen **ratatyönä** tai **turvamiesmenettelyn** avulla. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018, Liite 1.)

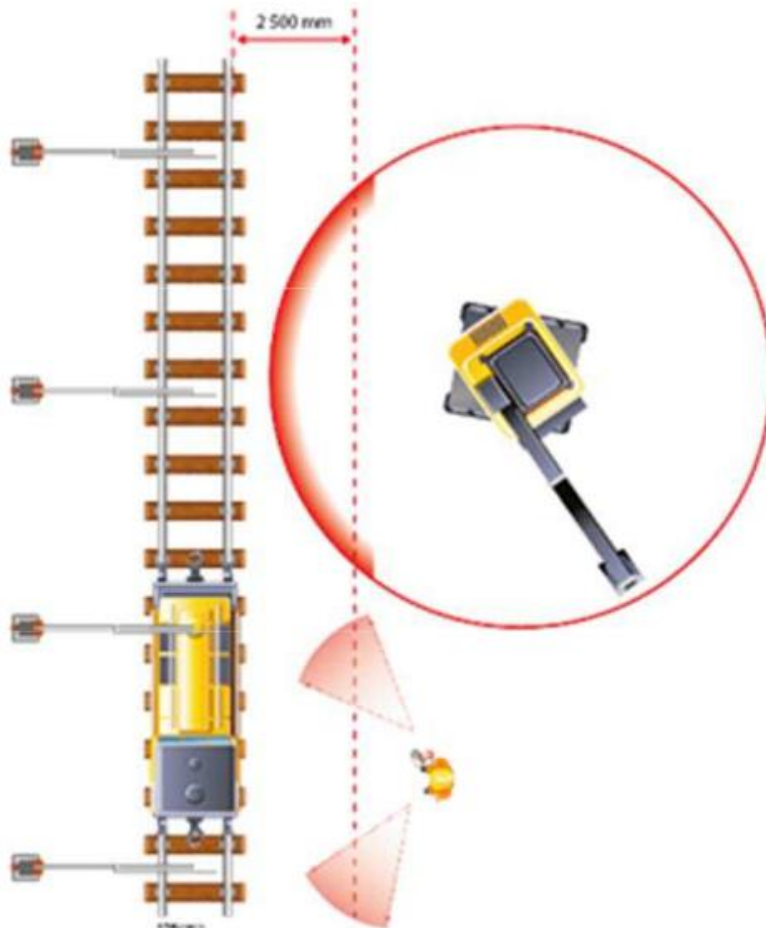


Kuva 1. Ratatyön suojausalueen rajojen etäisyyksien havainnekuva. (Liikennevirasto 2018)

RSU:n reunan etäisyys (Kuva 1) määritellään joko pylväslinjan ja raiteen välisen etäisyyden avulla, tai vaihtoehtoisesti 2,5 metriä uloimpien raiteiden uloimmasta kiskosta. Kuvassa 1 **Aukean tilan ulottuma (ATU)** tarkoittaa raidetta pitkin ulottuvaa tilaa, jonka sisäpuolella ei saa sijaita kiinteitä rakenteita tai laitteita. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018, Liite 1.)

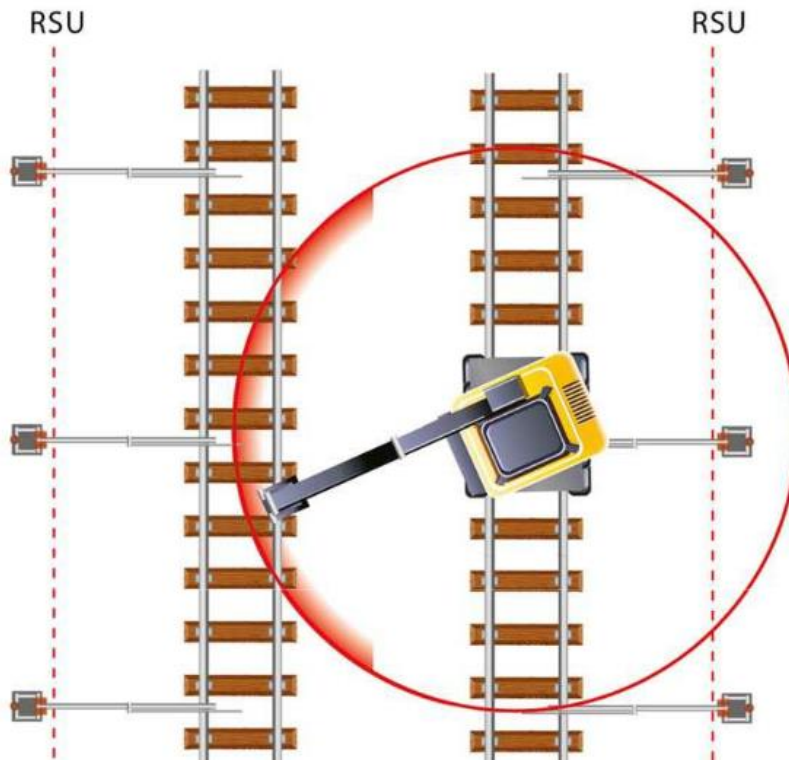
2.3 Työkoneen työskentelyetäisyys

Konetyöskentelyssä tulee aina määrittää turvalliset työskentelyetäisyydet, joita arvioidessa tulee ottaa huomioon, minkälaista työtä tehdään. Työkoneen ominaisuudet kuten sen koko ja ulottuma vaikuttavat suuresti turvallisen työskentelyetäisyyden määrittämiseen. Myös työympäristö ja olosuhteet, työkohteen sijainti sekä junan tai muun yksikön kuljettajan näkemät ovat otettava huomioon määrittelyn aikana (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018, 23.)



Kuva 2. Turvamiestoiminnan tai RATSU -turvalaitejärjestelmän käytön esimerkki työn turvaamisessa. (Liikennevirasto 2018)

Kuvan 2 esimerkissä on esitetty tilanne, jossa työkoneella suoritettavaa työtä tehdään RSU:n ulkopuolella. Työkoneen osalla on mahdollisuus ulottua liikennöitävän raiteen suojaulottumaan, joten työ edellyttää turvamiestoiminnan tai RATSU -turvalaitejärjestelmän käyttöä. Jos työvaiheen suunnittelussa todetaan, että jossakin vaiheessa tehtävää työtä joudutaan suorittamaan RSU:n sisäpuolella, tulee kyseinen työtehtävä suorittaa ratatyöluvan alaisena ratatyönä (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018, 26.)



Kuva 3. Työskentely työkoneella raiteella, RSU:n sisäpuolella. (Liikennevirasto 2018)

Kuvassa 3 työkone työskentelee raiteella, RSU:n sisäpuolella, johon vaaditaan liikenteenohjauksen lupa. Myös toisella raiteella tulee keskeyttää liikennöinti, koska työkoneen liikkeet ulottuvat kuvan 3. mukaan viereisen raiteen suojaulottumaan. Jos työkoneen liikkeet eivät työtä tehdessä ulotu viereisen raiteen ATU:n tai RSU:n missään vaiheessa, ei viereisen raiteen liikennöintiä tarvitse keskeyttää. Tällöin raide tulee turvata joko turvamiestoimintaa tai RATSU -järjestelmää käyttämällä (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018.)

2.4 Ratatyö

Liikenneviraston Radanpidon turvallisuusohjeen mukaan (2018) ratatyöksi luokitellaan kaikki työtehtävät, jotka vaikuttavat raiteella liikennöimiseen tai estävät liikennöinnin kokonaan. Myös työt, jotka vaikuttavat radan rakenteisiin ja laitteisiin, sekä estävät liikennöinnin raiteella, tulee tehdä ratatyönä. Kaikki radan rakenteisiin vaikuttavat työtehtävät vaativat ennalta suunnitellun ratatyöluvan. Koneellisesti tehtävä työ, jossa liikkuva kalusto, työkone tai siihen liittyvä osa ulottuu raiteen suojaulottuman sisäpuolelle edes hetkeksi, tulee tehdä ratatyöluvan alaisuudessa. Ratatyö-menetelmällä työskenteleminen ensimmäisen luokan liikenteenohjauksen alueella edellyttää aina lupaa liikenteenohjaukselta. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018, 48.)

Ensimmäisen luokan liikenteenohjauksen alaisella alueella liikennettä ohjataan liikenteenohjauskeskuksesta. Toisen luokan liikenteenohjauksen alueella ovat alueet, joita ei ole sisällytetty ensimmäisen luokan liikenteenohjauksen piiriin. Sillä alueella ratatyötä tekevät vastaavat itsenäisesti toiminnastaan. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018, 48.)

Ratatyö-menettelyn alaisuudessa työskenteleminen vaatii aina ratatyöstä vastaavan henkilön (RTV), jolla on siihen vaadittava, ratatyöstä vastaavan koulutus. Ratatyöstä vastaavan henkilön toimenkuvaan kuuluvat rautatiejärjestelmään ja sen turvallisuuteen vaikuttavat tehtävät, jotka tehdään ratatyö -menettelyn alaisuudessa. RTV on myös vastuussa ratatyöilmoituksen (RT) välittämisestä liikenteenohjaukselle, sekä sen laatimisesta tapauskohtaisesti. Toimiva viestintä työryhmän, koneenkuljettajien ja liikenteenohjauksen välillä takaa turvalliset työolosuhteet ja sisältyy täten ratatyöstä vastaavan toimenkuvaan. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018, 57-58, 63-64.)

2.5 Turvamiestoiminta

Turvamiestoiminnan tarkoituksena on turvata sellaista työtä, jota ei luokitella ratatyöksi. Radanpidon turvallisuusohjeissa (2018) turvamiestoiminnan käytölle on esitetty erilaisia vaatimuksia. Turvamiestoiminnan käyttö rautatiealueella työskennellessä vaatii aina turvamiespätevän henkilön. Turvamiehen käyttö rautatiealueella tapahtuvan työn turvaamiseksi perustuu turvamieheksi määrätyn henkilön havaintoihin lähestyvistä junasta tai muusta yksiköstä, jotka turvamies havaitsee näkö- ja kuuloaistin avulla. Turvamiesmenettelyn avulla turvattavalla työllä ei saa olla suoraa vaikutusta rataa, sen rakenteisiin, liikennöintiin, rataliikenteeseen, turvalaitteisiin tai sähkörataan. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018.)

Turvamiestoiminnan käytön periaatteita työn turvaajana:

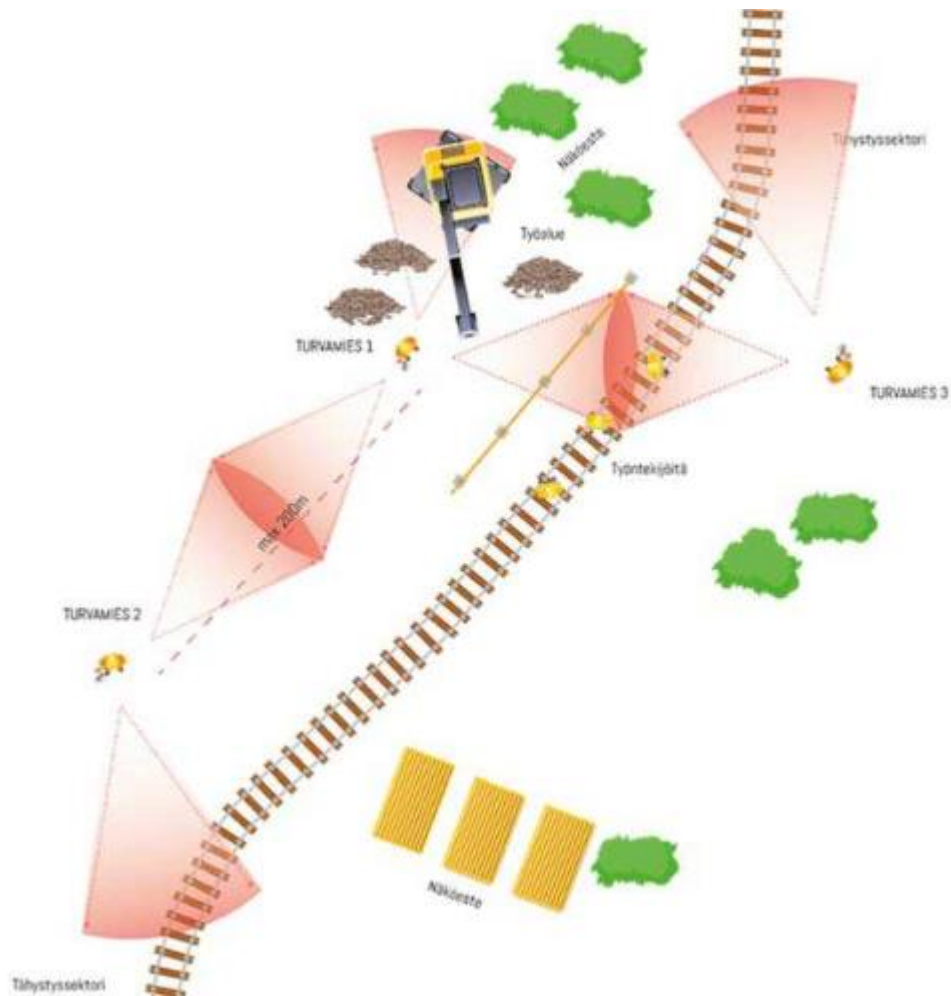
1. Turvaa rautatiealueella tehtäviä muita töitä, jotka tehdään ratatyön suojaulottuman ulkopuolella.
2. Liikennöidyn raiteen RSU:ssa tehtäviä töitä, jotka eivät kuitenkaan edellytä ratatyömenettelyn käyttöä.

Hyviä esimerkkejä turvamiestoiminnan käytöstä ovat esimerkiksi kohteet, jossa täytyy varmistaa, ettei henkilöt, työkoneet tai liikkuva kalusto ulotu tai mene liikennöitävän raiteen ratatyön suojaulottumaan (RSU). (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018.)

Työtehtävässään turvamies turvaa työalueella työskenteleviä henkilöitä ja heidän työntekoaan, sekä varoittaa heitä lähestyvistä junasta tai muusta vaarasta äänimerkin- tai fyysisen kosketuksen avulla. Äänimerkki voidaan luoda esimerkiksi erillisellä äänimerkinantolaitteella tai kuuluvalla äänellä. Radanpidon turvallisuusohjeessa (2018, 44) on määrätty, että äänimerkinantolaitteen merkkiäänänen äänenvoimakkuuden tulee olla vähintään 110 dB, metrin etäisyydeltä äänimerkin antavasta laitteesta. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018.)

Varoituksen jälkeen turvamiehen avulla turvattavien henkilöiden tulee ilmoittaa varoituksen havaitsemisesta käsimerkin avulla. Varoituksen havaitsemisen jälkeen turvamies ohjaa työalueella olevat henkilöt välittömästi siirtymään ennalta määrätylle väistöalueelle, jonka sijainti ja rajat ovat määritelty ennen työn aloittamista (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018, 39). Väistöalue on RSU:n ulkopuolella sijaitseva alue, jonka määrittää turvamies. Alue tulee määrittää siten, että työntekijät voivat poistua väistöalueelle esteettömästi. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018, 13.)

Työtä turvatessa turvamiehillä tulee olla oikeanlainen varustus, joka sisältää äänimerkinantolaitteen ($\geq 110\text{dB}$), oranssinvärisen varoitusvaatetuksen, henkilösuojaimet, yhteydenottovälineet (RAILI -tai matkapuhelin) sekä kirjallisen määräyksen turvamiestehtäviin. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018, 44.)



Kuva 4. Usean turvamiehen käytön (turvamiesketjun) esimerkki. (Liikennevirasto 2018)

Muut tekijät kuten työalueen sijainti ja ympäristö, vaikuttavat turvamiehen kykyyn havainnoida lähestyvää vaaraa. Työalueesta ja ympäristöstä riippuen, voidaan turvamiesmenettelyä suorittaa myös usean turvamiehen avulla (Kuva 4), jolloin muodostetaan turvamiesketju. Usean turvamiehen käyttöön vaikuttavat pitkät etäisyydet, näkyvyys, sääolosuhteet tai erikseen mainittavat näköesteet. Pitkällä työalueella turvamiesten välisen etäisyyden tulee olla vähintään 200 metriä. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018, 43.)

2.6 Työn turvaaminen RATSUa käyttäen

Liikennevirasto esittää turvaamislaitteiston RATSU -nimikkeellä viimeisimmässä radanpidon turvallisuusohjeiden versiossa. RATSU on Liikenneviraston laatima yleinen käsite eri laitevalmistajien tarjoamille SIL 4 -tason turvalaitetekniikkaan perustuvilla turvaamisjärjestelmillä, joiden kanssa ei tarvitse käyttää turvamiestoimintaa, kun hyödynnetään RATSUn automatiikkaa. Liikenne-

virasto kuvaa RATSUn järjestelmänä, joka varoittaa junan saapumisesta työmaa-alueelle tulokynnyksien ja tunnistimien avulla, jonka jälkeen turvattavalla työmaa-alueella käynnistyy ääni- ja valohälytys. Vastaavan turvalaitejärjestelmän tulee olla Liikenneviraston hyväksymä, sekä siihen liittyvät ohjeet laitteistosta ja sen käytöstä on laadittava suomen kielelle. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018, 44)

Radanpidon turvallisuusohjeissa (2018) kerrotaan RATSUn käytön periaatteita, jossa järjestelmää voidaan käyttää automaattisesti tai manuaalisesti. Jos järjestelmää käytetään automaattisen käyttötavan mukaisesti, voidaan työkennellä rataosalla, jonka korkein sallittu nopeus on 160 km tunnissa. Tämä on poikkeus normaalin turvamiesmenettelyn sääntöihin, jossa turvattavan rataosuuden suurin sallittu nopeus voi korkeintaan olla 140 km tunnissa. Järjestelmän manuaalinen käyttö vaatii turvamiesmenettelyn käyttämisen. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018, 44.)

Turvaamislaitteella turvattavien henkilöiden ja koneiden määrää ei ole rajoitettu, jos käytetään TUROn ohjeiden mukaista turvaamisjärjestelmää. Työnteko järjestelmän alaisuudessa vaatii aina vähintään kaksi henkilöä toistensa näkö- ja kuuloetäisyydellä, jotta sairaus ja onnettomuustilanteissa kohdehenkilö voidaan siirtää RSU:n ulkopuolelle. Melua ja pölyä aiheuttavia työtehtäviä voidaan tehdä myös ilman lupaa ratatyöhön, jos käytetään henkilökohtaisia suojalaitteita. Henkilökohtaisen suojalaitteen käyttöä voidaan hyödyntää vain silloin kun järjestelmää käytetään automaattisesti. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018, 44-45.)

RATSUn käytöstä tulee laatia työmaakohtainen suunnitelma, jonka tulee sisältää tiedot turvattavasta työmaa-alueesta rajoineen, tiedot raiteista, vaihteista, opastimista ja liikennöitävien raiteiden nopeuksista. Varoitusaika tulee olla vähintään 10 s ja se saa olla enintään 60 s. Varoitusaika tarkoittaa aikaa hälytyksestä siihen, kun juna tai muu yksikkö saapuu työmaa-alueelle. Laitteiston työmaakohtaisissa suunnitelmissa tulee myös olla tieto laitteiston antaman hälytyksen äänenvoimakkuudesta (dB) ja minkälainen hälytysääni työmaalla on käytössä. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018, 44-45.)

3 MINIMEL LYNX -JÄRJESTELMÄ

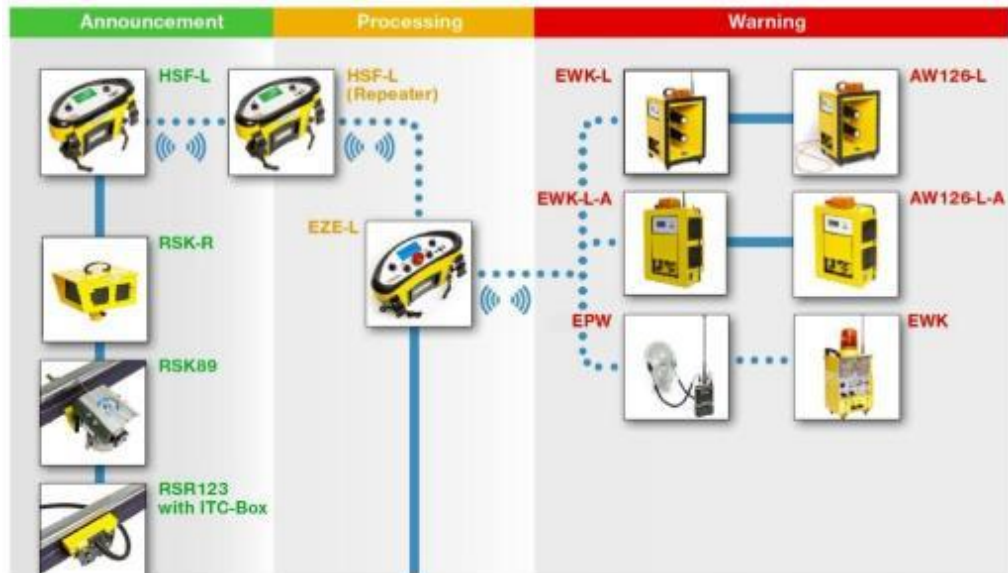
Minimel Lynx on sveitsiläisen automatisoituihin rautatiealueiden turvaamisratkaisuihin erikoistuneen Schweizer Electronic AG:n kehittämä rautatiellä tapahtuvan työn turvaamiseen tarkoitettu järjestelmä. Minimel Lynx on SIL4 -turvallisuustason omaava turvalaitejärjestelmä, jonka toiminta perustuu automatisoituun turvalaitetekniikkaan. Järjestelmä tekee havainnon työmaata lähestyvistä junasta joko mekaanisten, tai elektronisten tunnistimien avulla ja varoittaa työmaa-alueella olevia henkilöitä valo- ja äänihälytyksellä. Turvajärjestelmää tulee ohjata aina turvamiespätevän pääkäyttäjän toimesta. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016.)

Hälytyksen tapahtuessa, pääkäyttäjä ohjaa työalueella olevat henkilöt väistöalueelle. Hälytyksen aiheuttavan junan annetaan kulkea työmaa-alueen läpi, jonka jälkeen pääkäyttäjä tai automaattinen poistumiskynnys kuittaa työmaan tyhjäksi turvamiesmenettelyn ohjeistuksen mukaisesti. Järjestelmän turvamiespätevä pääkäyttäjä pystyy osallistumaan työntekoon samanaikaisesti, jos työmaalla käytetään turvajärjestelmän sisältämää automatiikkaa rautatiellä tapahtuvan työn turvaajana. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016; Asentajakoulutus 2017.)

Minimel Lynx -turvajärjestelmää on mahdollista käyttää *täysin automaattisesti, puoliautomaattisesti tai manuaalisesti*. Järjestelmän käyttötavat ovat esitetyinä tässä opinnäytetyössä *4.6 Käyttötavat* -kappaleessa. Järjestelmä laskee, kuinka monta junaa tulokynnyksen läpi on tullut työmaa-alueelle ja vastaavasti poistumiskynnyksen läpi kulkevat junat lasketaan pois järjestelmän havaitsemista junista. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016; Minimel Lynx -koulutus 2017.)

3.1 Yleinen järjestelmäkuvaus

Järjestelmän kokoonpano voidaan jakaa komponenttien ominaisuuksien perusteella **ilmaiseviin**, **prosessoiviin**, tai **hälyttäviin** komponentteihin.



Kuva 5. Minimel Lynx -turvajärjestelmän yleiskuvaus ja komponenttien jakautuminen. (Schweizer Electronic 2017)

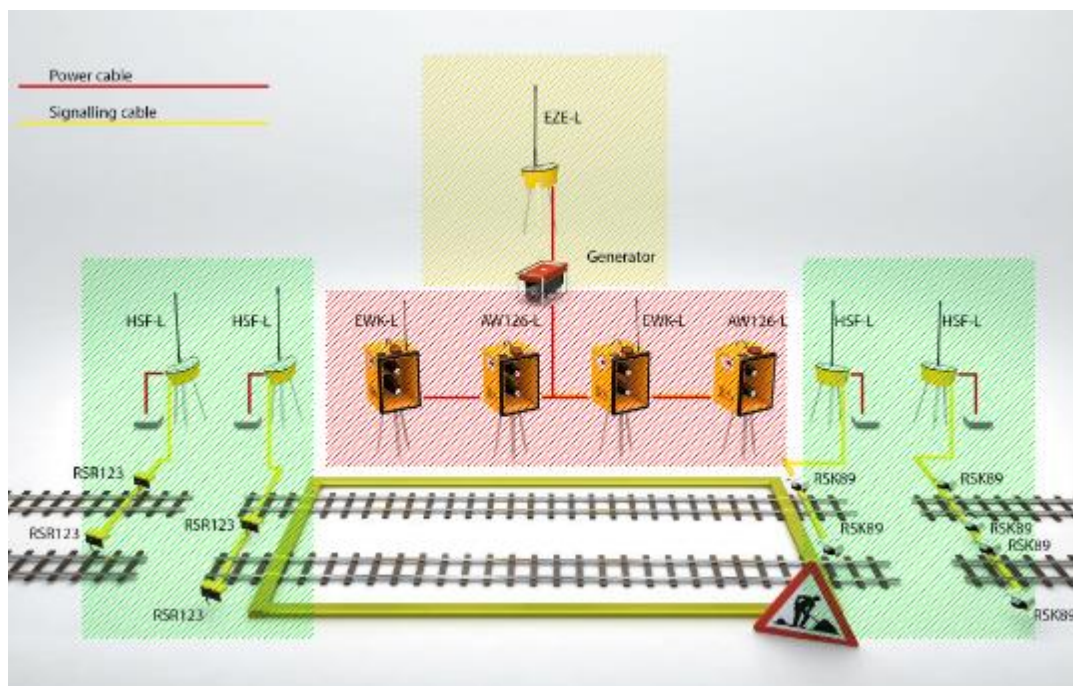
Kuvassa 5. **Tunnistimet (Announcement)** -sarakkeen alla olevat komponentit ovat järjestelmän tunnistimet: pyörälaskurit (RSK89 & RSR123) ja tutka (RSK-R), jotka kytketään tulokynnykselle HSF-L-lähttimen kanssa. Tunnistimien tarkoitus on tunnistaa tulo- tai poistumiskynnyksen läpi kulkeva juna, tai muu yksikkö. Juna voidaan havaita myös manuaalisesti turvamiehen ja HSF-L-lähttimen käsikatkaisimien avulla (Minimel Lynx -käyttöohje 2016; Minimel Lynx -suunnittelija 2016.)

Prosessoivia järjestelmäkomponentteja on esitetty (**Processing**) -sarakkeen alla kuvassa 5. Näihin prosessoiviin järjestelmäkomponentteihin kuuluu turvajärjestelmän keskusyksikkö (EZE-L), jonka avulla järjestelmää ohjataan. HSF-L lähettää tunnistimien tekemän havainnon lähestyvistä junasta EZE-L-keskusyksikölle, joka välittää valo- ja äänihälytyksen hälytinlaitteille. Erillistä HSF-L-lähetintä voidaan myös käyttää toistimena. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016; Minimel Lynx -suunnittelija 2016.)

Hälyttäviä komponentteja (Warning) (kuva 5) ovat järjestelmän varoituksia välittävät hälyttimet EWK-L (Langaton), AW126-L (Kaapecti), kiinteisiin raken-teisiin tai työkoneisiin kiinnitettävä hälytinlaitteet EWK-L-A ja AW126-L-A, sekä EPW -henkilökohtainen hälytinlaite. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016; Minimel Lynx -suunnittelija 2016.)

Minimel Lynx -järjestelmän puoli- tai täysin automaattinen käyttö vaatii aina yhden EZE-L-keskussyksikön, johon syötetään työmaalla käytettävä järjestel-mäkoonpano: tulo- tai poistumiskynnysten sisältämät komponentit (HSF-L ja tunnistimet), sekä hälytinlaitteisto ja sen määrä. Järjestelmäkoonpano määrittyy kohteen sijainnista, koosta ja turvattavan työn luonteesta. Koonpano määritetään järjestelmän projektisuunnittelun yhteydessä. HSF-L-laitteet syötetään järjestelmäkoonpanoon erillisen ID-avaimen avulla, jonka tarkoi-tus on varmentaa suunnitellun kokoonpanon syöttämistä järjestelmään ja sa-malla estää ei halutut -muutokset (Asentajakoulutus 2017.) HSF-L-laite tunnis-taa siihen kytketyt tunnistimet automaattisesti ja välittää tiedon keskussyksi-kölle. Hälytinlaitteiston keskussyksikkö EZE-L tunnistaa automaattisesti esimer-kiksi yhden orjuuttavan EWK-L-hälytinlaitteen avulla, johon AW126-L -hälytin-laitteet ovat kytketty kaapelia käyttämällä. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016, 57.)

Varoituksen junasta voi käynnistää manuaalisesti turvamiestä ja HSF-L-lai-tetta käyttämällä, tai se voi tapahtua automaattisesti HSF-L-laitteen (kuva 3) ja anturien (pyörätunnistimien tai tutkan) luoman tulo- tai poistumiskynnyksen avulla. Myös junan poislasku voi tapahtua sekä automaattisesti, että manuaa-lisesti turvamiespätevän pääkäyttäjän toimesta. EZE-L ja hälytinlaitteistossa on hätähälytykseen tarkoitettu punainen painike, jonka avulla työmaa-alueella olevat henkilöt voivat laukaista hätähälytyksen. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016.)

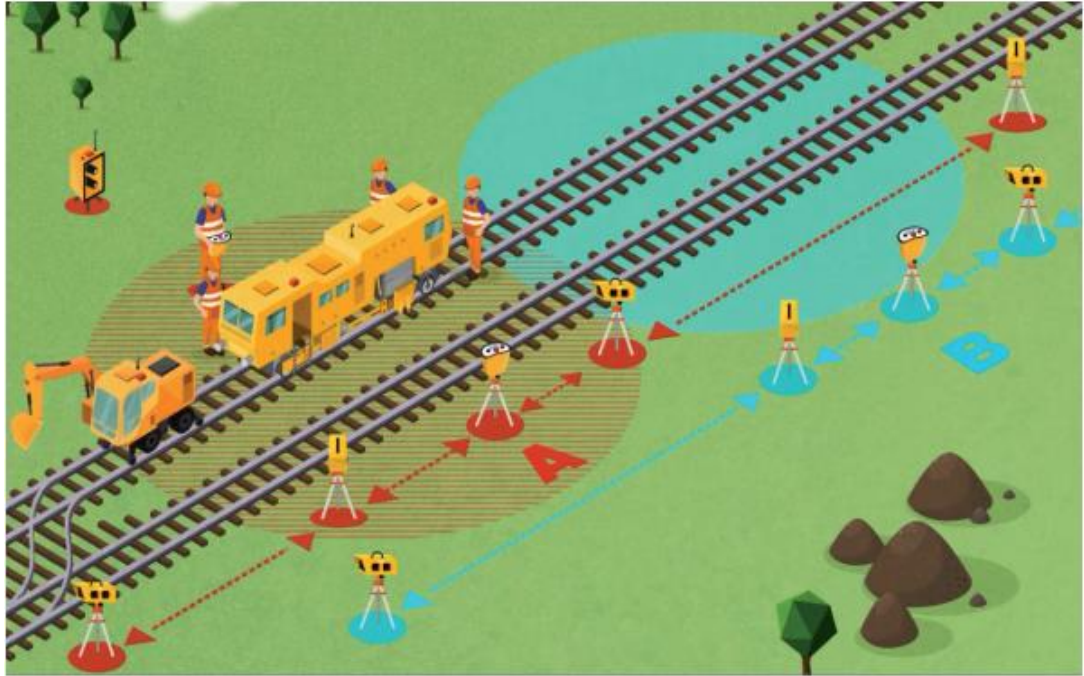


Kuva 6. Minimel Lynx -järjestelmän kokoonpanon esimerkkikuva. Tunnistimet ovat merkitty vihreällä, hälyttimet punaisella ja keskusyksikkö keltaisella rasterilla. (Schweizer Electronic 2016)

Tunnistimien ja HSF-L-lähttimen avulla pystytään luomaan tulo- tai poistumiskynnys (kuva 6). Tulokynnyksen tehtävänä on havaita työmaata lähestyvää juna, laskea se järjestelmään sisään ja välittää tieto keskusyksikölle, joka antaa hälytyskäskyn hälyttimille. Junan sisään- ja uloslaskenta tarkoittaa järjestelmän lukua sisään tai ulos työmaa-alueelle lasketuista junista. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016.)

Poistumiskynnys toimii tulokynnyksen kanssa samalla periaatteella, mutta se havaitsee junan poistumisen alueelta ja katkaisee hälytyksen. Kuvassa 6. tulo- tai poistumiskynnyksen muodostavat tunnistimet ja HSF-L-lähttimet ovat merkittynä vihreällä rasterilla, järjestelmän prosessoiva keskusyksikkö keltaisella rasterilla ja hälytinlaitteisto punaisella rasterilla. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016.)

Pitkillä tai monesta pienemmästä työmaasta koostuvissa kohteissa järjestelmä on mahdollista pystyttää useaksi hälytyskoonpanoksi, jossa jokaisella työmaalla tai sektorilla on oma järjestelmäkokonaisuus (kuva 7).



Kuva 7. Esimerkki usean työmaa-alueen kokonaisuudesta. (Schweizer Electronic 2018)

Siirtyminen sektorilta tai työmaalta toiselle tulee tehdä manuaalisesti pääkäyttäjän toimesta. Tulevaisuudessa vastaavassa tilanteessa järjestelmän on kaavailtu suorittavan automaattinen siirtyminen sektorilta toiselle (Automatic Sector Switching), jossa järjestelmä tunnistaa siirtymisen toiselle työmaalle ja esimerkiksi työkoneisiin kiinnitetyt hälytinlaitteet tunnistavat siirtymisen ja siirtyvät seuraavan hälytyskoonpanon alaiseksi. (Minimel Lynx – ASU 2016.)

3.2 Järjestelmän turvallisuustaso – Safety Integrity Level (SIL)

Minimel Lynx -turvalaitejärjestelmä on Safety integrity level (SIL) -turvallisuustason mukaan luokiteltu järjestelmä. Minimel Lynx on SIL4 –tason turvalaitejärjestelmä, joka takaa turvallisen työskentelyn sekä henkilöille että konetyöskentelylle rautatiealueilla. SIL4 –taso on korkein saavutettava taso kyseisen turvallisuusluokittelun mukaan. Tämä tarkoittaa sitä, että järjestelmän tuottaman hälytyksen todennäköisyys on yli 99,99% (taulukko 1.) (Yhteenvetoreportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016.)

Turvallisuuden Eheyden taso [SIL]	Keskimääräinen vaarallisten viikaantumisten todennäköisyys [PFD_{avg}]	Todennäköisyys, jolla järjestelmä suorittaa sille määritetyt toiminnot [%]
SIL4	$>10^{-5} \dots <10^{-4}$	>99.99%
SIL3	$>10^{-4} \dots <10^{-3}$	99.9%
SIL2	$>10^{-3} \dots <10^{-2}$	99-99.9%
SIL1	$>10^{-2} \dots <10^{-1}$	90-99%

Taulukko 1. SIL –turvallisuusluokittelun toiminta ja sille ominaiset turvallisuuden eheyttä mittaavat tasot. (SFS-EN 61508-1: 2011, 64)

SIL (Turvallisuuden eheyden taso – TET) on 1-4 diskreetti tasoon jakautuva järjestelmä, jossa eri tasot (SIL1-4) vastaavat turvallisuuden eheyden aluetta. Taso SIL1 on matalin ja taso SIL4 on korkein turvallisuuden eheyttä kuvaava taso. (SFS-EN 61508-4: 2010, 36.)

SIL-järjestelmän asettamia arvoja tulee tulkita niin, että SIL -luokittelun avulla arvioitava järjestelmä on potentiaalisesti kykenevä tukemaan sille ominaisia ja valmiiksi määritettyjä toimintoja, joiden turvallisuuden eheyden taso on n (*Laitteiston vikasiETOisuus*). (SFS-EN 62061: 2005, 76; SFS-EN 61508-4: 2010, 36; SFS-EN 61508-1: 2011, 64.)

3.3 Pääkomponentit

Seuraava kappale perustuu Schweizer Electronicin Minimel Lynx -turvalaitejärjestelmän käyttöohjeeseen, joka esittelee järjestelmän keskeiset pääkomponentit ja järjestelmän moitteettoman toimivuuden kannalta tärkeät lisälaitteet sekä varusteet.



Kuva 8. Minimel Lynx -turvalaitejärjestelmän pääkomponentit EZE-L ja HSF-L. (Schweizer Electronic 2017)

EZE-L on Minimel Lynx -järjestelmän keskusyksikkö (kuvassa 8), jonka tehtävänä on vastaanottaa lähettimen (HSF-L) signaali ja antaa tieto havaitusta lähestyvistä junista hälytinlaitteistolle. Junien pois-lasku työmaa-alueelta voidaan tehdä EZE-L-laitetta käyttämällä, jos järjestelmää käytetään puoliautomaattisesti. EZE-L-laitteeseen syötetään työmaakohtaiset suunnitelmat järjestelmän kokoonpanosta ja vaatimuksista. Työmaakohtaisissa asennussuunnitelmissa valitut komponentit kuten tulokynnyksen komponentit (ilmaisin, HSF-L) ja työmaa-alueella sijaitsevat hälytinlaitteet (EWK-L, AW126-L) tulee syöttää EZE-L-laitteeseen. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016, 28; Minimel Lynx -koulutus 2017.)

HSF-L on järjestelmän ”lähetin”, jonka avulla juna voidaan tunnistaa manuaalisesti käsikatkaisimen tavoin tai automaattisesti siihen liitettävien tunnistimien avulla. HSF-L ja EZE-L-laitteiden välillä on radioyhteys automaattista junan tunnistusta varten. Manuaalinen junan tunnistava kynnyksen luodaan turvamiehen avulla, HSF-L-laitteen käsikatkaisimia käyttämällä. Automaattinen tai puoliautomaattinen junan tunnistus tapahtuu HSF-L-laitteeseen liitettävillä tunnistimilla. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016.)

EZE-L ja HSF-L -laitteissa on sisäänrakennettu käyttäjää valvova ominaisuus, joka laukaisee häiriöhälytyksen laitteen kallistuessa yli 45 asteen kulmaan tai jos laite ei liiku. Tätä ominaisuutta hyödynnetään, kun junia havaitaan manuaalisesti. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016.)

3.4 Tunnistimet

Minimel Lynx -järjestelmän tunnistimet ovat komponentteja, jotka tunnistavat työmaata lähestyvän junan tai muun yksikön pyörien laskemisen tai tutkayhteyden avulla.

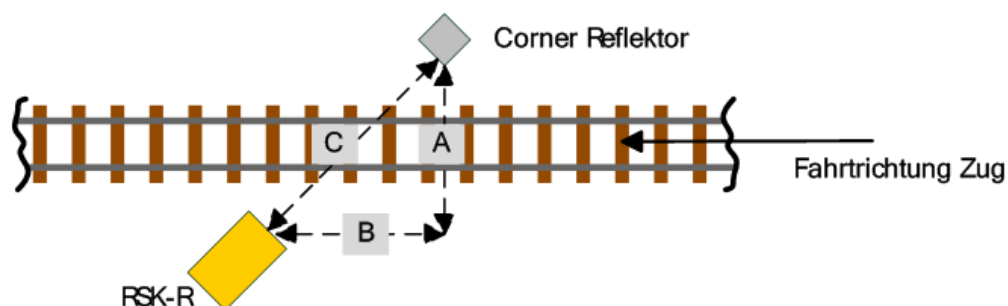


Kuva 9. Tunnistimet, joita käytetään Minimel Lynx -turvajärjestelmässä junan tai muun yksikön havaitsemiseen tulokynnyksellä. (Schweizer Electronic 2017)

RSK89 on mekaaninen pyörätunnistin, joka perustuu pyörän tunnistamiseen metallisen anturin avulla (ympyröity kuvassa 9). RSK89 kiinnitetään suoraan kiskoon, eikä se vaadi virtalähdettä toimiakseen. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016.)

RSR123 on kosketukseton pyöräntunnistin, joka ei vaadi kosketusta junan pyörän kanssa, vaan se tunnistaa junan ilman varsinaista pyörän ja tunnistimen välistä kontaktia. RSR123 kiinnitetään myös suoraan kiskoon, samalla periaatteella kuin mekaaninen tunnistin RSK89. RSR123-pyörätunnistin vaatii erillisen ICT-liitäntärasian (Inductive Train Count Box), joka havaitsee ja ilmoittaa havaitut junat yhdessä RSR123-pyörätunnistimen kanssa. (Minimel Lynx -käyttöohje. 2016)

RSK-R, eli järjestelmän tutkatunnistin luo portin tulo- tai poistumiskynnykselle. Se lähettää signaalia, joka peilataan takaisin käyttämällä tutkamenetelmän käyttöä edellyttävää kulmaheijastinta (kuvat 10 ja 11). Hälytys lähestyvistä junista tapahtuu tutkan menettäessä sen ja kulmaheijastimen välisen signaalin. (RSK-R -käyttöohje 2016.)



Kuva 10. Tutkan asentamisen pääperiaate ja geometriaa. (Schweizer Electronic 2016)

Kuvassa 10 on esitetty tutkatunnistimen (RSK-R) asentamisen malli, sekä miten tulokynnys näiden komponenttien kanssa luodaan.



Kuva 11. Kulmaheijastin asennettuna tulokynnykselle. (Holopainen 2017)

Kaksoisraidetyömailla kulmaheijastin tai RSK-R-tutka sijoitetaan ATU:n ulkopuolelle kuvan 11 tavalla. RSK-R-tutkan käyttöohjeessa vaaditaan huomioidaan asianmukainen avoimen tilan ulottuma, jossa asentaessa kulmaheijastimen korkeus ei voi ylittää 50 cm korkeutta yhden metrin matkalla. Tyypillisesti kulmaheijastin sijaitsee asennettuna, noin 30 cm korkeudella kiskon yläreunasta. (RSK-R -käyttöohje 2016.)

3.5 Hälyttimet

Järjestelmän hälyttimien tarkoitus on muuttaa käsky hälytyksestä varoitukseksi, joka on havaittavissa näkö- ja kuuloaistin avulla. Järjestelmän päähälyttimien hälytys välitetään sekä äänimerkin että valomerkin avulla.



Kuva 12. Minimel Lynx -järjestelmän hälytinlaitteistoa. (Schweizer Electronic 2017)

EWK-L on järjestelmän hälytinlaitteistoon kuuluva, valo- ja äänivaroitusmerkkejä välittävä hälytin. Se on järjestelmän hälytinlaitteiston keskeisin osa, joka on yhteydessä EZE-L-keskussyksikköön langattoman yhteyden avulla. EWK-L-laitteeseen on myös mahdollista kytkeä langallisen yhteyden avulla useita AW126-L-hälytinlaitteita (kuva 12), tällä tavalla turvattavan työalueen kokoa voidaan laajentaa. EWK-L-hälytinlaitteita voi järjestelmäkokonaisuudessa olla useita, joka mahdollistaa hälyttimien käyttämisen ilman kaapeleita. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016; Minimel Lynx -koulutus 2017.)

AW126-L on järjestelmän toinen keskeisimpiin hälytinlaitteisiin kuuluva hälytin. Ulkonäöltä ja toiminnoiltaan se on lähes identtinen hälytinlaite EWK-L-laitteen kanssa. AW126-L-hälyttimen kytkeminen toisiin hälytinlaitteisiin vaatii langallisen yhteyden, joka luodaan kaapelien avulla (kuva 12). (Minimel Lynx -käyttöohje 2016; Minimel Lynx -koulutus 2017.)

Henkilökohtainen hälytyslaite EPW on turvajärjestelmän aikaisempaan MINIMEL 95 -järjestelmään kuuluva hälytin, joka välittää järjestelmän antaman hälytyksen henkilölle korvakuulokkeen välityksellä. EPW kytketään järjestelmän kokoonpanoon samalla periaatteella kuin muut käytössä olevat radiosignaalin avulla toimivat hälytinlaitteet. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016; Minimel Lynx -koulutus 2017.)

Kiinnitettävät hälytinlaitteet EKW-L-A & AW126-L-A ovat kiinteisiin rakenteisiin ja työkoneisiin kiinnitettäviä hälytinlaitteita.



Kuva 13. Minimel Lynx -turvaamisjärjestelmän kiinteisiin rakenteisiin tai työkoneeseen kiinnitettävät hälytinlaitteet. (Schweizer Electronic 2017)

Kuvassa 13 on kuvattu Minimel Lynx -järjestelmän hälytinlaitteet, jotka ovat mahdollista kiinnittää tai ripustaa kiinteisiin rakenteisiin tai työkoneeseen.

EKW-L-A-hälytinlaite, on langattoman yhteyden avulla toimiva kiinnitettävä hälytin. AW126-L-A on kaapeliyhteyden avulla toimiva kiinnitettävä hälytin. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016; Minimel Lynx -koulutus 2017.)

3.6 Lisälaitteet ja varusteet

Mainittujen lisälaitteiden tarkoituksena on parantaa järjestelmän välillä olevaa radiosignaalia tai järjestää virransaanti itse järjestelmälle.



Kuva 14. Minimel Lynx -järjestelmän lisälaitteita ja varusteita. (Schweizer Electronic 2017)

Vahvistusantennin (kuvassa 14) tarkoitus on parantaa langattomien (HSF-L & EZE-L) järjestelmäkomponenttien välistä signaalia. Vahvistusantenneja on mahdollista kytkeä sekä HSF-L-lähetinlaitteeseen, kuin myös EZE-L-keskussikköön. Sähköradalla työskennellessä tulee ottaa huomioon turvallinen

etäisyys ajolankojen ja antennin välillä käytön ja kuljettamisen aikana. Etäisyyksistä ajolankoihin ja liikkumisesta sähköradalla on ohjeistettu radanpidon turvallisuusohjeissa (2018, 18-20) jonka mukaan vähimmäisetäisyydet: 2,0 m jännitteisten osien alapuolella ja 3,0 m jännitteisten osien sivuilla -tulee säilyttää työn aikana, sekä työpaikalle tullessa tai poistuessa. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016; Minimel Lynx -koulutus 2017)

Järjestelmään kuuluvat pääkomponentit, elektroniset tunnistimet ja hälytinlaitteet toimivat litiumioniakuilla. Hälytinlaitteet ja RSK-R-tutka vaativat kaksi akua komponenttia kohden toimiakseen. Järjestelmän muut komponentit (EZE-L & HSF-L) vaativat sen sijaan vain yhden akun. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016; Minimel Lynx -koulutus 2017)

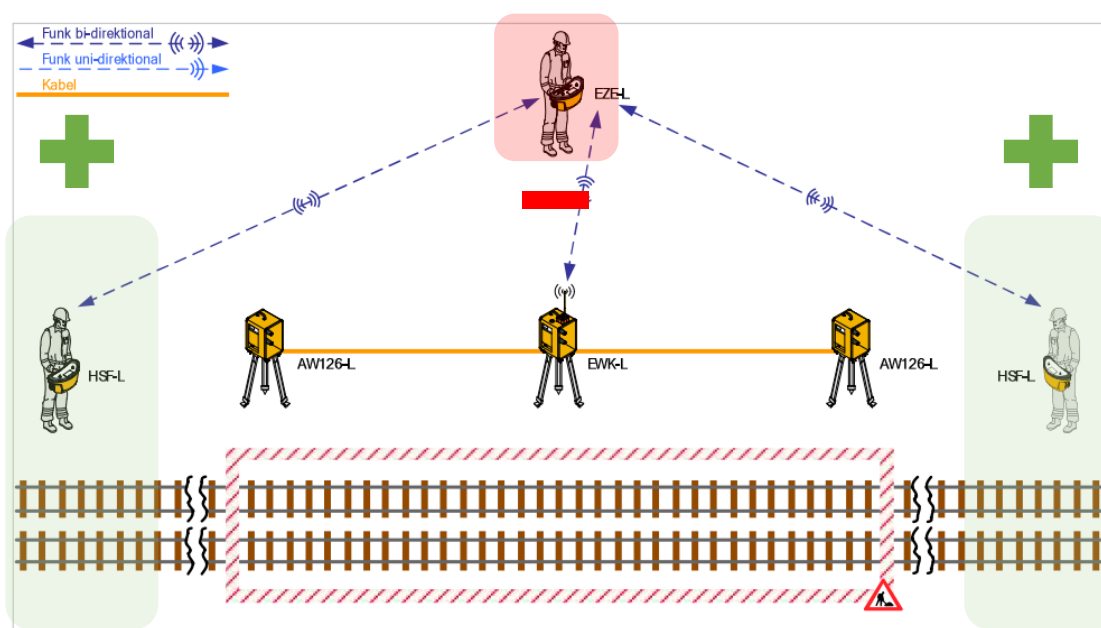
Jalusta, joihin on mahdollista kiinnittää järjestelmän laitteita, kuten RSK-R-tutka, HSF-L-lähetin. Jalustoihin tai kolmijalkoihin pystytään myös liittämään vahvistusantenni, jonka avulla järjestelmän välillä vallitsevaa radiosignaalia pystytään parantamaan esimerkiksi sijoittelun tai antennin korkeudensäädön avulla. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016; Minimel Lynx -koulutus 2017)

3.7 Järjestelmän käyttötavat

Tämän kappaleen tarkoituksena on selvittää kaikkia järjestelmän valmistajan asettamia käyttötapoja, joiden avulla Minimel Lynx -järjestelmää voidaan radalla tapahtuvan työn turvaajana käyttää. Schweizer Electronic on esittänyt järjestelmän käyttötapoja Minimel Lynx -järjestelmän käyttöohjeessa. Destia Rail Oy käytti piloteissaan järjestelmää puoliautomaattisesti.

Manuaalinen käyttötapa

Minimel Lynx -järjestelmän manuaalinen käyttö on riippuvainen turvamies-pätevän pääkäyttäjän havainnointikyvystä. Manuaalisen käyttötavan perusperiaate on sijoittaa turvamiespätevät henkilö HSF-L-laitteen kanssa tulokynnyksen korvaajaksi.



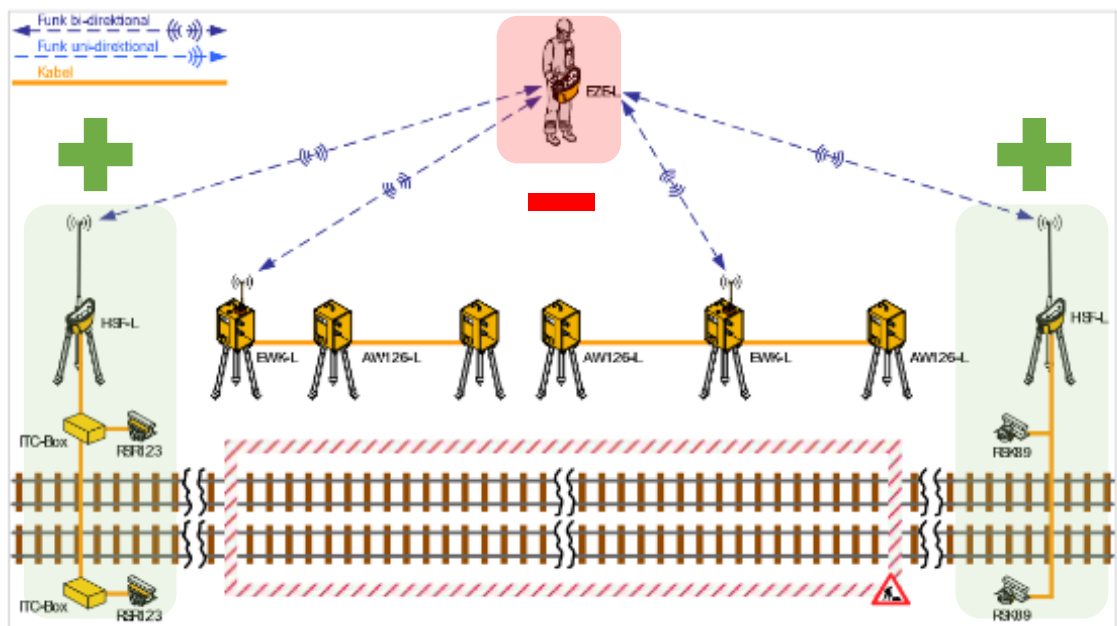
Kuva 15. Järjestelmän manuaalisen ohjaamisen esimerkki. (Schweizer Electronic 2016)

Junan havaitessaan turvamies antaa varoituksen HSF-L-laitteen varoituksen antamista tarkoitetulla katkaisijalla. Järjestelmän varoittimia ohjataan EZE-L-keskuslaitteen avulla, jolla myös junan pois-laskeminen ja varoituksen sammuttaminen suoritetaan EZE-L-pääkäyttäjän toimesta. Järjestelmän manuaalinen ohjaaminen vaatii 2-3 turvamiespätevää järjestelmän oman koulutuksen saanutta henkilöä toimiakseen turvallisesti. Manuaalinen käyttö sopii normaali-

lin turvamiesmenettelyn lisätueksi, jossa varoituksenantoa tehostetaan järjestelmän tarjoamalla turva- ja hälytinalaiteilla. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016.)

Puoliautomaattinen käyttötapa

Puoliautomaattinen käyttötapa yhdistää järjestelmän automaation, sekä turvamiespätevän pääkäyttäjän havainnointikyvyn. Järjestelmän puoliautomaattinen käyttö eroaa manuaalisesta käyttötavasta junien havainnointiin käytettävien komponenttien osalta, jossa komponentit havainnoivat lähestyvän junan turvamiehen sijaan. Kun järjestelmää käytetään puoliautomaattisesti, junan havainnointiin käytetään järjestelmän tunnistimia, eli pyöräntunnistimia (RSR123 tai RSK89) tai RSK-R-tutkalaitetta, sekä sen käyttöä edellyttävää kulmaheijastinta. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016.)



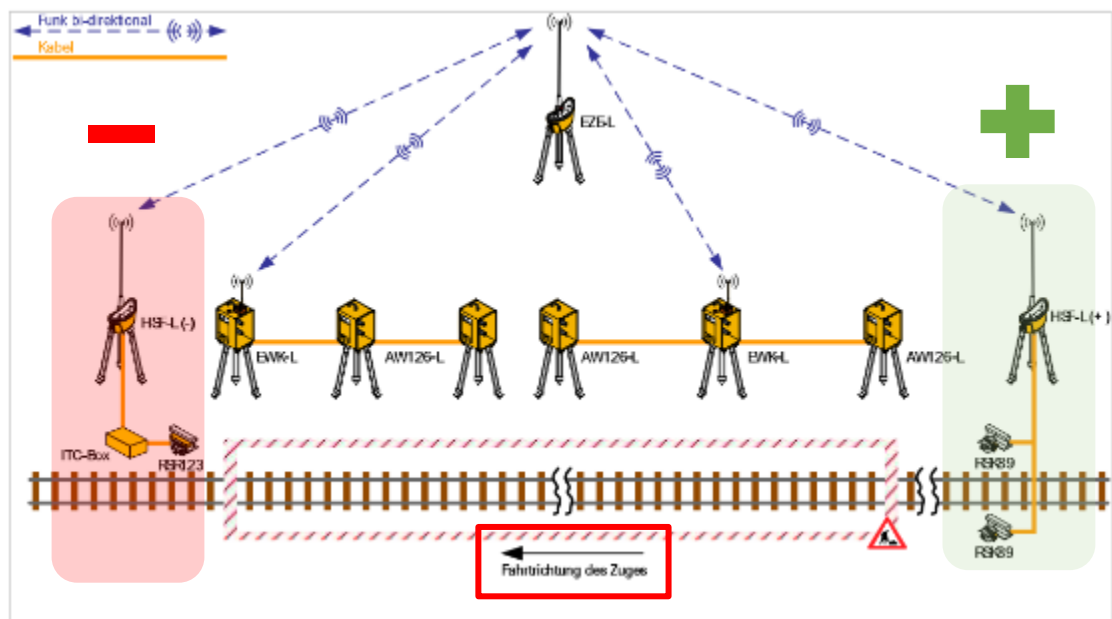
Kuva 16. Puoliautomaattisen järjestelmäkokonaisuuden esimerkki. Junan sisään työmaa-alueelle laskevat tulokynnykset ovat merkitty (+) merkein, ja junan pois laskeva tulokynnys on merkitty (-) merkein. (Schweizer Electronic 2016)

Kuvassa 16 junien havainnointi tapahtuu pyöräntunnistimien avulla, jotka muodostavat tulokynnyksen (+) molemmille raiteille kahteen eri suuntaan. Junien poislaskenta (-) työmaa-alueelta tehdään EZE-L -keskuslaitteen avulla, järjestelmän turvamiespätevän pääkäyttäjän toimesta. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016.)

Kun järjestelmään käytetään puoliautomaattisen menetelmän avulla, sen avulla pystytään turvaamaan sekä yksittäisen raiteen sisältävä -tai kaksoisraide -työmaa. Kaksoisraide -työmaa vaatii kaksinkertaisen määrän järjestelmän havainnointiin käytettäviä komponentteja. Puoliautomaattinen käyttötapa vaatii turvamiespätevältä pääkäyttäjältä työmaa -alueen tarkastamisen ja manuaalisen kuittaamisen EZE-L-keskuslaitteen kautta. Järjestelmän puoliautomaattinen käyttäminen soveltuu parhaiten liikkuvan työn suojaamiseen. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016.)

Automaattinen käyttötapa

Automaattinen käyttötapa ei vaadi pääkäyttäjältä junan manuaalista pois-laskemista työmaalta EZE-L-keskuslaitteen kautta. Tulokynnysten lisäksi järjestelmään lisätään myös työmaa-alueelta junan poistumista havaitsevat anturit. Anturit ovat liitoksissa HSF-L-laitteeseen, jotka yhdessä anturien kanssa toimivat järjestelmän poistumiskynnyksenä. HSF-L havaitsee ja lähettää käskyn EZE-L-keskuslaitteelle, joka varoittaa junan lähestymisestä työmaa-alueelle. Samalla EZE-L sulkee varoituksen automaattisesti junan kulkiessa poistumiskynnyksen läpi. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016.)



Kuva 17. Täysin automaattisen järjestelmäkokonaisuuden esimerkki. (Schweizer Electronic 2016)

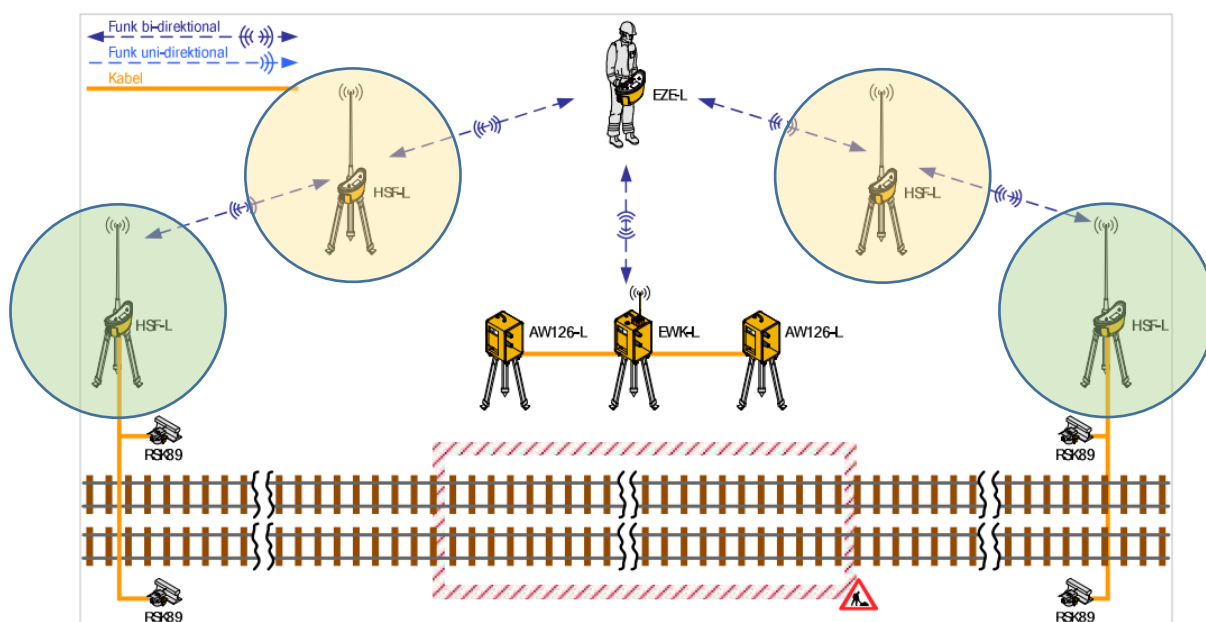
Kuvassa 17 tulokynnykset ovat merkitty "+" -merkein ja poistumiskynnystä ilmaisee merkki "-". Kuvan hahmottamiseksi tulokynnys on merkitty vihreällä

värillä ja poistumiskynnys punaisella värillä. Merkkien käyttö järjestelmän koonpanoa suunniteltaessa on erittäin tärkeää asentamisen kannalta, jotta asennusta suorittavat henkilöt ymmärtävät asettaa HSF-L-laitteet tulosuunnan mukaisiksi. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016.)

Kuvassa 17 esitetystä järjestelmän automaattisen käytön esimerkissä kyseisellä raiteella liikennöidään vain yhteen suuntaan (nuoli vasemmalle), jolloin työmaalla riittää yksi kappale sekä tulo- ja poistumiskynnyksiä. Järjestelmän täysin automaattinen käyttö soveltuu erityisesti pitkäkestoisemman työmaan turvaamiseksi, jossa suunnitteluun ja asentamiseen käytetyllä ajalla ei ole niin suurta merkitystä. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016.)

Toistinkäyttö

Toistimena (Repeater) käyttäminen tarkoittaa järjestelmän HSF-L-laitteiden käyttämistä radioyhteyden jatkeena ja sen vahvistajana hankalissa olosuhteissa, tai jos kynnysten ja keskusyksikön väliset etäisyydet ovat liian suuret järjestelmän vahvistamattomalle kapasiteetille. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016.)



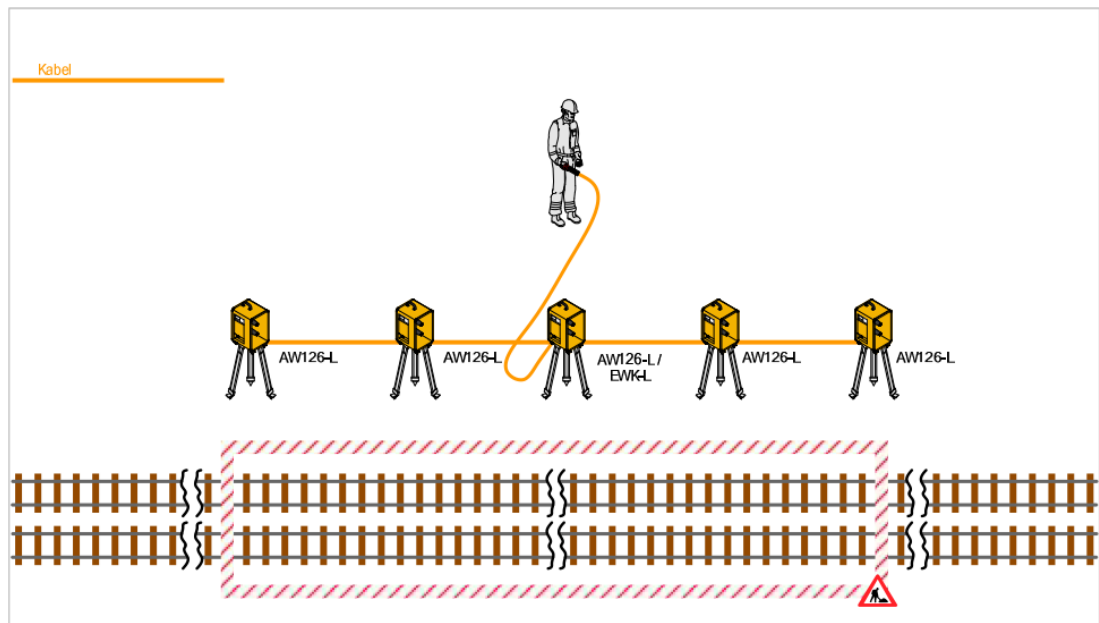
Kuva 18. HSF-L-laitteiden toistimena käyttämisen esimerkki. HSF-L-laitteet, jotka toimivat kuvassa signaalia parantavana toistimena, ovat merkitty keltaisella ympyrällä. Vihreällä ympyrällä merkityt HSF-L -laitteet ovat osa tulokynnystä. (Schweizer Electronic 2016)

HSF-L -laitteen toistimena hyödyntäminen sopii erityisesti työkohteisiin, joissa etäisyydet kasvavat vahvistinantennien kapasiteetin ulkopuolelle tai maasto ja

sen muodot edellyttävät vahvempaa ja stabiilia signaalia. Kuvassa 18. on esimerkki toistin -käytöstä, jossa molempien kynnysten ja pääkäyttäjän välille on pystytetty toistinasemat. Kuvassa 18 toistinasemat ovat merkitty keltaisen ympyrän avulla. Junan tai muun yksikön havaitsemiseen asetetut tulokynnykset erottuvat toistinlaitteista kuvassa vihreällä värillä. (Minimel Lynx -käyttöohje 2016.)

Käsin laukaistava varoitusketju

Varoitusketju koostuu useasta varoitinlaitteesta, jotka kytkettyinä toisiinsa muodostavat varoitusketjun. Varoitusketjun kokoa säädellään työalueen koon mukaan lisäämällä varoitinlaitteita jo olemassa olevaan varoitusketjuun. Varoituksen laukaiseminen tehdään turvamiehen toimesta käsipainikkeella, joka on liitetty varoitusketjun muita hälytinlaitteita orjuuttavaan varoitinlaitteeseen (EWK-L tai AW126-L). (Minimel Lynx -käyttöohje 2016.)



Kuva 19. Käsin laukaistavan varoitusketjun esimerkki. (Schweizer Electronic 2016)

Käsin laukaistava varoitusketju ei sisällä ns. tulo- tai poistumiskynnyksiä. Tätä menetelmää käyttäessä työmaata lähestyvän junan havainnoinnin suorittaa yksin turvamiespätevä pääkäyttäjä (kuva 19). Tästä syystä järjestelmän varoitusketjuna hyödyntäminen soveltuu ainoastaan pienempiin kohteisiin, joissa nopeudet ovat turvamiesmenettelyn sallimissa rajoissa ja näkyvyys ei ole esteenä järjestelmän käytölle. Menetelmä sopii turvamiesmenettelyn lisäturvaksi.

4 RISKIENHALLINTA

Riskienhallinnan tarkoitus on reagoida tiedostettuihin ja havaittuihin ongelmiin riskienhallintaprosessin avulla. Arto Suomisen mukaan (2003, 27) riskienhallinta on prosessi, jonka tarkoituksena on torjua uhkaavia vaaroja ja vaaratekijöitä, sekä minimoida niistä johtuvia seurauksia. Riskienhallintaan kohdistuvassa ISO-standardissa (31000: 2018, 6) riskienhallintaa on kuvattu toimintana, joka koostuu useasta ohjatusta toiminnosta. Näiden toimintojen tarkoitus on ohjeistaa ja ohjata kuinka organisaation tulee menetellä riskien suhteen.

Opinnäytetyön tässä luvussa käydään läpi Destia Rail Oy:n suorittamaa YTM-asetuksen mukaista riskienhallintaa, sekä riskienhallintaprosessissa käytettyjä menetelmiä ja työkaluja. Riskienhallintaprosessin etenemistä on myös kuvattu perustuen Destia Rail Oy:n laatimaan riskiraportin sisältöön.

4.1 Riskienhallinnan vaatimukset

Ohessa on kerrottu Minimel Lynx -järjestelmän käyttöönottoon ja riskienhallintaan liittyvistä vaatimuksista. Riskienhallinta tarkasteltavan Minimel Lynx -järjestelmän osalta perustuu Euroopan komission asettamaan YTM-asetukseen, jonka noudattamista edellytetään rautatiejärjestelmään kohdistuvissa muutoksissa. Liikennevirasto on koonnut ohjeen YTM-asetuksen mukaiseen riskienhallinnan soveltamiseen Liikenneviraston alaisissa rautatietoiminnoissa, ohje selventää YTM-asetuksen sisältöä ja käy läpi YTM-asetuksen mukaisen riskienhallintaprosessin. Destia Rail Oy seurasi turvajärjestelmän riskienhallintaprosessissa YTM-asetuksen lisäksi myös kyseistä Liikenneviraston laatimaa ohjetta ”YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestelmässä” (2016), joka ohjaa YTM-asetuksen mukaiseen riskienhallintaan.

Liikenneviraston YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta -ohje

Liikenneviraston laatima ”YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestelmässä” -ohje perustuu YTM-asetuksessa esitettyihin **riskienhallinnan periaatteisiin, vaatimuksiin ja keskeisten vaiheiden tunnistamiseen**. Kun rautatiejärjestelmää kohtaan esitetään sen turvallisuuden kannalta merkittävä tekninen, toiminnallinen tai organisatorinen muutos, tulee sen riskienarvioin-

nissa käyttää YTM-asetuksen mukaista yhtenäistä ohjeistusta ja sen asettamia vaatimuksia riskienhallinnan osalta. (YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestelmässä. 2016) Liikenneviraston ohjeistusta YTM-asetuksen mukaisesta riskienhallinnasta käydään läpi seuraavassa kappaleessa yhdessä YTM-asetuksen kanssa.

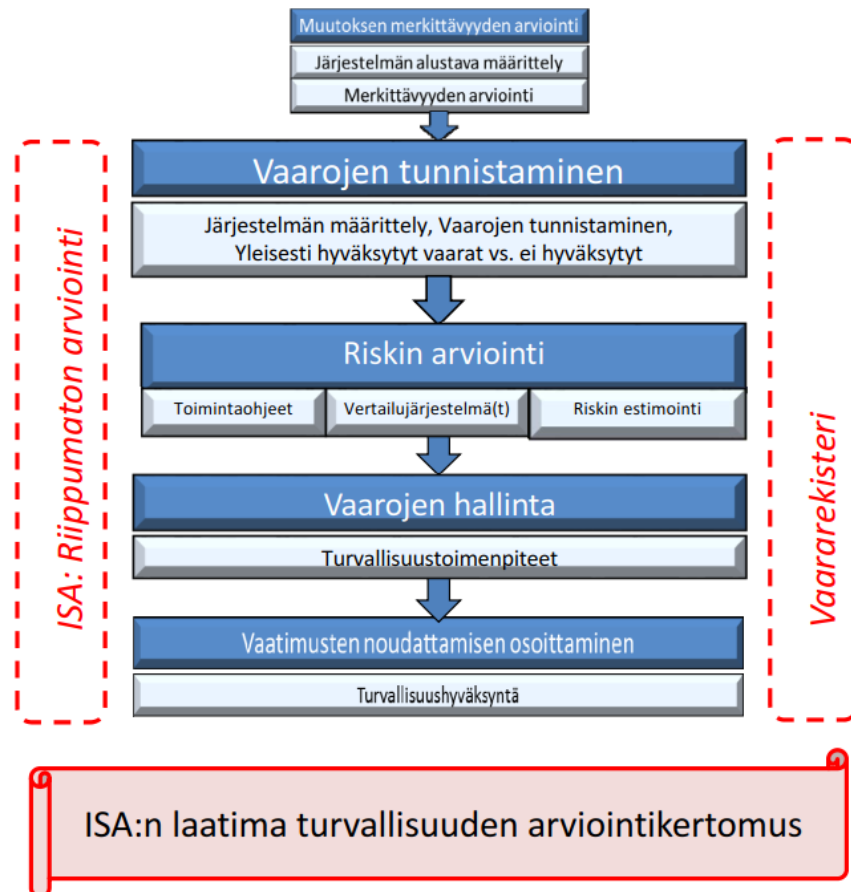
YTM – Yhteinen turvallisuusmenetelmä

Yhteinen turvallisuusmenetelmä (YTM) on rautatiejärjestelmän riskienhallintaa ja turvallisuutta koskeva Euroopan komission antama asetus (EY n:o 352/2009, 1 artikla. 2):

”—Riskienarviointia koskevan YTM:n tarkoituksena on säilyttää yhteisön rautateiden turvallisuustaso ja, jos tarpeen ja kohtuudella toteutettavissa, parantaa sitä. YTM helpottaa pääsyä rautatieliikennepalvelujen markkinoille yhdenmukaistamalla;

- a) turvallisuustasojen arvioinnissa ja turvallisuusvaatimusten noudattamisen arvioinnissa käytettävät riskinhallintaprosessit;*
- b) turvallisuuden kannalta merkittävien tietojen vaihto rautatiealan eri toimijoiden välillä, jotta turvallisuutta voidaan hallinnoida kaikissa liitännöissä joita tällä alalla saattaa esiintyä;*
- c) riskinhallintaprosessin soveltamisesta saadut tiedot—”.*

YTM-asetuksen sisältämän riskienhallintaa koskevan ohjeistuksen tavoitteena on varmistaa rautatiejärjestelmään tehtävien muutosten turvallisuus ja samalla estää muutoksista johtuva turvallisuuden heikkeneminen. YTM-asetusta tulee noudattaa kaikissa turvallisuuden kannalta merkittävässä muutoksissa rautatiejärjestelmässä. (YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta. 2016; EY n:o 352/2009)



Kuva 20. YTM-asetuksen mukainen riskienhallinnan kulku ja keskeiset osat. (Liikennevirasto. 2017)

Kuvasta 20 selviää, että YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta on jaettu prosessia kuvaaviin, keskeisiin osiin seuraavasti: Muutoksen merkittävyys, riskin arviointi, vaarojen hallinta ja vaatimusten noudattamisen osoittaminen. Riskienhallinnassa oleellista on myös sen avulla laadittu vaararekisteri, johon kirjataan riskienhallinnan yhteydessä havaitut rautatiejärjestelmän turvallisuuteen vaikuttavat vaarat. Riippumattoman turvallisuuden arviointilaitos ISA, tekee riskienhallinnan prosessista arvion ja sen perusteella laatii turvallisuuden arviointikertomuksen. (YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestelmässä 2016.) YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta seuraa pitkälti yleistä riskienhallintastandardin mukaista riskienhallintaprosessin kulkua. (vrt. SFS-ISO 31000:2018, 13 – Kuva 4)

Muutoksen merkittävyyttä on arvioitava muutoksen ehdottajan toimesta, YTM-asetuksessa esitettyjen vaatimusten ja asiantuntija-arvion pohjalta. Asiantuntija-arvio on päätöksen tekevän henkilön tai asiantuntijoista koostuvan ryhmän kokemuksia, tietoja ja taitoja kuvaava arvio. *Jos ehdotetulla muutoksella on*

vaikutusta rautatiejärjestelmän turvallisuuteen, tulee ehdotus arvioida asiantuntevan henkilön tai ryhmän kanssa. Päätös ehdotetun muutoksen merkittävyydestä tulee aina dokumentoida, jotta siihen liittyvät perustelut ovat tarkasteltavissa. (YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestelmässä 2016.)

YTM-asetuksen mukaan vaarojen tunnistamisen yhteydessä tulee määritellä tarkasteltavana oleva järjestelmä tai kohde. Varsinainen vaarojen tunnistaminen tehdään ennalta laaditussa työryhmässä, joka koostuu järjestelmälle olennaisten, eri osa-alueiden asiantuntijoista. Riskienhallinnan asiantuntijan osallistuminen edellä mainittuun työryhmään on edellytys vaarojen tunnistamiselle. Rautatiejärjestelmän turvallisuuteen vaikuttavat vaarat tulee kirjata erilliseen vaararekisteriin, jossa ne luokitellaan riskiluokittelun avulla. (YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestelmässä 2016.)

Riskien arviointi ja analyysi tehdään myös työryhmä-menetelmällä, joka koostuu tarkasteltavana olevan järjestelmän tai kohteeseen liittyvien osa-alueiden omaavista asiantuntijoista. Riskien arvioinnin tavoitteena on arvioida järjestelmälle ennalta-asetetuista vaaroista aiheutuvat riskit ja määrittää toimenpiteet, jolla riskit saadaan laskettua hyväksytylle tasolle. Liikenneviraston YTM-asetuksen ohjeistuksessa mainitaan kolme erilaista toimintatapaa riskien hyväksyttävyyden arviointiin (vrt. EY n:o 352/2009, 3. artikla, kohdat 19-21):

- Toimintaohjeet, käytännesäännöt (Kirjalliset ohjeet, määräykset jne.)
- Vertailujärjestelmät (Aiemmin hyväksytyt ja hyväksi todetut järjestelmät)
- Riskin estimointi (Riskienhallinta matriisi, todennäköisyyden ja seurausten vakavuuden arviointi)

Kun noudatetaan YTM-asetuksen mukaista riskienhallintaa, koko prosessista tulee aina tehdä hanke- tai muutoskohtainen vaararekisteri, joka toimii siten vaarojen hallinnan keskeisimpänä työkaluna. Vaarojen tunnistamisen yhteydessä havaitut vaarat, niistä aiheutuvat riskit ja niille asetetut toimenpiteet tulee kirjata kyseiseen vaararekisteriin. (YTM-Asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestelmässä 2016, 17-19.)

Asetettujen vaatimusten noudattaminen ja niiden osoittaminen, on edellytys muutoksen tai hankkeen turvallisuushyväksynnän antamiselle. Turvallisuustoimenpiteiden suorittaminen voidaan todentaa yhteenvetoraportissa, jossa muutoksen hakija osoittaa raportin avulla soveltaneensa YTM-asetuksen mukaista ohjeistusta yhtenäisestä riskienhallintaprosessista. Yhteenvetoraportin avulla, ehdottaja tai muutoksen hakija pystyy osoittamaan täyttäneensä tarkasteltavana olevalle järjestelmälle ennalta asetetut turvallisuusvaatimukset. (YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestelmässä 2016, 17-19.)

ISA – Independent safety assessment

Kun rautatiejärjestelmään kohdistuu jokin turvallisuuteen vaikuttava merkittävä muutos, tulee YTM-asetuksen mukaisesta riskien arviointiprosessista tehdä erillinen arviointi riippumattoman tahon toimesta, jonka suorittaa ISA (vrt. EY n:o 352/2009, 6. artikla, 1). (YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestelmässä 2016.)

Riippumattoman turvallisuuden arviointilaitos (ISA) tarkoittaa EU:n laatiman YTM-asetuksen mukaista riippumatonta ja pätevää, ulkoista tai sisäistä organisaatiota, henkilöä tai yhteisöä, jonka tehtävänä on tutkia muutosprosessin soveltuvuutta YTM-asetuksen mukaisia turvallisuusmenettelyjä ja riskienarviointiprosesseja kohtaan. Arviointilaitos ei saa edustaa tai olla osallisena arvioitavana olevan järjestelmän rakentamista, suunnittelua, käyttöä tai muuta vastaavaa. Arviointilaitoksen tulee olla riippumaton painostuksesta, houkuttelusta ja taloudellisesta hyödystä joka voisi vaikuttaa sen toimintaan, tuloksiin ja päätöksiin arvioinneissa. (YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestelmässä 2016.) ISA -arviointilaitoksen vaatimuksia on esitetty tarkemmin asetuksen EY n:o 352/2009, Liitteessä 2.

Arviointilaitoksen tehtävänä on seurata riskienhallintaprosessia sen aloittamisesta loppuun saakka ja samalla havainnoida onko riskienhallintaprosessi tehty YTM-asetuksen mukaisesti. Arviointiprosessista tulee laatia kirjallinen, todisteisiin perustuva kertomus, jossa riskienhallintaprosessi käydään perusteellisesti läpi. (YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestel-

mässä 2016.) Arviointilaitoksen tekemän tutkimuksen tavoitteena ei ole arvioida tarkastelun kohteena olevaa järjestelmää, vaan onko muutoksen ehdottajan riskienhallinta toteutettu asianmukaisesti (vrt. EY n:o 352/2009, 7. artikla).

Riskiraportti

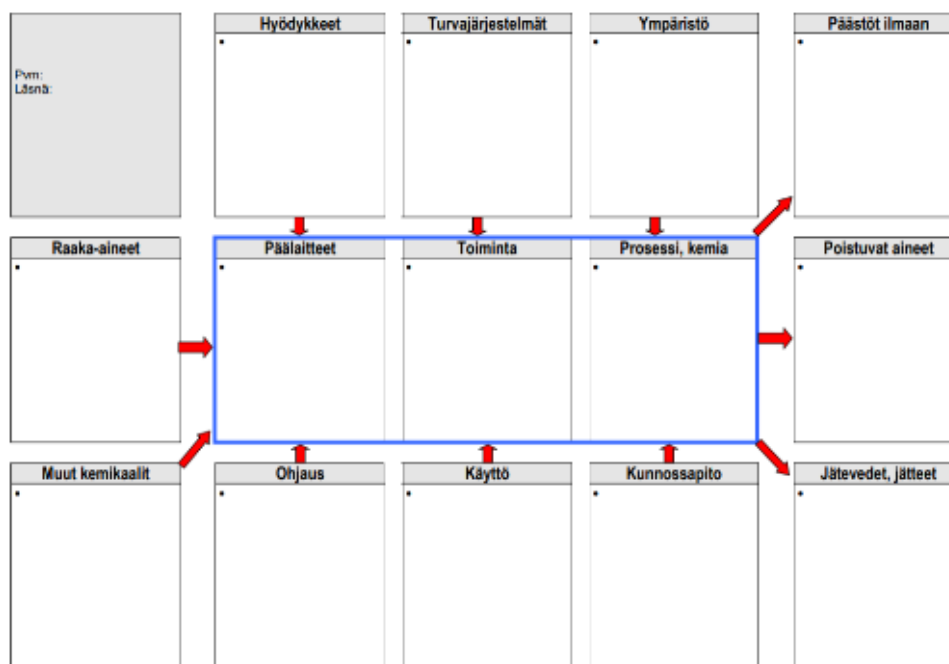
YTM-asetuksen ja Liikenneviraston ohjeistuksen mukainen riskiraportti on kirjallinen yhteenveto, joka on laadittu riskienhallintasuunnitelmien ja riskienhallintatyön pohjalta. Riskiraportti on tarkoitettu tarkastelussa olevan kohteen johdon työkaluksi, jota on mahdollista hyödyntää hankkeen edetessä. Riskiraportin sisältö ja sen laajuus ovat täysin hankekohtaisia. (Riskienhallinta väylänpidossa 2017, 32.)

Liikenneviraston mukaan riskiraportin sisällön tulisi kuvata kohde, sekä kohteen sen aikainen tilanne. Raportissa pitää käydä läpi riskien arvioinnin toteutus ja tehdä yhteenveto arvioinnin tuloksena havaituista riskeistä. Riskiraportissa tulee myös esittää havaitulle riskeille määritetyt riskienhallintatoimenpiteet. Myös mahdolliset tarkasteltavana olevasta kohteesta aiheutuvat poikkeamat ja niiden seuranta tulee esittää kyseisessä raportissa. (Riskienhallinta väylänpidossa 2017, Liite 1.)

Destia Rail Oy:n laatimaa riskiraporttia pystyttiin hyödyntämään YTM-asetuksen mukaisessa riskienhallinnassa, jossa riskiraportin tarkoitus oli olla kirjallinen, todisteisiin perustuva kertomus riskienhallintaprosessista. Riskiraportti lähetettiin ISA-arviointilaitokselle selvityksenä YTM-asetuksen mukaisesta yhteisestä riskienhallinnasta.

4.2 HAZCAN – Vaarallisten skenaarioiden analyysi

Vaarallisten skenaarioiden analyysi eli HAZSCAN on Teknologian Tutkimuskeskus VTT Oy:n kehittämä turvallisuusanalyysimenetelmä, joka kehitettiin vuosien 1996-1998 välillä. Alun perin kyseinen menetelmiä oli kehitetty osana EU:n SPASE-projektia. HAZSCAN -menetelmä on luotu tunnistamaan laitekohtaisia, inhimillisistä tekijöistä, sekä organisaatiosta johtuvia vaaroja. (HAZSCAN -turvallisuusanalyysimenetelmän kuvaus. 2002)



Kuva 21. HAZSCAN -turvallisuusanalyysin pohja, A&P-malli. (VTT 2018)

Kuvassa 21 on esitetty HAZSCAN -turvallisuusanalyysin aktiviteetti- ja prosessimalli, jossa pääprosessi ja siihen liittyvät toiminnot kuvataan keskelle mallipohjaa (sininen alue). Pääprosessin ulkopuolelle kootaan pääprosessin toimintaan vaikuttavat tekijät (kuva 21) kuten hyödykkeet, rajapinnat, ympäristö ja niin edelleen.

HAZSCAN -analyysi perustuu siinä tutkittavaa kohdetta kuvaavaan aktiviteetti- ja prosessimalliin (A&P-malli, kuvassa 21). HAZSCAN -analyysissä vaaramahdollisuudet tunnistetaan työryhmässä, joka koostuu eri toimialojen henkilöistä. Menetelmää käyttäessä pyritään myös hyödyntämään analyysiin osallistuvien henkilöiden ammattitaitoa ja tietämystä tutkittavasta kohteesta. Aktiviteetti- ja prosessimalli kuvaa tarkasteltavana olevan kohteen ongelma-alueita, esimerkiksi tarkastelussa olevia laitteita ja niihin liittyviä toimintoja, hyötyjä -ja haittoja, mahdollisia turvatoimia, käyttö- ja kunnossapito -asioita, sekä kokonaisen prosessin hallinnalle olennaisia asioita. (HAZSCAN -turvallisuusanalyysimenetelmän kuvaus 2002.)

Destia Rail Oy on hyödyntänyt HAZSCAN -analyysiä jo aikaisemmin ratarakentamisessa käytettävien tukemis- ja monitoimikoneen käyttöönottoihin liittyvissä riskianalyysissä vuosina 2013 & 2014. Edellisten riskianalyysien yhteydessä HAZSCAN-analyysin on todettu olevan hyvä ja toimiva menetelmä, jo-

ten sitä päätettiin soveltaa myös Minimel Lynx -turvajärjestelmän riskienarvioinnissa. (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016, 15.)

4.3 POA – Potentiaalisten ongelmien analyysi

Potentiaalisten ongelmien analyysi (POA) on riskienhallinnassa käytetty menetelmä todennäköisten riskien ja vaarojen tunnistamiseen, sekä niiden kartoittamiseen. POA -menetelmä toteutetaan työpaja -tyyppisenä prosessina, johon määrätään työryhmä, joka koostuu eri tehtävien ja aihepiirien asiantuntevista henkilöistä. Työryhmään täytyy sisältyä analyysimenetelmän osaava henkilö, jonka vastuulla on analyysiprosessin ohjaaminen. (Potentiaalisten ongelmien analyysi 2002.)

Työpaja aloitetaan aivoriihellä, jossa tarkastelua on rajattu analyysin lopputuloksesta riippuviin osa-alueisiin. Tarkoituksena on purkaa työryhmään kuuluvien henkilöiden ajatuksia annetusta osa-alueesta tai esimerkiksi avainsanasta. Ideat voi olla lennokkaita ja niiden arvosteleminen on kielletty aivoriihen ideointiprosessin aikana (vrt. Potentiaalisten ongelmien analyysi 2009.) Aivoriihen tuloksena syntyvät tunnistetut riskit kategorioidaan kohteen- tai tilanteen mukaisesti, jonka jälkeen tunnistettuja riskejä käydään läpi keskustelemalla. Keskustelun tarkoituksena on arvioida riskien merkittävyyttä ja löytää aivoriihessä tunnistamattomia mahdollisia riskejä. (Potentiaalisten ongelmien analyysi 2002). Lopuksi tunnistetuista riskeistä tehdään yhteenveto, esimerkiksi lomakkeen tai taulukon -muodossa, jonka jälkeen tehdään toimenpidetarpeiden arviointi. Toimenpiteitä tunnistetuille riskeille asetetaan tarpeiden arvioinnin mukaisesti.

4.4 Riskienhallintaprosessi

Riskienhallintaprosessi on hyvä aloittaa riskien arvioinnilla ja mahdollisimman kattavalla riskiprofiililla. Käyttämällä parempia ja erilaisia analyysikeinoja, riskiprofiilin pystyy kuvaamaan tarkemmin. Suominen toteaa (2003, 32) riskienhallintaprosessin käynnistymisen kannalta välttämättömäksi yksinkertaisen ja riskien tunnistamista helpottavan perusmallin.

Minimel Lynx -järjestelmän riskienarviointi toteutettiin järjestämällä työpajais- tuntoja, joihin osallistui yrityksen omista asiantuntijoista sekä laitteiston maa- hantuoijista koostuva työryhmä. Myös laitevalmistajan edustaja oli läsnä yhden työpajais- tunkon aikana, muuten työpajaan osallistui laitevalmistajan puolelta tekninen asiantuntija etäyhteyden avulla. YTM-asetuksen määrittelemää ris- kienhallintaprosessin kulkua seurasi ISA-arviointilaitoksen edustaja. Tarkoituk- sena oli laatia järjestelmän aktiviteetti- ja prosessimalli, jonka pohjalta riskien- arviointi toteutettiin kokonaisuudessaan. (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016.)

Riskienhallinnan päätavoite Destia Rail Oy:n laatiman yhteenvetoraportin mu- kaan (2016) oli tunnistaa ja arvioida ratatyönturvaamisjärjestelmästä aiheutu- via rautatiejärjestelmän turvallisuuteen kohdistuvia vaaroja. Riskien ja vaaro- jen tunnistamisen yhteydessä ideoitiin ja havaittiin mahdollisia parannuksia ja toimenpide -ehdotuksia riskien vähentämiseksi tai poistamiseksi kokonaisu- dessaan. Destia Rail Oy:n riskienhallinta toteutettiin noudattaen EU:n laatiman YTM-asetuksen ohjeistusta yhtenäisestä riskienarvioinnista ja turvallisuusme- nettelyistä.

Aktiivisuus- & Prosessimalli

Riskienhallintaprosessi aloitettiin määrittelemällä järjestelmä, sekä sitä ku- vaava aktiviteetti- ja prosessimalli. A&P-malli on keskeinen osa HAZSCAN - analyysiä (kuva 21). HAZSCAN -analyysissä tunnistettiin ensimmäiseksi pää- prosessi, joka on jaettu analyysipohjan keskelle (kuva 21), seuraaviin osa-alu- eisiin; Päälaitteet, organisaatio ja prosessi, tarvesuunnittelu (työmaat), Suun- nittelu, Laitteiden asennus, Käyttö, Laitteiden purkaminen ja palauttaminen. (HAZSCAN -riskianalyysi 2016.)

Pääprosessin ja sen osa-alueiden tunnistamisen jälkeen tunnistettiin pääpro- sessin kanssa vuorovaikutuksessa olevat aktiviteetit ja rajapinnat, jotka on merkitty pääprosessin ympärille; Perekohde, kouluttaminen, ohjeistus, työkoh- teet, huolto-ohjeet, tulokset, päästöt, pilotti, käyttöympäristö, korjaus, huolto ja varaosat, turvajärjestelmä, esitettävät TURO-muutokset, rajapinnat, hallinto, sidosryhmät. (HAZSCAN -riskianalyysi 2016.)

Vaarojen tunnistaminen

Vaarojen tunnistaminen suoritettiin työryhmässä A&P-mallin mukaisesti, arvioiden Minimet Lynx -järjestelmän käyttämistä rautatiealueella tapahtuvan työkentelyn turvaajana. Riskiraportin (2016) mukaan, tarkastelussa otettiin huomioon esimerkkejä järjestelmän käytöstä sekä radan kunnossapidon ja rakentamisen työtehtävistä. Vaarojen tunnistamisprosessin tavoitteena oli tunnistaa vaarallisiin, välittömiin tai välillisiin seurauksiin johtavat tekijät, esimerkiksi turvaamisjärjestelmään kohdistuvat toimintovirheet ja poikkeamat. (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016.)

A&P-mallia hyödynnettiin POA-analyysin menetelmien tavoin riskikarttana, avainsanaluettelona ja tarkistuslistana, jonka avulla työryhmä pystyi varmistamaan järjestelmän kokonaisvaltaisen läpikäymisen. Tunnistetut vaarat ja mahdolliset toimenpiteet kirjattiin erilliselle riskianalyysilomakkeelle, josta muodostui järjestelmää kuvaava vaararekisteri. (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016.)

Riskien arviointi

YTM-asetuksessa esitettyjen säädösten ohella, Destia Rail Oy seurasi Liikenneviraston ohjetta ”YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestelmässä”, joka soveltaa YTM-asetuksen esittämää yhteisen linjan riskienhallintaprosessia ja turvallisuusmenettelyä koskevaa ohjeistusta. (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016.)

RISKIMATRIISI / RISKIN MERKITTÄVYYDEN ARVIOINTI

Vahtikolaji	TAPAHTUMAN SEURAUSTEN VAKAVUUS				
	1 Erittäin lieviä / vähäisiä	2 Lieviä / vähäisiä	3 Vakavia / kohtalaisia	4 Suuria	5 Erittäin suuria
Henkilövahinko	Erittäin lieviä loukkaantumisia, sairausloma alle 1 vrk	Lievitä loukkaantumisia, sairausloma alle 14 vrk	Vakavia loukkaantumisia, sairausloma yli 14 vrk	Kuolemantapauksia	Useita kuolemantapauksia
Omaisusvahinko	Erittäin vähäisiä omaisuus- tai liiketoimintavahinkoja	Vähäisiä omaisuus- tai liiketoimintavahinkoja	Kohtalaisia omaisuus- tai liiketoimintavahinkoja	Suuria omaisuus- tai liiketoimintavahinkoja	Erittäin suuria omaisuus- tai liiketoimintavahinkoja
Toiminnallinen haitta	Haittaa suunnittelun/urakoiden toteutusta Erittäin lieviä vaateita	Haittaa suunnittelun/urakoiden toteutusta Lievitä vaateita	Haittaa suunnittelun/urakoiden toteutusta Kohtalaisia vaateita	Hanke viivästyy kuukauden Suuria vaateita	Hanke viivästyy useita kuukausia Erittäin suuria vaateita
Liikennevahinko	Ei liikennevahinkoa, vain liikennehaittaa	Vähäisiä liikennevahinkoja	Kohtalaisia liikennevahinkoja	Suuria liikennevahinkoja	Erittäin suuria liikennevahinkoja
Ympäristövahinko	Erittäin vähäisiä ympäristövahinkoja tai haittaa, erittäin helposti korjattavissa	Vähäisiä ympäristö-vahinkoja, lieviä haittaa, helposti korjattavissa	Kohtalaisia ympäristövahinkoja / haittaa, korjattavissa	Suuria ympäristövahinkoja, huomattavaa ja laajaa haittaa, korjattavissa	Erittäin suuria ympäristövahinkoja, vakavaa pitkävaikutteista haittaa, vaikeasti korjattavissa

TAPAHTUMAN TODENNÄKÖISYYS	1 Erittäin lieviä/vähäisiä	2 Lieviä/vähäisiä	3 Kohtalaisia	4 Suuria	5 Erittäin suuria	TOIMENPIDELUOKAT	
5 Erittäin yleinen Esiintyy ainakin 10 kertaa vuodessa	Vähäinen	Kohtalainen	Merkittävä	Sierimaton	Sierimaton	Sierimaton	Välttämät toimenpiteet
4 Yleinen Esiintyy ainakin kerran vuodessa	Merkityksetön	Vähäinen	Kohtalainen	Merkittävä	Sierimaton	Merkittävä	Toimenpiteet meneillään olevassa suunnitteluvaiheessa
3 Satunnainen Esiintyy ainakin kerran 10 vuodessa tai esiintyy ainakin kerran hankkeen toteutusajankana	Merkityksetön	Vähäinen	Kohtalainen	Kohtalainen	Merkittävä	Kohtalainen	Toimenpiteet suunniteltava
2 Harvinainen Esiintyy ainakin kerran 100 vuodessa tai esiintyy ainakin kerran hankkeen käytön aikana	Merkityksetön	Merkityksetön	Vähäinen	Kohtalainen	Merkittävä	Vähäinen	Seurataan
1 Erittäin harvinainen Esiintyy harvemmin kuin kerran 100 vuodessa Teoreettinen, ei tiedetä tapahtuneen rakentamisen tai käytön aikana	Merkityksetön	Merkityksetön	Merkityksetön	Vähäinen	Kohtalainen	Merkityksetön	Ei tarvita toimenpiteitä

Kuva 22. Riskimatriisi -esimerkki Liikenneviraston julkaiseman ”Riskienhallinta radan suunnittelussa” -ohjeessa. (Liikennevirasto 2017)

Destia Rail Oy:n laatimassa yhteenvetoraportissa tunnistettujen riskien suuruuden arviointiin käytettiin viisiportaista toimenpideluokitusta kuvaavaa riskimatriisia (kuva 22), jonka Liikennevirasto on esittänyt julkaisussa ”Riskienhallinta radan suunnittelussa”. Riskimatriisin yhteydessä olevat taulukot esittävät tapahtuman todennäköisyyttä ja tapahtuman seurausten vakavuutta. Riskimatriisi itsessään luokittelee riskin suuruuden sekä sen perusteella määrittää riskille toimenpideluokan I-V (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016.)

Tulokset

Ratatyönturvausjärjestelmän käyttöönottoon, järjestelmän käyttöön ja pilotointiin kohdistetun riskienarvioinnin tuloksena riskienhallinnan työryhmä havaitsi ja tunnisti 78 järjestelmän käytölle ja käyttöönotolle merkittävää vaaraa.

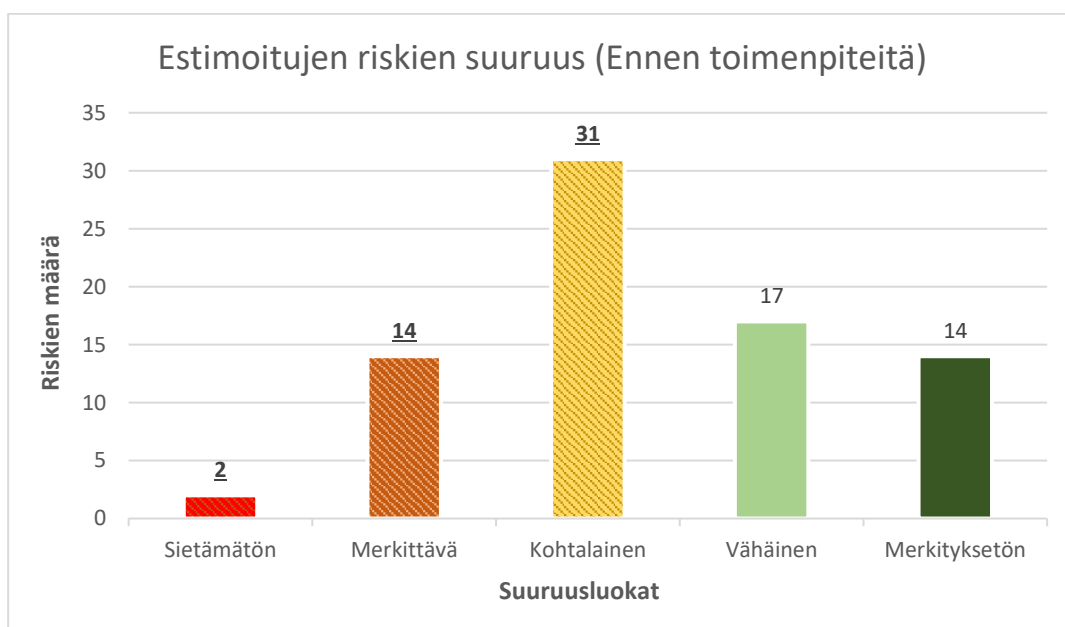
PROSESSI	Lukumäärä (kpl)	Osuus (%)
Päälaitteet (RTTJ-001–RTTJ-004)	4	5
Organisaatio ja prosessi (RTTJ-005–RTTJ-018)	14	18
Tarvesuunnittelu, työmaat (RTTJ-019)	1	1
Suunnittelu (RTTJ-020–RTTJ-027)	8	10
Laitteiden asennus (RTTJ-028–RTTJ-035)	8	10
Käyttö (RTTJ-036–RTTJ-064)	29	37
Laitteiden purkaminen ja palauttaminen (RTTJ-065–RTTJ-067)	3	4
AKTIVITEETIT (RTTJ-068–RTTJ-078)	11	14

Kuva 23. Riskienhallintaprosessissa tunnistetut vaarat lajiteltuna prosessikohtaisiksi vaaroiksi. (Destia Rail Oy 2016)

Prosessissa tunnistettuja vaaroja lajiteltiin riskiraportissa päälaitte-, organisaatio- ja prosessi-, tarvesuunnittelu-, suunnittelu-, asennus-, käyttö-, purku- ja aktiviteetti -kohtaisiin vaaroihin (kuva 23.) Vaarataulukon mukaan käytön aikaisia vaaroja tunnistettiin määrällisesti kaikista eniten (29 kappaletta) ja joiden osuus tunnistettujen vaarojen kokonaislukumäärästä on noin 37%.

Yhteenvetoraportissa (2016) todetaan kaikkien tunnistettujen vaarojen olevan luokiteltuja **ei yleisesti hyväksyttäväiksi vaaroiksi**, perustuen niistä aiheutuviin seurauksiin. Tarkastelun alaisena oleva turvajärjestelmän käyttöperiaatteita ja sen toimintaa ei tunnettu riskienhallintaprosessin aikana, joten riskien hyväksynnän yhteydessä riskienhallinnan työryhmä näki tarpeelliseksi noudattaa **riskin estimointia** kaikkien tunnistettujen vaarojen kohdalla. (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016.) Riskien estimointi tarkoittaa riskien suuruuden arviointia (estimate), joka voidaan suorittaa esimerkiksi riskimatriisien avulla. Riskimatriisien tarkoitus on arvioida riskin todennäköisyyttä ja sen aiheuttamien seurauksien vakavuutta. (YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestelmässä 2017, 18.)

YTM-asetuksen mukaisen riskienhallinnan mukaan, riskin estimointia tulee käyttää sellaisessa tilanteessa, missä vaaralle tai riskille ei ole sellaista toimitaohjetta tai vertailujärjestelmää, joihin vertaamalla voitaisiin estää sen toteutuminen (YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestelmässä, 16). Destia Rail Oy käytti riskien estimoinnissa riskin suuruuden, sen esiintymisen todennäköisyyden ja seurausten vakavuuden -yhdistelmää kuvaavaa riskimatriisia (Liite 2). Kyseisen matriisin pääperiaate oli kuvata riskin suuruutta, jonka avulla riski pystyttiin luokittelemaan toimenpideluokkaan. Toimenpiteet riskien poistamiseksi tai pienentämiseksi laadittiin toimenpideluokituksen avulla. (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016.)



Taulukko 2. Estimoitujen riskien suuruus (ennen toimenpiteitä). (Destia Rail Oy 2016)

Riskiraportissa esitettiin riskien estimoinnin tuloksena saatuja riskejä ja ne luokiteltiin suuruusluokkiin: sietämätön, merkittävä, kohtalainen, vähäinen ja merkityksetön. Taulukko 2 kuvastaa estimoitujen riskien suuruutta, jossa riskit on lajiteltu suuruusluokkiin. Taulukko kertoo myös jokaiseen suuruusluokkaan kuuluvien riskien määrän. Rasterilla merkityt suuruusluokat **sietämätön**, **merkittävä** ja **kohtalainen** luetaan *merkittäviksi riskeiksi*. Taulukon 2 tulkinnan mukaan merkittäviä riskejä (rasteri) on arvion mukaan yhteensä 47, joista 2 on sietämättömiä, 14 merkittäviä ja 31 kohtalaista riskiä. (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016.)

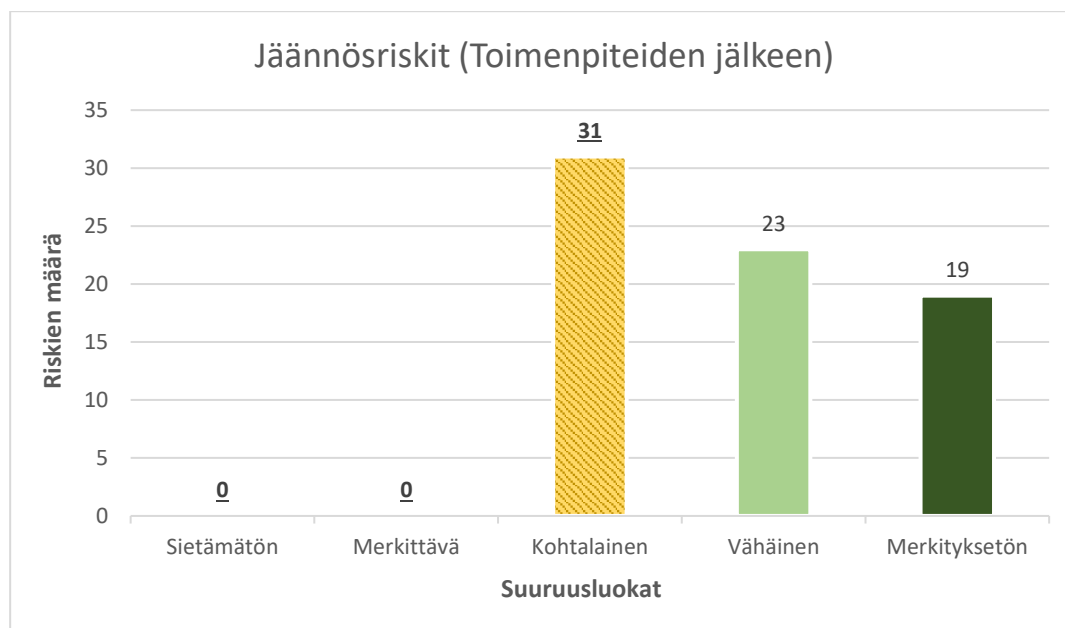
Turvallisuusvaatimukset ja toimenpiteet

Riskienarvioinnin jälkeen työryhmä määrittä tarpeelliset toimenpiteet riskien ehkäisyyn tai välttämiseen. Näitä toimenpiteitä kutsutaan riskienhallintatoimenpiteiksi, joiden tarkoitus on estää tunnistetun vaaran toteutuminen tai laskea sen toteutumisen todennäköisyyttä. Turvajärjestelmän pilotointia koskevat riskienhallintatoimenpiteet vaikuttivat vaaraan vähentämällä sen toteutumisen todennäköisyyttä. Tästä syystä riskien seurauksiin kohdistuvia toimenpiteitä ei esitetty toimenpide-ehdotuksissa. (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016, 21.)

PROSESSI	Lukumäärä (kpl)	Osuus (%)
Päälaitteet	2	2
Organisaatio ja prosessi	17	15
Tarvesuunnittelu, työmaat	1	1
Suunnittelu	23	20
Laitteiden asennus	14	12
Käyttö	52	44
Laitteiden purkaminen ja palauttaminen	1	1
AKTIVITEETIT	7	6

Kuva 24. Prosessikohtaiset turvallisuusvaatimukset. (Destia Rail Oy 2016)

Yhteenvetoraportin (2016) mukaan riskienhallinnassa havaituille riskeille määritettiin yhteensä 175 toimenpidettä, joista 117 kappaletta (kuva 24.) luokiteltiin turvallisuusvaatimuksiksi turvajärjestelmälle ja sen käytölle. Kuvan 24. mukaan eniten turvallisuusvaatimuksia määritettiin laitteiston käytölle, 52 turvallisuusvaatimusta, joiden osuus on noin 44% turvallisuusvaatimusten kokonaismäärästä. Riskienarviointiprosessissa arvioitiin prosessista jäljelle jääviä riskejä eli jäännösriskien suuruutta.



Taulukko 3. Jäljelle jäävät riskit (Destia Rail Oy 2016)

Yhteenvetoraportissa (2016) on esitetty jäännösriskien määrä suuruusluokittain (taulukko 3), niille asetettujen toimenpiteiden ja turvallisuusvaatimusten jälkeen. Jäännösriskejä tunnistettiin yhteensä 73 kappaletta, joista kohtalaisia riskejä on 31 kappaletta, vähäisiä riskejä 23 kappaletta ja merkityksettömiä riskejä 19 kappaletta (taulukko 3). Sietämättömiä ja merkittäviä riskejä oli havaittu riskien estimoinnissa. Toimenpiteiden ja turvallisuusvaatimusten toteuttamisen jälkeen, sietämättömät ja merkittävät riskit pystyttiin luokittelemaan tasoltaan alempiin suuruusluokkiin.

Yhteenvetoraportissa (2016) mainitaan, että jäännösriskeistä suurin osa on silti suuruusluokaltaan kohtalaisia, joka edellyttäisi toimenpideluokituksen (III) (vrt. Liite 2, Riskimatriisi) mukaan mahdollisia lisätoimenpiteitä kyseisille riskeille. Raportissa mainittiin myös **riskien todennäköisyyksien olevan arvioitu useasti vähintään luokkaa suuremmaksi**. Destia Rail Oy:n johto oli todennut riskien hyväksyttävän tason täyttymisen, kun tarkastelussa olevat riskit ovat saatu toimenpiteiden ja turvallisuusvaatimusten avulla alenemaan **kohtalaiselle** tasolle. (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016.)

5 JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTON EDELLYTYKSET

Destia Rail Oy:n suorittaman riskienhallinnan tuloksena järjestelmän käytöstä ja sen käyttöönotosta aiheutuvia vaaroja, sekä seuraamuksia minimoidaan niille erikseen asetetuilla toimenpiteillä. Riskienhallinnan ja järjestelmän tarkastelun yhteydessä tunnistetuille vaaratilanteille määriteltiin 173 vaaran laa- tua tai seuraamuksia lieventävää toimenpidettä, joista 117 ovat turvallisuus- vaatimuksia. (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016, 2.) Tässä kappaleessa poimitut ohjeistusta-, koulutusta-, ja dokumentointia kos- kevat vaatimukset ovat listattuna ”Turvallisuusvaatimukset ja toimenpiteet” - taulukkoon, nimettynä tunnuksin T-001 - T-173.

Minimel Lynx -järjestelmän käyttöä ja käyttöönottoa edellyttäviä turvallisuus- vaatimuksia esitettiin erillisen taulukon avulla (Turvallisuusvaatimukset ja toi- menpiteet), jossa tunnistetulle vaaralle on asetettu sitä lieventävä toimenpide sitä kuvastavan tunnuksen ja vaatimuksen kuvauksen kanssa. Turvallisuus- vaatimukset ja toimenpiteet toimivat perustana järjestelmän käytön ohjeistuk- sen, koulutuksen ja dokumentoinnin tekemiselle. RTT-järjestelmälle laadittiin yleinen järjestelmän käyttöä ja siihen perehdyttämistä koskeva menettelyohje ”Rautatieturvallisuusohje rautatiealueella työskentelyn turvajärjestelmän auto- matiikan käyttöön”. Kyseinen ohje käy läpi yleistä ohjeistusta Minimel Lynx - järjestelmän automatiikan käytöstä henkilöiden tai koneella tehtävän työn tur- vaamisessa rautatiealueella. (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltami- sesta 2016.)

5.1 Ohjevaatimukset

Järjestelmän käyttöä ja sen käyttöönottoa käsittelevien ohjeiden sisältöä ja vaatimuksia esiteltiin turvallisuusvaatimukset -taulukossa, sekä erillisessä jär- jestelmälle kohdennetussa vaararekisterissä. Turvallisuusvaatimukset on ha- vaittu ennen järjestelmän varsinaista tilauspäättöstä, joten vaatimuksia tarkas- tellessa ei pystytty hyödyntämään järjestelmän käyttöohjetta. Järjestelmän suunnittelu, asennus ja käyttö tulee suorittaa parityöskentely -periaatteena, yksin työskentely on kielletty. (Minimel Lynx -järjestelmän turvallisuusvaati- mukset ja toimenpiteet 2016.)

Asennuksen suunnittelun ohjeistusta koskevien vaatimusten mukaan Minimel Lynx -järjestelmän automatiikan käytön suunnittelun yhteydessä tulee erityisesti huomioida kohde, sekä järjestelmän soveltuvuus kohteen asettamiin vaatimuksiin. Jos järjestelmän automatiikan käytölle työn turvaajana ei löydetä sopivaa ratkaisua, ei sitä saa käyttää kohteessa lainkaan (vrt. T-036). Erityisesti suurilla ratapihoilla tapahtuva työskentely on haastavaa turvata järjestelmää käyttäen, eikä siitä syystä sovellu siihen.

Jotta suunnittelussa tapahtuvilta virheiltä vältyttäisiin, suunnitelmat tekee yksi suunnitteluun pätevä henkilö ja suunnitelmien tarkastamisesta vastaa toinen suunnittelukoulutuksen saanut henkilö. Myös laitteiston asentaminen suoritetaan samalla periaatteella, jossa yksi asentaa ja toinen tarkastaa asennuksen. (Minimel Lynx -järjestelmä turvallisuusvaatimukset ja toimenpiteet 2016.)

Turvallisuusvaatimusten mukaan ohjeistuksessa tulee korostaa RSU:n rajan merkitsemistä esimerkiksi suoja-aidalla tai lippusiimalla, joka erottaa työalueen liikennöitävästä raiteesta.

5.2 Dokumentointi

Minimel Lynx -järjestelmän työmaakohtainen asennussuunnitelma tuli arkistoida ja allekirjoittaa suunnittelijan, suunnitelman tarkastajan sekä laitteiston asentajien toimesta. Suunnitelmat pystyttiin tallentamaan ja tulostamaan suoraan Schweizer Electronic AG:n suunnitteluohjelmaa käyttämällä. Suunnitelmista tulostettiin työmaalle kopio tarkastettavaksi ja asentamisen avuksi. (Minimel Lynx -järjestelmä turvallisuusvaatimukset ja toimenpiteet 2016.)

Laitteiston riskienhallinnassa yhtenä turvallisuusvaatimuksena oli luoda järjestelmälle sähköinen häiriöpäiväkirja, johon tulee merkata järjestelmän käytön aikana esiintyvät häiriöt ja viat (Minimel Lynx -järjestelmä turvallisuusvaatimukset ja toimenpiteet. 2016) Pilottien aikana tapahtuneet järjestelmävirheet ja häiriöt kirjattiin muistiin paperille ja vietiin työmaakohtaiseen pilotointia koskevaan excel -taulukoon. Laitteiston pääkäyttäjä on vastuussa dokumentoidusta järjestelmän käyttöön suunnatusta työmaaperehdytyksestä. Työmaaperehdytyksen ohjeet oli kirjattu ylös järjestelmän käyttöä koskevaan rautatieturvallisuusohjeeseen (Rautatieturvallisuusohje 2016.)

Riskiraportissa oli myös maininta turvamiesmääräyksestä, johon on lisättävä maininta turvaamisen käytettävistä laitteista ja turvamiehenä toimivien henkilöiden ja laitteiston pääkäyttäjän varustuksesta. Laitteiston asentaminen vaatii joko turvamiesmenettelyn tai luvan ratatyöhön. (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016, 14.)

MÄÄRÄYS TURVAMIEHEKSI

MÄÄRÄYS EZE-L -KÄYTTÄJÄKSI

- RTTJ, manuaalinen käyttö

- RTTJ, automaatiikka

MÄÄRÄYS TURVAMIEHEKSI

Turvamiehen nimi _____

Työalue _____

Työaika _____

Lisämääräykset ja huomiot: _____

Turvamiehellä tulee olla:

- Oranssinvärinen varoitusvaatetus
- Äänimerkinantolaitte
- RAILI-puhelin tai matkapuhelin

Tehtävään määräsi: _____

Päivämäärä _____ Allekirjoitus ja nimenselvennys _____

Turvamies _____ Allekirjoitus ja nimenselvennys _____

EZE-L -käyttäjällä tulee

Keltainen

- varoitusvaatetus
- EZE-L
- RAILI-puhelin tai matkapuhelin

Kuva 25. Turvamiesmääräykseen esitettyjä muutoksia, kun turvamies toimii RATSUn pääkäyttäjänä. (Liikennevirasto 2017; Destia Rail Oy 2017)

Turvamiesmääräykseen esitettiin kuvan 25 kaltaisia muutoksia, jonka mukaan määräyksessä tulisi olla vaihtoehto, jossa henkilö toimii pääkäyttäjänä tai turvamiehenä tulokynnyksellä. Myös EZE-L käyttäjän varustuksesta esitettiin erillistä muutosta alkuperäisen ”Turvamiehellä tulee olla” -kohdan alapuolelle. Turvamiesmääräykseen ehdotettiin myös kohtaa, johon merkitään, kuinka järjestelmää kyseessä olevalla työmaalla käytetään (manuaalinen, puoliautomaattinen, automaattinen)

Liikennevirasto julkaisi RATSUn käytön ohjeistuksen yhteydessä (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018.) myös päivitetyn version turvamiesmääräyksestä, jossa esitetyt muutokset on otettu huomioon.

Liikennevirasto

MÄÄRÄYS TURVAMIEHEKSI

Turvamiesmenettely

MÄÄRÄYS RATSUN KÄYTTÄJÄKSI

Turvamiehen/RATSU-käyttäjän nimi

Työalue tai RATSUn suunnitelma (litte)

Työaika

Lisämääräykset ja huomiot
(RATSUa käytettäessä mm. suunnitelman mukaiset
häilyksenvälytyksalitteet):

Turvamiehiä tulee olla:

- Oranssinvärinen varoitusvaatetus
- Äänimerkinantolaitte
- Matkapuhelin

RATSUn käyttäjällä tulee olla:

- Keltainen varoitusvaatetus
- Matkapuhelin

Tehtävään määräst:

Päivämäärä Allekirjoitus ja nimenselvennys

Turvamies/RATSUn käyttäjä

Allekirjoitus ja nimenselvennys

Kuva 26. Liikenneviraston laatima turvamiesmääräys, jossa lisättyä RATSUNn, eli vastaavan turvaamisjärjestelmän käyttöä koskevat lisämääräykset. (Radanpidon turvallisuusohjeet 2018, Liite 3)

Kuvassa 26 on esitetty radanpidon turvallisuusohjeessa (2018) julkaistu turvamiesmääräys -lomakepohja, johon on lisätty RATSUn käyttöä koskevat kohdat, kuten käyttäjältä vaaditut varusteet, RATSUn käytön suunnitelma liitteenä jne.

5.3 Pilotointianomus ja lupa

Destia Rail Oy:n laati turvajärjestelmän täys- ja puoliautomaattiseen toimintaan perustuvan pilotointilupa-anomuksen Liikenneviraston tarkasteltavaksi. Lupa-anomuksen tarkoituksena oli selventää turvajärjestelmän riskienhallintaprosessin kulkua ja todentaa sen olevan YTM-asetuksen mukaisesti toteutettu. Pilotointianomuksessa tuotiin esille järjestelmän suunnitteluun, asentamiseen ja työmaalla käyttämiseen perustuvia pilotoinnin periaatteita, joiden tarkoituksena on selventää järjestelmän käyttämistä työmaaympäristössä. Destia Rail Oy laati pilotointia varten järjestelmän suunnittelua, asennusta ja käyttöä ohjaavan rautatieturvallisuusohjeen, joka hyväksyttiin Liikennevirastolla.

Esitetyt poikkeusvaatimukset (TURO)

Pilotointianomukset yhteydessä Destia Rail Oy ehdotti Liikennevirastolle poikkeuksia TURO:n mukaiseen säätelyyn turvamiesmenettelystä. Nämä poikkeusehdotukset olisivat käytettävissä vain Minimel Lynx -järjestelmän pilotoinnin aikana.

Destia Rail Oy:n esityksessä turvamiesmenettelyn käyttö ei olisi vaatimus Minimel Lynx -järjestelmän käytölle, jos järjestelmää käytettäisiin täysin- tai puoliautomaattisella kokoonpanolla. Perusteena esitykselle on järjestelmän turvallisuustason (SIL4) luokitus ja järjestelmän toiminta, joka poistaa inhimillisen tekijän ratatyöskentelyn turvaamisessa. Pilotointianomus esittää poikkeuksia myös turvamiesmenettelyllä turvattavien henkilöiden ja koneiden määrään käyttäessä Minimel Lynx -järjestelmää. Tällöin TURO:n mukainen yhtä turvamiestä kohden turvattavien henkilöiden määrä muutettaisiin rajattomaksi, mutta työalueen rajat olisivat edelleen rajoittava tekijä. (Pilotointilupa-anomus rautatiealueella työskentelyn turvajärjestelmän käyttöön 2016, 3.)

Poikkeusta esitettiin myös melua ja pölyä aiheuttavissa työtehtävissä, joissa olisi mahdollista hyödyntää henkilökohtaista suojalaitetta (EPW) ilman turvamiesmenettelyä tai lupaa ratatyöhön. Tämä edellyttäisi järjestelmän käytön täysin automaattisena tai puoliautomaattisena. (Pilotointilupa-anomus rautatiealueella työskentelyn turvajärjestelmän käyttöön 2016, 3.)

TURO:n ohjeistuksen mukaan, turvamiesmenettelyllä turvattavan raiteen suurin sallittu nopeusrajoitus on 140km/h. Destia Rail Oy:n esitti poikkeuksen, jossa laitteiston avulla voisi turvata työntekoa rataosalla, jonka suurin sallittu nopeus on 160km/h. Tämä muutos poistaisi nopeusrajoituksen suunnittelun ja käytön. (Pilotointilupa-anomus rautatiealueella työskentelyn turvajärjestelmän käyttöön 2016.)

Rautatieturvallisuusohje turvajärjestelmän käyttöön

Pilotointia koskevan lupa-anomuksen yhteydessä Destia Rail Oy laati yleisen turvajärjestelmän käyttöä rautatiealueella koskevan ohjeen, jonka tarkoituksena on toimia järjestelmän käytön menettelyohjeena. Ohjetta tulee soveltaa vain silloin, kun työn turvaamisessa käytetään turvajärjestelmän automatiikkaa, joko täysin- tai puoliautomaattisesti. Järjestelmää tulee käyttää kyseisen ohjeen mukaisesti. (Rautatieturvallisuusohje 2016.)

Järjestelmän käytön rautatieturvallisuusohje käy läpi ohjeistusta ja yleisiä menetelmiä sekä henkilöiden- ja koneen avulla tehtävän työn turvaamisessa. Ohjeistuksessa käydään läpi järjestelmän tuottama hälytys, sekä siitä johtuvat toimenpiteet; eli milloin työnteko keskeytetään, poistuminen väistöalueelle, koska työntekoa voidaan jatkaa, sekä ennen työtä tarvittava perehdytys järjestelmän toiminnasta. (Rautatieturvallisuusohje 2016.)

Ohje keskittyy myös turvajärjestelmän keskuslaitteen käyttäjän tehtäviin, vastuisiin sekä rooliin työn turvaajana. Ohjeessa painotetaan pääkäyttäjän vastuuta asentamisen jälkeisestä järjestelmätestauksesta ja väistöalueen ilmoittamisesta. Pääkäyttäjän tulee myös varmistaa järjestelmäkoonpano, perehdyttää järjestelmän alaisuudessa työskentelevät henkilöt ja konekuljettajat siihen, kuinka menetellä hälytyksen tapahtuessa. (Rautatieturvallisuusohje 2016.)

Käyttökohteet

Pilotointianomuksessa oli esitetty Minimel Lynx -järjestelmän käytön periaatteita ja soveltuvuutta erilaisiin työtehtäviin. Varsinaisia järjestelmän käyttökohteita anomuksessa ei kuitenkaan eritelty, koska kohteita oli sen sijaan esitetty riskiraportissa taulukon muodossa.

Soveltuvuus	Kohteet	Kp	Rak	Säästöt/ Vuokratulot	Lisä- Kustannukset	Lisäselvitykset
ratatyöt tehdään RTTJ-automatiikalla sen sijaan, että tehtäisiin työ liikenteenohjauksen avulla ratatyöhön	kaikki junarajoissa tehtäviksi sopivat työt, jotka eivät vaadi lupaa ratatyöhön	x	(x)	tehokkuuden moninkertaistuminen	laite- vuokra*	vilkasliikenteiset rataosat, pitkät osuudet
henkilökohtaisen suojalaitteen käyttäminen meluavissa/pölyävissä töissä RTTJ-automatiikalla	meluavat ja pölyävät työt, kuten lumen ja jään poisto laippaurista ja vaihteista (lehtipuhallin)	x	(x)	tehokkuus kasvaa, kun ei tarvita lupaa ratatyöhön	laite- vuokra*	linjaliikenteen pääraiteen ja sivuraiteen pitkäkestoiset työt
konetyöt radan varressa tai liikennepaikan sivuraiteella	kg: ojien perkuutyöt, vesakon raivaus, rumpujen aukaisutyöt, lumen ajo, hajapölkynvaihto rak: pölkynvaihto ja -asennus, vaihteenvaihto, siltatyöt, paalulaatta- ja paalutustyöt, uuden radan rakentaminen, kiskotus yms.	x	x	1-2 t-miestä	laite- vuokra*	yhteiskustannukset ja kulut**/ 1-2 vapaata resurssia
käsin tehtävät työt linjalla, mikäli tehdään koko päivän kestävä työtä samassa paikassa	valmistelevat työt, kiskokäynnin purkua yms.	x	x	1-2 t-miestä	laite- vuokra*	yhteiskustannukset ja kulut**/ 1-2 vapaata resurssia
käsin tehtävät työt linjaliikenteen pienemmillä liikennepaikoilla päätiellä ja päätien viereisellä raiteella	esim. vaihteiden rasvaus, lumen putsaus	x	(x)	1-2 t-miestä	laite- vuokra*	yhteiskustannukset ja kulut**/ 1-2 vapaata resurssia
kaksi- tai useampiraiteisella työt voidaan tehdä RTTJ-automatiikan turvaamana myös sn 160-radalla ilman turvamiestä	kaikki työt	x	x	1-2 t-miestä	laite- vuokra*	ei nopeusrajoituksia, yhteiskustannukset ja kulut**/ 1-2 vapaata resurssia
alihankintana tehtävät turvamiestyöt	taitorakenteet (sillat, laiturit, paalukohteet, paalulaatat), työaikaiset tasoristeykset	(x)	x	vuokratulot***		oman resurssin säästyminen, korvaa nopeusrajoituksen (työsuojelu)

* sisältäen suunnittelun, laitteiston kuljetuksen, asennuksen ja huollon
** yhteiskustannukset ja kulut, resurssija vapautuu (t-miehiä ei tarvita), päivärahat, matkakustannukset ja majoituskulut
*** vuokratulot sisältävät suunnittelun, laitteiston kuljetuksen, asennuksen, erikseen ostettuna keskuslaitteen käytön ja tarvittaessa huollon

Kuva 27. Turvajärjestelmän soveltuvuutta ja käyttökohteita kuvaava taulukko. (Destia Rail Oy 2016)

Turvajärjestelmän käyttökohteita ja sen soveltuvuutta radan kunnossapidon ja rakentamisen työtehtävissä on kuvattu kuvassa 27. Taulukossa turvaamisjärjestelmän soveltuvuutta esitetään esimerkiksi radan varressa tai liikennepaikojen sivuraiteilla tapahtuvan konetyöskentelyn turvaamiseksi sekä kaksoisraide -työmaille. Myös meluavat ja pölyävät työt mainitaan, mutta järjestelmän hyödyntäminen niissä työtehtävissä vaativat henkilökohtaisen suojalaitteen käyttämistä. Kuvan 27 kohteet esittävät työtehtävää, jonka turvaaminen voisi olla mahdollista turvaamisjärjestelmää käyttämällä. Esimerkiksi vaihteiden rasvaukseen, lumen puhdistukseen, vesakon raivaukseen ja rumpujen aukaisuun liittyvät työt. (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016.)

Kuten kuvassa 27 näkyy, tehtäviä on myös luokiteltu sekä radan kunnossapidon (**Kp**) ja radan rakentamisen (**Rak**) työtehtäviksi. Järjestelmän käytöstä saadut hyödyt, säästöt ja vuokratulot on myös merkitty taulukkoon, esimerkiksi työn tehokkuuden paranemisena tai säästymiseltä useamman turvamiehen käytöstä. Kuvaan 27 on myös merkattu tarpeen mukaan työmaakohtaisia lisäselvityksiä ja järjestelmän käytöstä seuraavia mahdollisia resurssien säästöjä. (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016.)

5.4 Koulutus ja perehdytys

Turvajärjestelmän riskienarvioinnin tuloksena havaituille riskeille asetettiin yhteensä 175 toimenpidettä, joista 117 määritettiin turvallisuusvaatimuksiksi.

Näistä yhteenvetoraportin (2016, 22) mukaan koulutukseen ja perehdyttämiseen kohdistettuja turvallisuusvaatimuksia oli 61 kappaletta. Koulutukseen ja perehdyttämiseen suunnatut turvallisuusvaatimukset esitettiin turvallisuusvaatimukset -taulukossa, jonka tarkoitus on toimia asentaja- ja suunnittelukoulutuksen pohjana.

Destia Rail Oy esitti riskiraportissa koulutukselle asetettavia edellytyksiä ja vaatimuksia, jotka oli tarkoitettu vain turvajärjestelmän pilotointia koskeviksi turvallisuusvaatimuksiksi.

Vaatimukset

Koulutuksen sisältöön ja järjestelmän käyttöön perehdyttämislle asetetut toimenpiteet olivat eriteltynä turvallisuusvaatimukset -taulukossa, sekä vaararekisterissä. Laitteiston suunnitteluun-, asentamiseen-, tai käyttämiseen kohdistuvassa koulutuksessa ja perehdyttämässä tulee huomioida mahdolliset viikatilanteet, järjestelmän käyttöönotto, sen käyttö ja järjestelmäkokonaisuuden palauttaminen. Koulutuksessa tulee myös tuoda esiin ennalta suunniteltu toimintatapa, jossa asentaja kertoo havaitsemastaan virheestä, jonka seurauksena suunnittelija korjaa suunnitelmassa olevat virheet ja laatii uuden suunnitelman. (Turvallisuusvaatimukset ja toimenpiteet 2016.)

Yhteenvetoraportin (2016, 12-13) mukaan turvaamisjärjestelmän käyttäminen edellyttää järjestelmän koulutusta ja siihen perehdytystä laitteiston suunnittelijoille, asentajille ja keskuslaitteen käyttäjille. Työnantajan tulee järjestää koulutus järjestelmän käytöstä, josta on annettava kirjallinen todistus.

Henkilö/rooli	Pilottijaksolla		Käytön aikana	
	Koulutus/perehdytys	Hlömäää	Koulutus/perehdytys	Hlömäää
RTTJ-suunnittelija	koulutus 4 pv*	2 kpl	projektijohdosta erikseen nimetyt henkilöt (koulutetut suunnittelijat kouluttavat)	5 kpl
RTTJ-asentaja	koulutus 2 pv*	2 kpl	perehdytetty työntekijä (koulutuksen saaneet asentajat kouluttavat)	n. 20 kpl (jokaisella projektilla muutama)
RTTJ-keskuslaitteen (EZE-L) käyttäjä, voi olla asentaja/suunnittelija	turvamiespätevyys ja koulutus 2 pv*	1–n kpl	koulutetut turvamiespätevät työntekijät (koulutuksen saaneet käyttäjät kouluttavat)	n
RTTJ-hälytyksenvälityslaitteen (HSF-L) käyttäjä	valitut työntekijät Keskuslaitteen käyttäjä perehdyttää.	1–n kpl	valitut työntekijät Keskuslaitteen käyttäjä perehdyttää.	n
RTTJ:n käyttöön perehdytetty työntekijä	työntekijät, jotka työskentelevät RTTJ:n toimiessa Keskuslaitteen käyttäjä perehdyttää. Ei muita vaatimuksia.	n	työntekijät, jotka työskentelevät RTTJ:n toimiessa Keskuslaitteen käyttäjä perehdyttää. Ei muita vaatimuksia.	n
Henkilökohtaisen RTTJ-suojalaitteen (EPW) käyttäjä	Keskuslaitteen käyttäjä perehdyttää. Ei muita vaatimuksia.	n	Keskuslaitteen käyttäjä perehdyttää. Ei muita vaatimuksia.	n

Kuva 28. Taulukko, joka sisältää käyttäjäroolit, koulutuksen keston sekä perehdytyksen. (Destia Rail Oy 2016)

Kuvassa 28 on esitetty ratatyön turvaamisjärjestelmän käyttöä edellyttäviä rooleja, sekä niille asetettuja koulutusvaatimuksia. Kuvassa eritellään sekä pilottijaksolla koulutettavat henkilöt ja järjestelmän jatkuvan käytön aikana koulutettavat henkilöt. Minimel Lynx -järjestelmän avulla turvattavan työmaan työntekijät eivät tarvitse erillistä järjestelmän asentaja- tai suunnittelukoulutusta, vaan järjestelmän pääkäyttäjä perehdyttää henkilöstön laitteiston toimintaan. (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016.)

Suunnittelukoulutuksen tarkoituksena on kouluttaa suunnittelija valitsemaan turvallisoin tapa turvata työmaa, eli onko järjestelmän käyttäminen työn turvajana mahdollista. Jos järjestelmän käytölle ei löydetä työkohteessa sopivaa ratkaisua, ei järjestelmän automatiikkaa tule käyttää. Hyvänä esimerkkinä järjestelmän soveltumisesta ovat ratapihat, joissa turvallisinta on työskennellä ratatyöluvan alaisuudessa. Nopeusrajoituksia suunnittelijoiden tulee tarkastella turvalaitekuvista, sekä JETI-järjestelmästä. Työmaa on velvollinen ilmoittamaan työnaikaisista nopeusrajoitusmuutoksista suunnittelijalle. (Turvallisuusvaatimukset ja toimenpiteet 2016.)

Jokainen suunnitelma on työmaakohtainen ja niiden kopiointi muihin työmaihin on kielletty. Suunnittelukoulutuksessa on myös otettava huomioon paikallisten olosuhteiden vaikutuksen tärkeys suunnitelmia tehdessä. Suunnitelmien tulee sisältää tarkat rajat työmaa-alueen sijainnista. Sanallinen määritetty kohde on turvallisuusvaatimuksissa katsottu riittäväksi tavaksi esittää työmaa-alueen rajat, esimerkiksi työmaa-alueen reunoilla sijaitsevat etäisimmät hälytinlaitteet. Suunnitelmat tulee aina tarkastaa toisen suunnittelijan toimesta, jonka avulla pyritään välttämään suunnittelussa tapahtuvia virheitä. (Turvallisuusvaatimukset ja toimenpiteet 2016.)

Laitteiston asentajakoulutuksessa tulee huomioida suunnittelukoulutuksen sisältö ja sen tuottama valmis ohjeistus. Asennus suoritetaan parityöskentelynä, jossa yksi asentaa ja toinen asentaja tarkastaa. Järjestelmän suunnitelman ja ohjeiden mukainen asentaminen on tärkeää, esimerkiksi hälytinlaitteiston suuntaus vaikuttaa lähestyvistä junasta varoittavan äänimerkin havaitsemiseen ja on täten korostettava koulutuksessa. Asentajat ovat myös velvollisia kertomaan havaitsemistaan virheistä suunnittelijalle, joka korjaa virheet suunnitelmasta tai laatii kokonaan uudet. Turvallisuusvaatimusten mukaan asentajat eivät myöskään saa tehdä muutoksia suunnitelmiin, edes asennustoleranssien perusteella, vaan suunnitelmat tulee käyttää suunnittelijalla korjattavana. (Turvallisuusvaatimukset ja toimenpiteet 2016.)

Turvaamisjärjestelmän pääkäyttäjän tulee perehdyttää työntekijät aina, kun he ovat ensimmäistä kertaa RATSUn avulla turvatulla työmaalla. Dokumentoitu perehdytys on esitetty yhtenä turvallisuusvaatimuksena. Melua aiheuttavat työt vaativat pääkäyttäjää keskeyttämään työnteon, jos siitä aiheutuva melutaso nousee liian korkeaksi ja se vaikeuttaa hälytyksen havaitsemista.

Asentajakoulutus

Minimel Lynx -järjestelmän asentamiseksi pilotointityömaille riskienhallinnan yhteydessä on laadittu vaatimus asentajakoulutuksesta, joka kuvan 28 mukaan kestää 2 päivää. Kyseisen koulutuksen yhteydessä koulutettavat henkilöt pystyvät toimimaan myös järjestelmän keskuslaitteen pääkäyttäjänä. (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016, 12.)

Järjestelmän pilotointia koskevassa asentajakoulutuksessa oli mukana Schweizer Electronic AG:n oma asiantuntija, joka yhdessä laitetoimittajan kanssa suorittivat asentajakoulutuksen. Koulutuksessa käytiin läpi järjestelmän komponentteja, käyttötapoja ja yleistä järjestelmän toimintaa. Koulutuksen aikana järjestelmälle tehtiin kokeiluasennus koulutustiloissa, jonka tarkoituksena oli havainnollistaa järjestelmän toimintaa ja kokonaisen järjestelmän kokoonpanon asentamista. Koulutuksen lopussa oli järjestetty koe, joka testasi koulutuksessa opettujen asioiden sisäistämistä esimerkiksi komponenteista ja niiden toiminnasta, järjestelmän toiminnasta, asentamisesta ja käytöstä, sekä järjestelmän käytön ohjeistuksesta. (Minimel Lynx -koulutus 2017.)

Suunnittelukoulutus

Minimel Lynx -järjestelmän asennussuunnittelusta vastaavalle henkilölle on vaadittu 4 päivää kestävä asennus- ja suunnittelukoulutus osana laitteiston käyttöönoton riskienhallintaa (kuva 28.). Suunnittelukoulutuksen saanut henkilö pystyy suunnittelemaan järjestelmän asennussuunnitelman Schweizer Electronicin turvaamisjärjestelmille (Minimel Lynx & Minimel 95) suunnatun suunnitteluohjelman avulla. Suunnittelukoulutukseen osallistuminen ja suunnittelupätevyys, vaati läpäistyä asentajakoulutusta, jonka tarkoituksena oli toimia myös suunnittelukoulutuksen pohjana. (Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta 2016, 12.)

Myös järjestelmän suunnittelukoulutuksessa oli Schweizerin oma asiantuntija mukana. Kouluttaja esitti harjoituskohteita, joihin koulutukseen osallistuvat suunnittelivat järjestelmäkokoonpanon asennussuunnitelman. Harjoituskohteita etsittiin raiteisto- ja linjakaavioista. Aluksi kouluttaja näytti esimerkkejä suunnittelusta ja ensimmäiset suunnitelmat tehtiin kouluttajan opastuksella ja hänen työtä seurattaessa. Tämän jälkeen siirryttiin koulutettavien henkilökohtaisiin työmaasuunnitelmiin, jossa kuvitelluille työmaille tehtiin suunnitelmat. Kaikille koulutettaville henkilöille annettiin samat, tehtävää koskevat työmaan sijainnit. Suunnittelun etenemistä seurattiin ja tehtävän lopuksi koulutettavat vertailivat suunnitelmia keskenään, jonka avulla pystyttiin kitkemään suunnittelussa tehdyt virheet ja poimimaan hyvät ratkaisut useasta suunnitelmasta. Jokainen harjoitussuunnitelma lähetettiin lopuksi kouluttajalle arkistoitavaksi.

Perehdytys

Riskienhallinnan tuloksena osa turvallisuusvaatimuksista asetettiin myös perehdytysvaatimuksiksi, joita tulee noudattaa perehdytystä suorittaessa.

Työmaa, jonka turvaamiseksi käytetään Minimel Lynx -järjestelmää, tulee perehdyttää järjestelmän pääkäyttäjän toimesta. Tämä koskee siis kaikkia kyseisellä työmaalla työskenteleviä henkilöitä, konekuskeja, työnjohtoa ja niin edelleen. Jos järjestelmää käytetään manuaalisesti, eli tulokynnyksenä toimii turvamies, pelkkä pääkäyttäjän antama perehdytys laitteiston käyttöön riittää (kuva 28). (Minimel Lynx -järjestelmä turvallisuusvaatimukset ja toimenpiteet 2016.)

Minimel Lynx -järjestelmän käyttöönottoa koskevassa rautatieturvallisuusohjeessa, järjestelmän pääkäyttäjää ohjeistetaan perehdyttämään työmaa-alueella työskenteleville asentajille ja työkoneen kuljettajille järjestelmän toimintaa:

- Esitettävä työmaa-alueen rajat
- Osoitettava väistöalue johon työalueella työskentelevät henkilöt siirtyvät junan lähestyessä.
- Kuinka hälytys tapahtuu (valo- ja äänihälytys)
- Kuinka hälytyksen jälkeen toimitaan (siirtyminen väistöalueelle)
- Korostetaan työkoneen liikkeiden pysäyttämistä hälytyksen jälkeen (kauha maahan).

Järjestelmän pääkäyttäjän tulee perehdyttää henkilöt rautatieturvallisuusohjeen mukaisesti, jonka mukaan järjestelmän antama äänivaroitus on merkki siitä, että työntekijän on välittömästi keskeytettävä työt ja poistuttava ennalta osoitetulle väistöalueelle joka sijaitsee RSU:n ulkopuolella. Työkoneen kuljettajan tulee laskea kauha maata vasten ja sen jälkeen pysäyttää kaikki koneen liikkeet hälytyksen ajaksi. Työtä saa jatkaa vasta oranssin merkkivalon vilkkumisen lakattua. (Minimel Lynx -järjestelmä turvallisuusvaatimukset ja toimenpiteet 2016.)

6 PILOTOINTI

Minimel Lynx -ratatyön turvaamisjärjestelmän pilotoinnin tavoitteena oli saada kokonaiskuva järjestelmän käyttöönotosta, suunnittelusta, asennuksesta ja käytöstä rautatiealueella työskentelevän henkilön tai koneellisen työn turvaajana. Järjestelmän pilotointi aloitettiin kohteiden valitsemisella; eli minkälaisissa kohteissa kyseisestä järjestelmästä saisi mahdollisimman paljon hyötyä. Kohteiksi valikoitui radanrakentamisen kiskonvaihtotyömaat, joissa työtä tehtiin yhdellä raiteella ja liikennöitävä raide turvattiin Minimel Lynx -järjestelmän avulla. Tällöin turvamiesketju pystyttiin korvaamaan turvalaitetekniikan avulla. Pilotointi suoritettiin Destia Rail Oy:n radanrakentamisen yksikön työmailla Lahti-Riihimäki linjalla elokuussa 2017.

Pilottikohteiden valitsemisen jälkeen aloitettiin järjestelmän projektisuunnittelu, jossa määriteltiin työmaakohtaiset asennussuunnitelmat kullekin pilottityömaalle. Suunnittelussa toisena osapuolena toimi Rautatietekninen osakeyhtiö Oy. Asennussuunnitelmien teossa Destia Rail Oy ohjeisti käyttämään Ratakuvapalvelua, jonka avulla työmaita pystyisi tarkastelemaan aidossa ympäristössä. Kyseistä palvelua ei hyödynnetty opinnäytetyössä tarkasteltavien pilottien suunnittelussa.

Järjestelmän asentamisen ja käytön aikana pyrittiin kirjaamaan asennuksen ja käytön aikaisia ongelmia. Myös muut järjestelmän käyttöön vaikuttavia asioita kuten kuljetusta, akkujen latausta, ja virransaantia tarkkailtiin pilottien aikana, jotta saataisiin käsitys siitä, miten järjestelmää olisi tehokasta ylläpitää ja siirtää työmaiden välillä.



Kuva 29. Kaarteessa sijaitseva työmaa-alue. Järjestelmän hälyttimien asettelu ja hälytyksen merkkivalo. (Holopainen 2017)

Pilottityömaat sijaitsivat kaarteissa (kuva 29), vaatien useamman turvamiehen työn turvaamiseksi, jolloin turvaamisjärjestelmän käytöllä parannettiin turvallisuuden lisäksi resurssitehokkuutta. Pilotoitavat kohteet olivat kaksiraiteisia kiskonvaihtotyömaita, joita suoritettiin 350-1300 m osissa. Pilottityömailla kiskonvaihtoa suoritti sekä henkilöt, että työkonet samanaikaisesti. Kiskonvaihtoa tehtiin yhdellä raiteella ratatyönä, liikenteenohjauksen ratatyöluvan alaisuudessa. Turvajärjestelmän avulla turvattava toinen raide oli liikenteellä, jonka turvaamiseksi olisi tarvittu perustaa lukuisista turvamiehistä koostuva turvamiesketju tai vaihtoehtoisesti ottaa myös toinen raide ratatyöluvan alaiseksi.

Pilotoinnissa hyödynnettiin Destia Rail Oy:n vuokraamaan Minimel Lynx -järjestelmän kokoonpanoa, joka mahdollisti pilotoinnissa järjestelmän hyödyntämisen puoliautomaattisesti tai manuaalisesti turvamiesmenettelyn lisäturvana. Pilotointikohteissa järjestelmää käytettiin puoliautomaattisesti; jossa junat laskettiin sisään työmaa-alueelle automaattisesti junan havaitsevien tulokynnysten avulla ja junien laskeminen ulos työmaa-alueelta tapahtui manuaalisesti EZE-L-laitetta käyttämällä turvamiespätevän pääkäyttäjän toimesta. Pilotointi suoritettiin yhteistyössä järjestelmän maahantuojan Rautatieteknisen osakeyhtiön RATEKin kanssa. RATEK toimi pilotointikohteiden työmaakohtaisen järjestelmäsuunnittelun pääsuunnittelijana ja oli osallisena myös järjestelmän asennuksessa ja käytössä.

6.1 Pilotoitavien kohteiden valinta

Järjestelmän asennus ja sen käyttäminen vaativat ylimääräisiä ajallisia resursseja ja rajallisesti koulutettua työvoimaa, joten sen käyttökohteita tuli miettiä tarkasti. Pilotoinnin kohteeksi tuli etsiä työmaa, joka oli työn luonteelta pitkäkestoisempaa. Tämä sulki pois mahdollisuuden järjestelmän käytöstä kunnossapidon arkisemmissä työtehtävissä, koska kunnossapitotyöt vaativat useimmiten ratatyömenettelyn työn turvaajana. Pilottikohteiden vaatimuksena oli saada järjestelmä käyttöön työmaalle tai kohteeseen, jossa järjestelmän ominaisuuksia pystyttiin hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti. Järjestelmän käytöllä haluttiin korvata turvamiesmenettely, lisätä työskentelyn turvallisuutta ja tukeutua turvalaitetekniikkaan järjestelmän automaation avulla.

Järjestelmän käyttöä suunniteltiin myös Destia Rail Oy:n kunnossapitoalueille, mutta työmaiden saatavuus pilotointiajankohtana oli heikko. Pilotointikohteiksi valikoitui Lahti-Riihimäki linjaosuudella suoritettavat radan rakentamisen kiskonvaihtotyömaat. Nämä työmaat sijaitsivat kyseisellä linjaosuudella kaarteissa (kuva 28), joka hankaloittaa junien havaitsemista yhden turvamiehen avulla molemmista tulosuunnista.

Destia Rail Oy:n vuokraaman laitteistokokoonpanon tilaus oli myöhässä alkuperäisestä toimituspäivästä ja se vaikutti pilottityömaiden valintaan. Toimituksen myöhästymisestä ja koulutusajankohdasta johtuen järjestelmän hyödyntämistä useammilla kiskonvaihtotyömailla ei pystytty toteuttamaan. Piloteissa ei hyödynnetty henkilökohtaista hälytinlaitetta (EPW) tai kiinteisiin rakenteisiin ja työkoneisiin tarkoitettuja EWK-L-A- ja AW126-L-A -hälytinlaitteita, vaikka ne kuuluivat vuokrattuun kokoonpanoon. Koulutustilaisuudessa sekä henkilökohtainen hälytinlaite ja kiinnitettävät hälytinlaitteet olivat osana koulutusta.

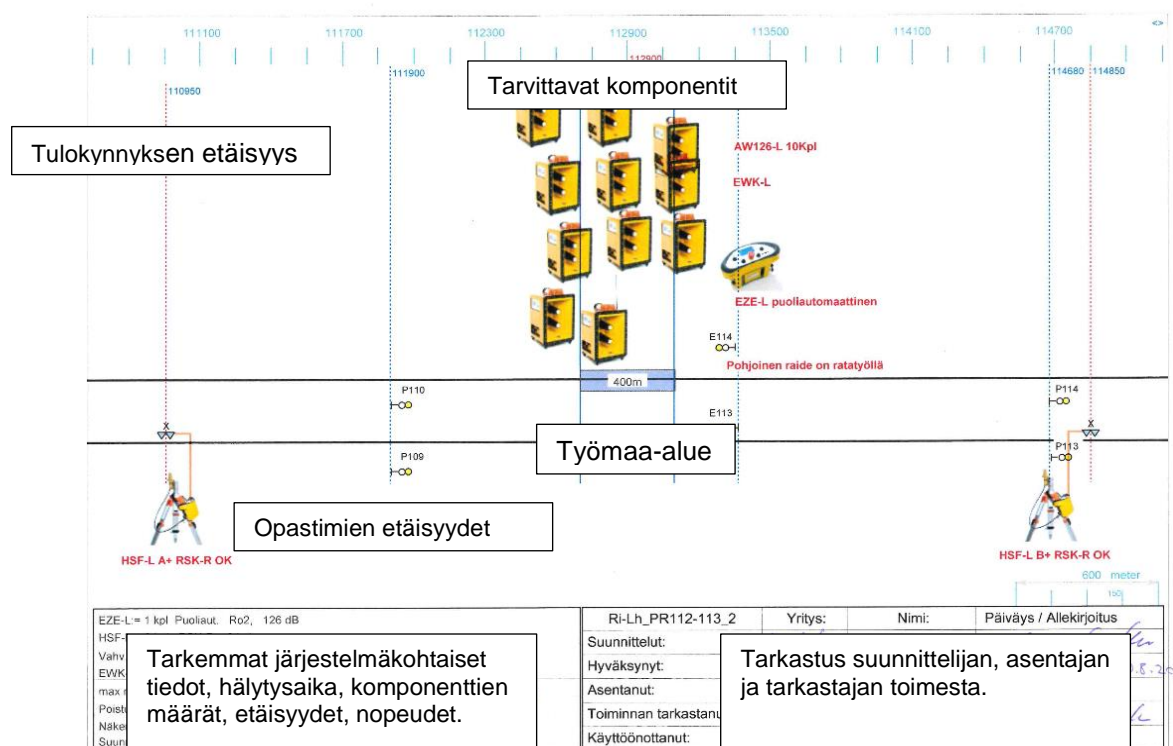
Suurin pilotoitava työmaa oli pituudeltaan 1300 m ja se oli jaettu kahdelle työvuorolle (n. 650 m/työvuoro). Lyhin turvattava työmaa oli pituudeltaan noin 350 m, jolloin hälytinlaitteiden määrää pystyttiin vähentämään. Destia Rail Oy:n työmaat joilla järjestelmän pilotti järjestettiin, olivat:

- Lahti-Riihimäki, Herrala. (112+300 - 113+500) osa 1
- Lahti-Riihimäki, Herrala. (112+300 - 113+500) osa 2
- Lahti-Riihimäki, Mommila (89+487 - 90+000)
- Lahti-Riihimäki, Järvelä (103+630 - 103+971)

Työmaat on merkitty linjaosuuden (Lahti-Riihimäki) välille, jonka lisäksi on ilmoitettu myös lähimmän liikennepaikan tai seisakkeen nimi, sekä työmaa-alue ratakilometrien avulla. Järjestelmän pilottityömaiksi valikoidut kaksoisraidetyömaat sopivat erittäin hyvin järjestelmän käytölle ja ovat esimerkillinen kohde, jossa turvajärjestelmän käytöllä pystyi työn turvaamisen lisäksi hyödyntämään työn tehokkuutta.

6.2 Suunnittelu

Järjestelmän työmaakohtainen suunnittelu aloitettiin heti pilottityömaiden valikoitumisen jälkeen. Suunnittelu toteutettiin yhteistyössä laitteiston maahan-tuojan Rautatieteknisen osakeyhtiön RATEKin kanssa, joka toimi pilottityömai-den pääsuunnittelijana Destia Rail Oy:n tarkastaessa suunnitelmat. Suunnitte-lussa käytettiin Minimel Lynx -järjestelmän omaa suunnitteluohjelmaa. Kun jär-jestelmä otetaan käyttöön ensimmäistä kertaa, tulee laitteiston tilaajan läh-etää laatimansa suunnitelmat Schweizer Electronicin tarkastettavaksi.



Kuva 30. Työmaasuunnitelma Minimel Lynx -järjestelmän käytölle (RATEK; Destia Rail Oy 2017)

Minimel Lynx -järjestelmän työmaasuunnitelmasta saa selville (kuva 30.) järjestelmäkoonpanoon kuuluvat komponentit, tulokynnyksen etäisyydet (ratakilometrit), tarkat tiedot komponenttien välisistä etäisyyksistä ja varoitusajasta, työmaa-alueen sijainnin (ratakilometrit), sekä kuittaukset suunnitelman ja asennuksen tarkastamisesta. (Minimel Lynx -koulutus 2017.)

Alkuperäiset suunnitelmat oli laadittu ohjeistuksen mukaisesti. Järjestelmäkonaisuudesta puuttui kolmas vahvistusantenni, joka olisi ollut mahdollista kytkeä EZE-L keskuslaitteeseen signaalin vahvistamiseksi. Valittujen pilottityömaiden tulokynnysten etäisyydet pysyivät laitteiston rajojen sisäpuolella, mutta kaarteiden ja tulokynnyksen ohittavan junan luoma katvealue aiheutti lukuisia häiriöhälytyksiä. Laitteisto ei havainnut toista tulokynnystä, koska keskusyksikön ja tulokynnyksen välinen signaali oli heikko, kolmannen vahvistusantennin puuttumisen vuoksi. Ensimmäisen pilottityömaan ongelmien ja häiriöiden myötä, osa suunnitelmista jouduttiin laatimaan uusiksi, jotta järjestelmän toiminta-alue kattaisi tulokynnysten ja työmaan välisiä turvallisia etäisyyksiä.

Viimeisen pilottityömaan asennussuunnittelussa ilmeni ongelma, jossa tulokynnyksen ja työmaa-alueen välissä sijaitsevat vaihteet estivät turvaamisjärjestelmän puoliautomaattisesti käytön, sillä vuokratun kokoonpanon komponentit eivät riittäneet turvaamaan työmaata. Kyseiset vaihteet päätettiin ottaa ratatyöluvan alaisiksi, jonka avulla järjestelmää pystyttiin hyödyntämään kyseisessä kohteessa. Tällainen ratkaisu kasvattaa työmaan kokoa, sillä tulo- ja poistumiskynnysten etäisyydet kasvavat.

Suunnittelussa tulee järjestelmän käyttöohjeen ja suunnittelukoulutuksen mukaisesti ottaa huomioon opastimien sijainti tulo- ja poistumiskynnysten, sekä työmaa-alueen välissä. Opastimen sijainti lähellä kynnystä työmaa-alueen ja kynnyksen välissä voi aiheuttaa junan seisahtumisen tulo- tai poistumiskynnyksen päälle. Suunnittelussa tulee aina ottaa huomioon tämä mahdollisuus ja järjestelmän projektisuunnittelu tulee tehdä niin, että tältä tapahtumalta vältytään. Jos junan seisahtumista kynnyselle ei voida välttää, tulee järjestelmä suunnitella manuaaliseen käyttöön tai turvata työmaa turvamiehellä tai ratatyöluvan avulla.

6.3 Valmistelut

Järjestelmän käyttöönottoon valmistautuessa tarkasteltiin myös järjestelmän kuljettamista ja sen sisältämien akkujen lataamista. Järjestelmäkokoospanon kuljetukseen käytettiin kuomullista ja lukollista peräkärriä. Pilotissa käytetyn järjestelmäkokoospanon kuljettaminen peräkärriä avulla ei tuottanut ongelmia ja järjestelmää oli mahdollista siirtää yhdellä kertaa kohteesta toiseen. Alkuperäisenä tarkoituksena oli vuokrata peräkärri pilottien ajaksi, mutta sen sijaan kuljettamiseen käytettiin järjestelmän asentajien kunnossapitoalueen kalustoon kuuluvaa kuomullista peräkärriä.

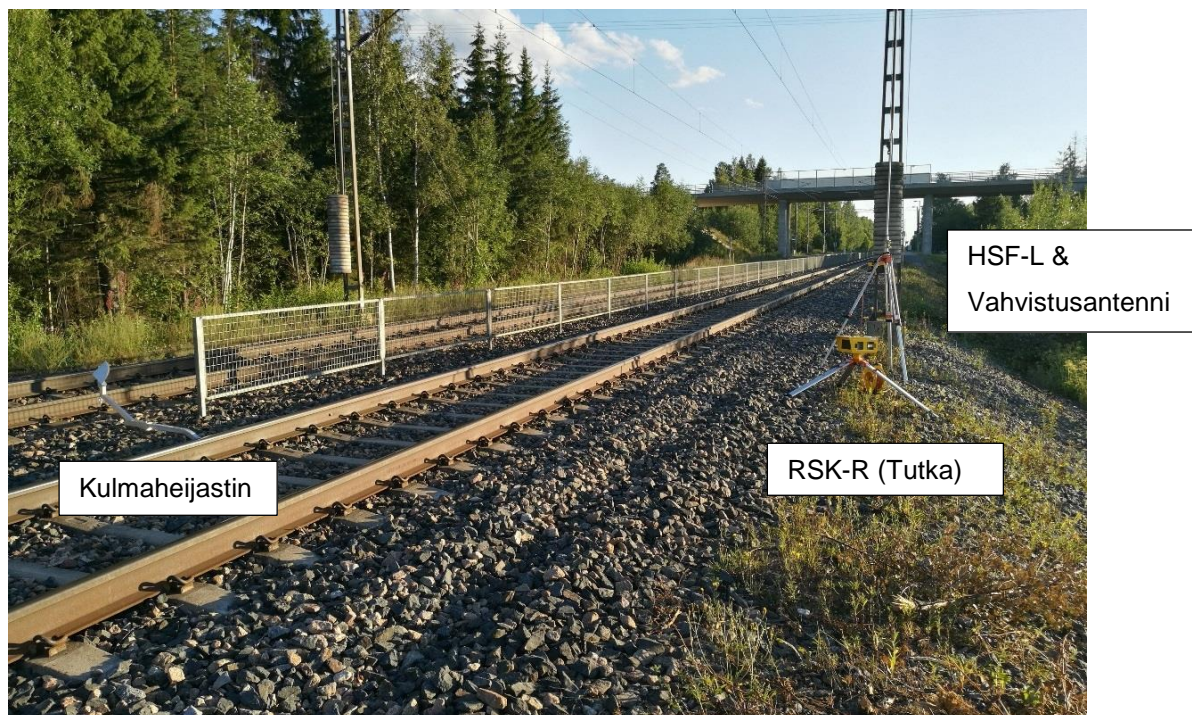
Vuokrattu järjestelmäkokoospano itsessään sisältää laturit komponenttien käyttämiä akkuja varten, joten akkujen lataamista varten tarvitsi järjestää latauspiste. Pilottien aikana akkujen lataukseen tarvittava virta saatiin bensiinikäyttöisen aggregaatin avulla, joka kuului myös järjestelmän asentajien kunnossapitoalueen kalustoon. Akut laitettiin lataukseen muutama tunti ennen järjestelmän käyttöönottoa, joka todettiin toimivaksi ratkaisuksi, koska osa akuista oli ladattu jo edellisen työmaan aikana. Akkujen lataus oli jatkuvaa työmaan ollessa käynnissä, joten pulaa täysistä akuista ei havaittu pilottien aikana.

6.4 Asennus ja käyttö

Järjestelmän asentamiseen oli varattu asentajakoulutukseen osallistunut työpari, jonka tehtävänä oli tehdä alustava järjestelmän asentaminen päivällä, ennen työmaiden alkamista. Asentaminen oli hyvä suorittaa päivällä, koska varsinaiset kiskonvaihtotyömaat aloittivat työskentelyn yöllä. Tällä tavalla myös helpotettiin pääkäyttäjän ja muiden järjestelmän käytössä mukana olleiden henkilöiden työtaakkaa, jolloin pääkäyttäjän täytyi vain kiinnittää akut asennettuihin komponentteihin, valvoa järjestelmän toimintaa ja vaihtaa akut tarvittaessa.

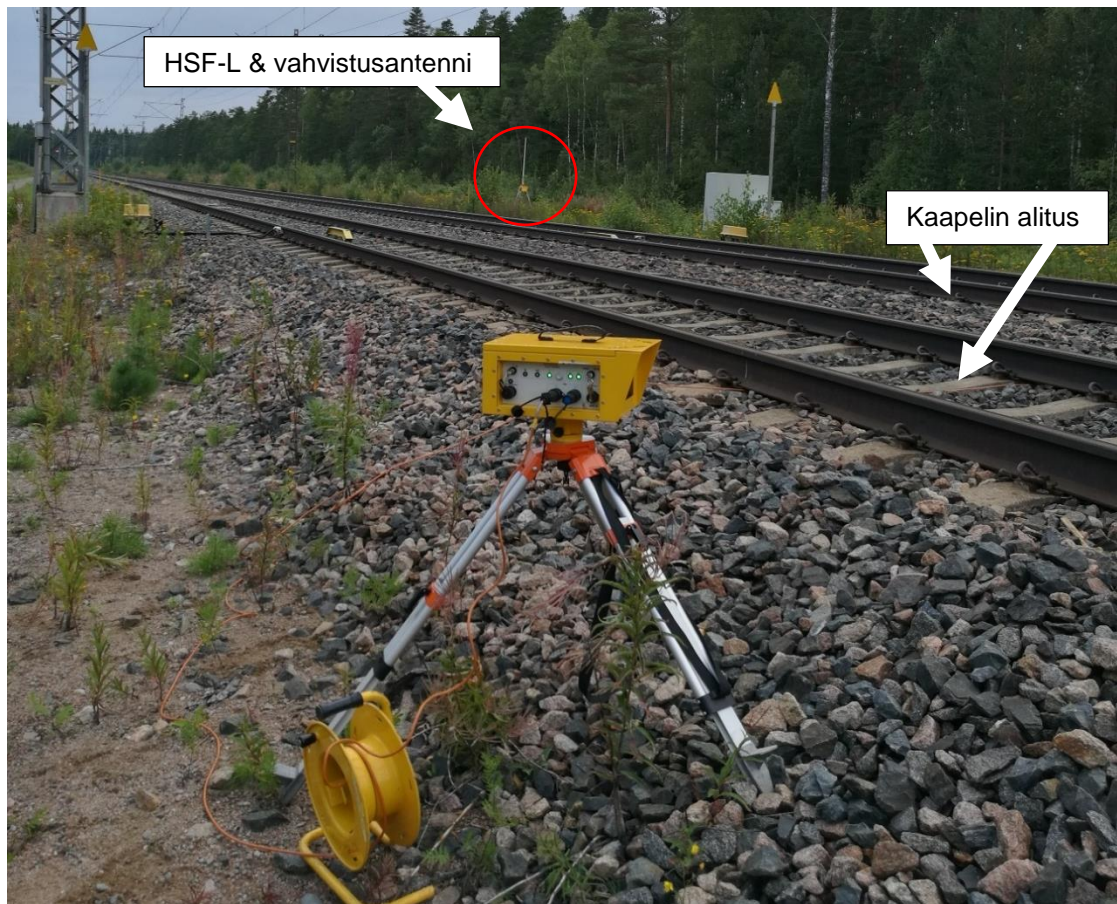
Tämä menetelmä todettiin toimivaksi tavaksi suorittaa järjestelmän asennus ja käyttö pilottien aikana. Asentamisen yhteydessä asentajat välittivät GPS-koordinaatit tulokynnyksien sijainnista esimerkiksi Google Maps -karttasovellusta hyödyntämällä. Myös peräkärriä sijaintia määritettiin edellä mainitulla tavalla, joka helpotti työmaa-alueelle pääsyä hankalimmissa

kohteissa.



Kuva 31. Tulokynnys asennettuna ja käyttövalmiina. RSK-R asennettuna, kulmaheijastin vastakkaisella puolella, sekä HSF-L-lähetin vahvistusantenniin kytkettynä. (Holopainen 2017)

Kuvassa 31. on esitetty tulokynnys asennettuna ja käyttövalmiina. Tulokynnykset asennettiin suunnitelmien mukaisesti työpari -menetelmää noudattaen. Tulokynnyksien asentamisessa tuli käyttää turvamiesmenetelmää. Asentamalla kaapelit kiskojen alle, mahdollistettiin HSF-L-laitteen siirtäminen pois katvealueelta ja lähemmäs keskuslaitetta, joka mahdollisti paremman yhteyden tulokynnyksen ja keskusyksikön välillä. Kiskot alittava kaapeli on esitetty kuvassa 32.



Kuva 32. Tulokynnyksen HSF-L-lähttimen ja RSK-R-tutkan välinen kaapeli alitettuna. (Holopainen 2017)

Tulokynnyksen ja EZE-L-keskustyksikön välistä signaalia yritettiin parantaa kuvan mukaisesti, jossa ilmaisimen (RSK-R-Tutka) ja HSF-L -käsikatkaisimen väliselle kaapelille tehtiin alitus kiskojen ali. Alituksen avulla etäisyyksiä tulokynnyksen HSF-L-lähttimen ja EZE-L-keskustyksikön välillä pystyttiin lyhentämään ja HSF-L-laitetta sekä antennia pystyi siirtämään kohteeseen, jossa on vähemmän signaalia heikentäviä tekijöitä, kuten esimerkiksi maastonmuodot, työmaan sijainti, kaarteet raiteistossa, sekä puut ja muu kasvisto.

Kuvassa 32 kaapelit on alitettu molempien raiteiden ali ja itse HSF-L-lähtin ja vahvistinantenni on merkittynä kuvaan punaisella ympyrällä. Kiskojen alittaminen vaatii turvamiesmenettelyn sijaan ratatyölupaa, joka taas heikentää järjestelmän käyttöä työn turvaajana. Ratatyöilmoituksen laatiminen ja ratatyöluvan anominen, heikentää järjestelmän käytön hyötyjä.

Pilotti 1: Lahti-Riihimäki (112+300 - 113+500)

Ensimmäinen järjestelmän asennus kulutti runsaasti aikaa, joka johtui mahdollisesti koulutuksen ja pilottien pitkästä aikavälistä. Eli opittuja asioita jouduttiin kertaamaan käyttöohjeiden avulla. Koulutuksen ja pilottityömaiden pitkä aikaväli johtui myös osittain laitteiston toimituksen myöhästymisestä, jonka takia järjestelmää ei päästy hyödyntämään aikaisemmin. Ensimmäisen pilottityömaan työmaakohtaisessa asennussuunnitelmassa laadittua järjestelmäkoonpanoa ei oltu syötetty järjestelmään valmiiksi, vaan se jouduttiin tekemään paikanpäällä ensimmäisen tulokynnyksen luona.

Järjestelmäkoonpanoa syöttäessä havaittiin myös virhe hälytinlaitteistossa, jossa hälytinlaitteistot oli asennettu hälytinketjuun ja virheellisestä hälytinlaitteesta seuraavia laitteita ei havaittu järjestelmän toimesta. Asentajat löysivät virheellisen hälyttimen kokeilujen pohjalta, jossa hälytinlaitteiden järjestystä muutettiin. Kokeilun perusteella virheellisen hälytinlaitteen täytyi sijaita hälytinketjun päässä, jotta se tunnistaisi siitä seuraavat hälytinlaitteet. Yhden hälytinlaitteen muistettiin olevan virheellinen jo koulutustilaisuudesta lähtien, mutta sitä ei kuitenkaan merkattu tai vaihdettu uuteen. Suunniteltu kokoonpano saatiin syötettyä järjestelmään ja virheellinen hälytinlaite merkattua, jonka jälkeen järjestelmän asentaminen pystyttiin aloittamaan.

Ensimmäisen tulokynnyksen asennuksen jälkeen toisen tulokynnyksen asentaminen oli helpompaa, eikä aiheuttanut ongelmia asennuksen aikana. Hälytinlaitteiston sijoittaminen työmaa-alueelle sujui odotettua nopeammin, eikä aiheuttanut ongelmia tai virheitä järjestelmän toiminnassa. Asennuksen jälkeen vaihdettiin akut RSK-R-tutkalaitteeseen.

Akun vaihdon yhteydessä kulmaheijastimen kiinnittämistä demonstroitiin laitteen ollessa Standby -tilassa, jolloin tutka menetti yhteyden kulmaheijastimeen. Yhteyden katkeaminen aiheutti järjestelmävirheen, joka vaati tulokynnyksen syöttämisen uudestaan järjestelmäkoonpanoon EZE-L-keskustyksikön avulla. Järjestelmävirhe aiheutti järjestelmän käytön myöhästymisen varsinaisen työmaan aikataulusta, joten aluksi työtä jouduttiin turvaamaan turvamiesten toimesta.

Pilotti 2: Lahti-Riihimäki (112+300 - 113+500)

Toinen turvattava pilottityömaa kuului ensimmäiseen työmaahan ratakilometreillä 112+300-113+500. Työmaa oli alun perin suunniteltu tehtäväksi kolmessa osassa, mutta ensimmäisellä työmaalla kiskonvaihtoa pystyttiin tekemään noin puolet 1300 metrin työmaasta. Työmaan edetessä nopeasti, RATEK-laitteiston asentamisen pääsuunnittelija näki tarpeelliseksi muuttaa asennussuunnitelmassa olevia alkuperäisiä etäisyyksiä, jotta suurempi työmaa-alue oli laitteiston avulla turvattavissa ja laitteiden välistä radiosignaalia pystyttiin samalla parantamaan.

Laitteistoa siirrettiin uusien suunnitelmien mukaisesti, täydellisen purkamisen ja uudelleenasettamisen sijaan. Siirrolle varattiin aikaa noin 2 tuntia, jonka aikana hälytinlaitteisto ja tulokynnykset siirrettiin uuden asennussuunnitelman mukaisesti. Kyseisen työmaan tulokynnysten sijainti olisi voitu määrittää tai merkata ennen siirron aloittamista, jotta siirto olisi edennyt nopeammin. Siirtoa olisi voitu nopeuttaa esimerkiksi merkkamalla uudet tulokynnysten sijainnit jo päivällä samalla kartoittaen maastoa ja parhaita huoltoteitä tai kulkuväyliä tulokynnysten läheisyyteen. Tällä pilottityömaalla asentajat eivät suorittaneet niin sanottua esiasennusta, koska sitä ei katsottu siirtämisen kannalta tarpeelliseksi.

Kun järjestelmää oltiin asettamassa työtilaan, vain osa AW126-L-hälytinlaitteista oli järjestelmän tunnistettavissa. Hälytinlaitteiden väliset kaapelit ja hälyttimien liittimet käytiin läpi, sekä osa kaapeleista vaihdettiin mahdollisen kaapelivian takia. Järjestelmävirheen oli aiheuttanut mahdollisesti hälytinlaitteiston käynnistäminen väärässä järjestyksessä, eli hälytinlaitteisiin oli kiinnitetty akut aloittaen satunnaisesti keskeltä hälytinketjua. Kun virhe havaittiin, todettiin hyväksi tavaksi kiinnittää akut aloittaen aina hälytinketjun päästä, jotta vastaavilta virheiltä vältyttäisiin.

Toinen pilotoitava työmaa sijaitsi keskellä kallioleikkausta ja kaartessa, joka aiheutti lisää yhteysvirheitä järjestelmälle. Kalliota päätettiin hyödyntää siirtämällä keskusyksikkö kallioleikkauksen päälle paremman radiosignaalin toivossa. Keskusyksikön ja tulokynnysten signaali parani huomattavasti, koska yhteyden välillä ei ollut enää häiritseviä tekijöitä esimerkiksi puita, muuta

kasvustoa, maastonmuotoja, junia ja niin edelleen. Loppuaika kyseisellä työmaalla sujui ongelmitta ja järjestelmän avulla päästiin turvaamaan työntekoa hyvän signaalin avulla.

Pilotti 3: Lahti-Riihimäki (89+487 - 90+000)

Kolmas pilotoitava työmaa suoritettiin veturimiesten lakon aikana, jonka takia pilotoitavalla raideosuudella ei ollut lainkaan liikennettä. Järjestelmää ei pystytty hyödyntämään työn turvaamisessa, koska molemmat raiteet oli mahdollista saada ratatyöluvan alaisiksi. Järjestelmä päätettiin kuitenkin pystyttää työmaalle, ikään kuin asennusharjoituksena. Asentamisen aikana ei esiintynyt ongelmia, joka oli selvästi merkki siitä, että aikaisempien pilottityömaiden kaltaiset virheet eivät enää esiintyneet asennuksen ja järjestelmän käytön aikana. Vahvistinantennin puuttuminen aiheutti edelleen paljon häiriöhälytyksiä, joka keskeytti työntekoa. Järjestelmä päätettiin purkaa 2 tunnin jälkeen, koska sen käytölle kyseisellä työmaalla ei nähty olevan tarkoitusta käynnissä olevan lakon takia.

Pilotti 4: Lahti-Riihimäki (103+630-103+971)

Viimeisellä pilottityömaalla pyrittiin hyödyntämään kaikkea edellisistä pilottityömaista opittua niin asentamisen kuin järjestelmän käytönkin kannalta. Asentajat olivat merkinneet tulokynnykset maastoon ja levittäneet osan hälytinlaitteistosta varsinaisen asentamisen nopeuttamiseksi. Myös tällä työmaalla tehtiin kaapeleille kiskojen alitus, jonka avulla yhteyden välisiä häiriöitä pyrittiin vähentämään.



Kuva 33. Tulokynnys ja sen sijainti merkittynä havaitsemisen helpottamiseksi asennuksen yhteydessä. (Holopainen 2017)

Tulokynnysten sijainnin havaitsemista pyrittiin helpottamaan merkitsemällä suunnitelmissa asetettujen tulokynnysten sijainnit merkkusmaalilla maaperään tai kiskoon (kuva 33.). Viimeisellä pilottityömaalla työmaa-alueen läheisyydessä sijaitsevia vaihteita, jotka täytyi ottaa ratatyöluvan alaisiksi, jotta järjestelmän automaatiota pystyttiin hyödyntämään. Ilman vaihteen sisällyttämistä ratatyöluvaan, olisi junaliikenteen havaitseminen jouduttu tekemään osittain manuaalisesti turvamiehen avulla. Myös työmaa-alueen lähellä sijaitseva opastin pysäytti junia näköetäisyydelle työmaa-alueesta, joka kasvatti hälytyksen kestoja ja keskeytti työskentelyä entistä enemmän.

6.5 Havaitut ongelmat

Järjestelmän ensimmäinen asennus oikealle työmaalle vei paljon aikaa, koska sen asentamista oli harjoiteltu aikaisemmin vain varasto-olosuhteissa koulutustilaisuuden yhteydessä. Suuri osa ensimmäisen pilotin työajasta kului asentamiseen ja järjestelmän suunnitellun kokoonpanon syöttämiseen keskusyksikköön. Kokoonpano syötetään järjestelmän keskusyksikköön kokonaisuudessaan, tarkoittaen tulokynnyksiä ja niihin kuuluvia komponentteja sekä hälytinlaitteita. Resursseja olisi voitu säästää syöttämällä

suunnitelmissa laaditut järjestelmäkoonpanot keskuslaitteeseen jo ennen varsinaista asennustyötä, esimerkiksi laitevarastolla pilottityömaita edeltävänä päivänä.

Toimitettu järjestelmä sisälsi yhden viallisen AW126-L-hälytinlaitteen, joka oli kytkettävä hälytinketjun päähän toimiakseen. Viallinen hälytinlaite havaittiin jo koulutusvaiheessa, mutta se oli unohdettu merkitä havaitsemisen yhteydessä. Viallinen hälytin aiheutti ongelmia ensimmäisen työmaan asentamisen aikana ja se merkittiin väriliidulla virheelliseksi ongelman havaitsemisen jälkeen. Vastaisuudessa viallisesta laitteesta tulee ilmoittaa heti laitevalmistajalle, joka korvaa laitteen tarvittaessa uudella kappaleella.

Ensimmäisen pilottityömaan järjestelmän käytön yhteydessä havaittiin ongelma, jossa tulokynnyksellä olevaa kulmaheijastinta siirrettiin järjestelmän ollessa Standby -tilassa, mutta ei työtilassa, joka antaisi vastaavassa tilanteessa hälytyksen. Kyseisen komponentin siirtäminen aiheutti järjestelmävirheen, jossa RSK-R-tutka ei havainnut sille asetettua kulmaheijastinta. Komponentin siirron takia kyseinen tulokynnys jouduttiin syöttämään uudestaan kokonaisuudessaan EZE-L-keskusyksikköön, jotta järjestelmä havaitsi kyseisen tulokynnyksen osana järjestelmäkoonpanoa.

Toisella pilottityömaalla hälyttimien asennuksessa ilmeni ongelmia, jotka estivät keskusyksikköä havaitsemasta hälytinlaitteita ja hälytys oli osittain puutteellinen. Tämä saattoi johtua hälyttimien väärästä käynnistysjärjestyksestä, eli hälytinlaitteita oli käynnistetty keskeltä hälytinketjua, jonka takia keskusyksikkö ei osannut havaita osaa hälytinlaitteista. Ratkaisu tähän ongelmaan oli käynnistää hälyttimet aloittamalla akkujen kiinnittäminen hälytinketjun jompaankumpaan päähän ja edetä hälytin kerrallaan kiinnittäen akut järjestelmällisesti.

6.6 Raportointi

Järjestelmän pilotoinnin yhteydessä tehtiin järjestelmälle tiedonkeruupohja, jonka tarkoituksena oli kerätä piloteista kerätty tieto yhteen tiedostoon. Tiedonkeruupohja sisältää työmaan olennaiset tiedot; työn luonteen, liikennepaikka, ratakilometrit, työmaa-alueen koon ja sijainnin. Taulukko sisältää myös työmaalla käytetyn järjestelmäkokoontaan sisältyvät komponentit, sekä niiden määrän. Tiedonkeruupohjan yhteyteen liitettiin turvajärjestelmän oman suunnitteluohjelman avulla tehty työmaakohtainen suunnitelma kuvana ja erillisenä PDF-tiedostona. Järjestelmän käyttöä, kuljetusta, asentamista, järjestelmävirheitä ja käytöstä koituvia ongelmia kirjattiin sanallisesti ja vapaamuotoisesti niille erikseen osoitetuille tekstikentille. Tiedonkeruupohja toimi samalla järjestelmän häiriöpäiväkirjana, joka oli asetettu järjestelmän käytön vaatimukseksi jo riskienhallinnassa.

Käyttäjäkohtaisia kokemuksia kerättiin erillisellä palautelomakkeella (liite 1), jonka tarkoituksena oli kerätä käyttäjäkohtaisen kokemuksen avulla tietoa järjestelmän asentajilta, pääkäyttäjältä, järjestelmän alaisena työskenteleviltä henkilöiltä ja työmaakohtaiselta työnjohdolta. Kyselyn sisältö kävi läpi turvajärjestelmän turvallisuutta ja vertasi sitä nykyisiin rautatiealueella työskentelyn turvaamiseen käytettyihin menetelmiin. Kokemuksia työmaiden aliurakoitsijalta ei kerätty.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella Schweizer Electronic kehittämän Minimel Lynx -järjestelmän käyttöönottoa, sekä kartoittaa järjestelmän asentamiseen ja käyttöön vaikuttavia tekijöitä pilottityömailta hyödyntämällä. Pilottityömailta saadun tiedon ohella tarkasteltiin myös riskienhallinnan tuloksena asetettuja turvallisuusvaatimuksien, sekä Liikenneviraston ohjeistuksen vaikutusta järjestelmän käyttömahdollisuuksiin. Johtopäätökset -kappale on jaettu pilottityömailta kerätyn tiedon ja ohjeistuksesta kerätyn tiedon mukaisesti.

7.1 Valmistelut ja käyttöönotto

Laitteiston toimitusaika poikkesi luvatussa toimituspäivästä yli kuukauden verran, mistä johtuen yhtä potentiaalista työmaata ei pystytty hyödyntämään piloteissa. Laitteiston maahantuojan RATEKIn mukaan järjestelmän myöhästymiseen vaikutti erityisesti sen käyttöjärjestelmän kääntäminen suomen kielelle, sekä päällekkäisten toimitusten aiheuttama viivästyminen. Jos järjestelmää käytettäisiin tulevaisuudessa työn turvaajana, tulisi valmistelut ja kartoittaminen järjestelmän käyttöönotosta aloittaa hyvissä ajoin. Käyttöönotossa tulee ottaa huomioon laitteiston vuokraus ja toimituksen kesto, joka on riippuvainen järjestelmän valmistajasta.

Destia Rail Oy:n tilaama järjestelmäkokonaisuus oli puutteellinen, sekä yksi toimitettu hälytinlaite oli viallinen. Hälytinlaitteen palauttamisesta keskusteltiin asentajakoulutuksen aikana, mutta hälytintä ei syystä tai toisesta muistettu vaihtaa uuteen kappaleeseen. Vastaisuudessa virheellisestä komponentista tulee ilmoittaa laitteiston valmistajalle, joka korvaa laitteen tarvittaessa uudella kappaleella.

Koulutuksen yhteydessä oli suunniteltu järjestelmän asennus esimerkki maastossa, joka korvattiin kuitenkin suunnittelukoulutuksella. Asentajakoulutuksessa suoritettiin kuitenkin laitteiston konfigurointi ja asentamisen esimerkki sisätiloissa. Maastossa tapahtuva asennusesimerkki ei ollut välttämätön, mutta koulutuksessa opittuja asioita laitteiston käyttöönotosta olisi ollut hyvä harjoitella ja palauttaa mieleen ennen varsinaisia työmaita. Koulutuksen ja pilottien aikaväli oli 2½ kuukautta, joka vaikutti erityisesti asennusnopeuteen.

7.2 Havainnot järjestelmän käytöstä työmaaolosuhteissa

Pilottityömaat olivat työn luonteelta hyvin samanlaisia, jotka kuvasivat yhtä järjestelmän potentiaalisista käyttökohteista, eli työn turvaamista kaksoisraide-työmaalla. Työmaiden erot olivat hyvin pieniä, mutta poikkeuksiakin esiintyi erityisesti asentamisen, suunnittelumuutoksien ja järjestelmävirheiden kannalta. Hyvänä esimerkkinä ovat työmaa-alueen lähistöllä sijaitsevat vaihteet, jotka vaikuttivat turvaamisjärjestelmän asennussuunnitelmiin tehtyihin ratkaisuihin viimeisellä pilottityömaalla.

Järjestelmän sujuva käyttö edellyttää asennusrutiinin kehittämisen, jotta sen käytöstä aiheutuvat hyödyt realisoituisivat. Pilottityömailla oli havaittavissa kehitystä jo neljän asennuksen aikana, mutta asentaminen, pilottityömaille siirtyminen, sekä järjestelmän noutaminen edellisestä työkohteesta vei paljon aikaa. Ilman rutiinia ja valmisteluja, järjestelmän käytöstä aiheutuvia kuluja on hankala verrata tuttuun turvamiestoimintaan, koska asentamiseen, sekä pilottissa ilmenneisiin virheisiin ja niiden korjaamiseen kuluva aika vaatii paljon ylimääräisiä resursseja. Suurin osa järjestelmän käytön aikana ilmenneistä virheistä johtui jo asennuksen aikana tehdyistä virheistä.

Järjestelmän hälytys toteutui kovalla äänellä, joka kuuluu varmasti työstä aiheutuvan kovan metelinkin läpi. Lisäksi hälytyksen yhteydessä käynnistyvät varoittavat vilkut olivat erityisesti pimeällä hyvin toimiva lisä, joka oli vaikea jättää huomioimatta. Ilman häiriöitä ja stabiilin radiosignaalin avulla järjestelmää oli vaivatonta käyttää. Järjestelmän pääperiaatteen pilottityömaiden työntekijät ja työkoneenkuljettajat ymmärsivät hyvin, eli työmaalla hälytyksen tapahtuessa työskentely keskeytettiin ja työkoneen kauha laskettiin maahan turvamiesmenettelyn ohjeistuksen mukaisesti. Vastaisuudessa järjestelmän avulla turvattavan työmaan henkilöstö tulee perehdyttää tarkemmin järjestelmän toimintaperiaatteisiin, erityisesti häiriöhälytysten osalta.

Pilottityömailla pääsy työmaan läheisyyteen järjestelmän kanssa oli yleensä vaivatonta, koska työmaat sijaitsivat kohteissa, missä huoltoteitä oli runsaasti ja ne olivat liikennöitävässä kunnossa. Järjestelmän kuljettamista ja siirtämistä tulee miettiä tarkemmin, jos järjestelmää käytettäisiin tulevaisuudessa esimerkiksi sellaisilla kunnossapitoalueella tai työmailla, joissa huoltoteitä ei ole lainkaan tai niiden kunto on erittäin huono.

Piloteissa käytetyn järjestelmäkokoelman akkujen lataaminen onnistui aggregaatin avulla ilman ongelmia. Pilotoinnin yhteydessä heräsi kysymyksiä, kuten kuinka järjestää lataus isommilla työmailla, jossa akkujen määrä kasvaa runsaasti eikä aggregaatin kapasiteetti riitä akkujen lataamiseen? Tämänlaisessa tilanteessa olisi ajankohtaista etsiä muita vaihtoehtoja akkujen lataamista varten, esimerkiksi Destian toimipiste, turvalaitekaappi, Liikennevirasto ja niin edelleen. Valmistelut, kuljetus ja virransaanti on hyvä ottaa huomioon jo projektin suunnitteluvaiheessa.

Pilottityömaiden jälkeen työnjohdolle lähetetystä järjestelmän käyttöön liittyvässä kyselyssä oli mainittu hälytyksen ja häiriöhälytyksen eroista, joita ei oltu perehdytetty tarpeeksi selkeästi. Yhden vahvistusantennin puuttumisen aiheuttaneet virrehälytykset heikensivät järjestelmän asemaa työn turvaajana erityisesti työntekijän näkökulmasta. Hälytykset ovat hyvin samanlaisia, mutta junan lähestyessä valohälytys jatkuu, kunnes pääkäyttäjä tai poistumiskynnys laskee junan pois alueelta. Häiriöhälytys antaa sekä ääni- ja valohälytyksen, mutta valot eivät jää vilkkumaan ja järjestelmä palaa takaisin työtilaan häiriön loputtua. Vahvistusantennin puuttumisesta aiheutuvien häiriöhälytysten vaikutusta työntekoon olisi voitu lieventää tehokkaammalla perehdytyksellä, jossa olisi käyty läpi hälytysten eroavaisuudet häiriöhälytyksen ja oikean hälytyksen välillä.

Järjestelmän tulokynnysten asennusetäisyydet olivat pilottityömailla suunniteltu niin sanotusti ”varman päälle”, jolloin aikaväli junan saapumiseen työmaa-alueelle hälytyksen alusta oli melko pitkä. Pitkä odotusaika hälytyksessä ja häiriöhälytykset olivat turhauttavia ja osa työntekijöistä jopa sekoitti ”oikean” hälytyksen häiriöhälytykseen, koska junan saapuminen työmaa-alueelle kesti oletettua kauemmin. RATEK mainitsi haastattelussaan ”liian” turvallisen suunnittelun vaikuttavan järjestelmän sujuvaan toimintaan.

Pilotit antoivat hyvän kuvan asioista, mitä vastaavan turvaamisjärjestelmän käyttöönotto vaatii Suomen rataverkolla aina riskienhallinnasta, käyttöönotosta, järjestelmän avulla työn turvaamiseen asti. Järjestelmän käyttöä olisi hyvä harjoitella etukäteen ja kehittää rutiinia suunnitteluun, asentamiseen ja sen käyttöön. Myös ennakkoluuloton asennoituminen järjestelmään ja siihen liittyvään ohjeistukseen on tärkeää uutta menetelmää käyttäessä.

7.3 Turvallisuusvaatimusten ja ohjeistuksen vaikutukset

Laitteiston riskienhallinnassa asetetuissa turvallisuusvaatimuksissa oli vaatimus ohjeistuksesta, jossa RSU:n raja tulisi merkitä suoja-aidalla tai lippusiimalla. Pilottityömailla hälytinlaitteet oli sijoitettu liikennöitävän raiteen viereen, jolloin hälytyksestä aiheutuva ääni oli ohjattu ratatyön alaisena olevalla raiteelle. Hälytinlaitteiden sijainti ei täysin vastannut aidan tai lippusiiman tarkoitusta, eikä hälytinlaitteita ollut mahdollista sijoittaa raiteiden väliin (ATU), mutta äänimerkki ja jokaisessa laitteessa vilkkuva varoitusvalo tulkittiin tarpeelliseksi merkiksi liikennöidyn raiteen turvattomuudesta. Järjestelmän käytölle esite-tyissä turvallisuusvaatimuksissa työt tulee lopettaa valon ollessa päällä ja työntekoa saa jatkaa vasta kun järjestelmän valohälytys on loppunut ja pääkäyttäjä antaa siihen luvan.

Lippusiima estää suoran pääsyn liikennöitävälle raiteelle, mutta ei kerro järjestelmän tavoin, milloin raiteella on turvallista liikkua ja milloin raiteella lähestyy juna tai muu yksikkö. Järjestelmän käyttö työmaalla ei ole samalla tavalla fyysinen este tai varoitus, kuten lippusiima tai aita, joka estäisi liikkumista kirjaimellisesti raiteiden välillä. Lippusiiman tai suoja-aidan käyttö on lisäturva järjestelmän lisäksi, mutta sen käyttö työmaalla heikentää järjestelmän tarjoamaa hyötyä esimerkiksi resurssitehokkuuden kannalta, jossa lippusiiman tai suoja-aidan asennukseen vaaditaan aikaa ja resursseja.

Minimel Lynx -turvaamisjärjestelmän käyttöohjeessa oli mainittu myös sääkohtaisia ohjeistuksia. Esimerkiksi ukonilmalla olevan salamoinnin vaaran aikana, tulee järjestelmän käytöstä luopua. Käyttöohjeen mukaan ukonilma ja erityisesti salamointi aiheuttaa vaaran, jossa salama voi rikkoa laitteen osuessa siihen. Järjestelmälle asetetuissa turvallisuusvaatimuksissa sääolosuhteiden vaikutus tulee huomioida laitteistoa käyttäessä. Liikenneviraston laatimassa radanpidon turvallisuusohjeissa ei ole erikseen mainittu RATSUn käytöstä ukonilmalla tai salamoinnin vaaroista.

Radanpidon turvallisuusohjeissa (2018) on tarkennettu ohjeistusta työkoneen avulla työskentelyn etäisyyksistä, jossa ohjeistus vaatii siis ratatyöluvan myös viereiselle raiteelle, mikäli työkoneen avulla työskennellään RSU:n sisäpuolella ja työkoneella tai sen osalla on mahdollisuus ulottua viereiselle raiteelle.

Mikäli kaksoisraide -osuudella raideväli on alle 6,9 metriä, eikä ratatyökone tai sen osa ulotu viereisen raiteen suojaulottumaan tai aukean tilan ulottumaan, ei liikennöintiä tarvitse radanpidon turvallisuusohjeiden mukaan keskeyttää – sen sijaan työtä turvataan tällöin turvamiestoiminnan avulla. RATSU -järjestelmän käyttöä ei esitetä vaihtoehtona työn turvaamiselle vastaavan laisessa tilanteessa. Pilottityömailla vastaavaa työtä turvattiin RATSUn avulla. Jos raideväli taas on suurempi kuin 6,9 metriä, eikä työkone tai sen osa ulotu viereisen raiteen RSU:n, ei liikennöintiä viereisellä raiteella tarvitse keskeyttää. Ohjeistus rajoittaa RATSUn käyttöä lähinnä rautatiealueella tehtäviin muihin töihin, joissa työnteko kohdistuu RSU:n ulkopuolelle, kuten raivaus, radan läheisyydessä tapahtuvat työt (meluaita) tai vastaaviin työtehtäviin. Radanpidon turvallisuusohjeet kuvaavat RATSUn käyttöä RSU:n sisäpuolella jalkaisin tehtävien töiden turvaamiseen ja vaihtoehtoisesti RSU:n ulkopuolella työkoneella tehtävän työn turvaamiseen, kun työkone tai sen osa ei ulotu RSU:n sisäpuolelle.

Radanpidon turvallisuusohjeessa mainitaan turvamiestoiminnan etäisyyksistä, jonka mukaan turvamiehen ja turvattavien henkilöiden välinen etäisyys tulee olla maksimissaan 100 metriä. Ohjeistuksen mukaan turvamiehen tulee keskeyttää työskentely antamalla varoitus, jos etäisyys turvattavien henkilöiden tai työkoneiden ja turvamiehen välillä kasvaa liian suureksi. Myös muiden olosuhteiden vaikutukset turvamiestoiminnan käyttöön kuten sää, sumu ja vesi ovat rajoittavia tekijöitä turvamiesmenettelyn käyttämiseen. Vastaavan turvalaitejärjestelmän käyttö kattaa hälytyksen kokonaan ennakoon suunnittelulle työmaa-alueelle, jolloin etäisyyksillä pääkäyttäjän ja työntekijöiden välillä ei ole vaikutusta työn turvallisuuden tasoon.

7.4 Järjestelmän käyttö työn turvaajana tulevaisuudessa

Tällä hetkellä vastaavan turvaamisjärjestelmän käyttöä Liikennevirasto ei vaadi työn turvaamisessa, mutta sen käyttöä ja käyttöönottoa on ohjeistettu radanpidon turvallisuusohjeessa. Radanpidon turvallisuusohjeet eivät ota kantaa järjestelmän käyttökohteisiin työn luonteen puolesta, vaan esittää järjestelmän yhtenä vaihtoehtona turvamiesmenettelyn tilalla ja minkälaisia ominaisuuksia tai poikkeuksia turvamiesmenettelyn alaisiin töihin järjestelmän käyttö edellyttää.

Piloteissa hyödynnetty järjestelmäkokonaisuus oli vuokrattu suoraan järjestelmän valmistajalta. RATEK pitää myös mahdollisena, että tulevaisuudessa järjestelmää ja sen käyttöä vuokraisi jokin kolmas osapuoli, esimerkiksi RATEK itse, jonka tarjoama palvelu voisi sisältää esimerkiksi pelkän suunnittelun ja laitteiston vuokran, tai vaihtoehtoisesti kokonaisen palvelun suunnittelusta, asentamisesta, järjestelmän käyttöön ja purkuun (RATEK, haastattelu. 2018). Liikennevirasto ei myöskään ota kantaa laitteiston hankintatapaan, eli käytännössä laitteisto voi olla vuokrattu tai oma. Laitteiston käyttäjillä tulee siitä huolimatta olla Liikenneviraston vaatimat pätevyudet niin radalla liikkumisen, kuin järjestelmän käytönkin osalta kunnossa.

Destia Rail Oy esitti muutamia turvaamisjärjestelmän käyttökohteita riskiraportissa ja pilotointianomuksessa. Nämä olivat osa järjestelmän käyttöönoton riskienhallintaa. Jos vastaavan turvaamisjärjestelmän käyttö radalla tapahtuvan työn turvaajana lisääntyisi ja sen käyttöön urakoitsijaa haluttaisiin ohjata, voisi tilaaja (Liikennevirasto) yhdessä urakoitsijoiden kanssa tunnistaa RATSU -järjestelmälle lisää olennaisia järjestelmän avulla turvattavia työtehtäviä, työmaita ja kohteita, jossa järjestelmästä saa mahdollisimman paljon irti hyötyä, niin turvallisuuden kuin kustannus- ja resurssitehokkuuden kannalta. Järjestelmän käyttöä voisi jopa suositella tiettyjen projektien turvaamismenetelmäksi, jos sen käyttö on tunnistettu vastaavissa kohteissa tehokkaaksi.

Tällaisella menettelyllä vastuu ja taakka järjestelmän käytöstä ja käyttöönotosta yksin urakoitsijalle vähenee ja järjestelmälle pystyttäisiin luomaan kattavampi käyttökohteiden tunnistaminen, sekä laajentamalla käsitystä vastaavan järjestelmän käytöstä myös tilaajan näkökulmasta. Järjestelmän käyttöä työn turvaajana voisi esittää esimerkiksi jo hankesuunnitteluvaiheessa, vaihtoehtoisena toteutustapana, jolloin järjestelmän hyödyntäminen ei olisi täysin urakoitsijan vastuulla.

Lähtökohtaisesti järjestelmä toimii turvamiesmenettelyn avulla turvattujen työtehtävien turvaajana, mutta olisiko järjestelmälle oleellisten työtehtävien (turvamiesmenettelyn avulla tehtävät työt) supistaminen tehokas tapa edesauttaa laitteiston käyttöä? Tulisiko järjestelmän käyttöä esittää pakolliseksi työn turvaamisen kannalta joidenkin työtehtävien tai projektien osalta, vai pidetäänkö järjestelmän käyttöä täysin vaihtoehtoisena suoritustapana, josta on mahdollista hyötyä turvallisuutta kohottavan järjestelmän käytöstä?

Menetelmän tai työkalun luominen järjestelmän käyttömahdollisuuksien arvioimiseksi oli aluksi yksi opinnäytetyön tavoitteista. Järjestelmän ollessa uusi ja käyttökokemuksien vähäisiä, vaatii työkalun kehittäminen kuitenkin laajemman järjestelmän kokeilukäytön. Samalla myös taloudellisia hyötyjä pystyttäisiin tarkastelemaan vertaamalla kustannuksia esimerkiksi turvamiestoiminnasta aiheutuviin kuluihin.

Järjestelmän käyttöön voitaisiin kannustaa esimerkiksi järjestelmän pilotoinnin esittämisen yhteydessä mainituilla laatuasteilla. Näitä seikkoja olisi hyvä käydä läpi ajatellen vastaavan RATSU -järjestelmän käytön tulevaisuutta ja sen kehittymistä osaksi turvaamismenetelmiä. Ohjeistus järjestelmän käytöstä on hyvä alku tuoda järjestelmä esille vaihtoehtona, mutta jos sen käyttöä halutaan edistää, tulee käyttöä vaatia tai vaihtoehtoisesti järjestelmän käytöstä tulisi hyötyä muullakin tavalla turvallisuuden lisäksi.

8 YHTEENVETO

RATSU -järjestelmä on Suomen rataverkolla uusi ja tällä hetkellä vaihtoehtoinen tapa suorittaa radalla tapahtuva työn turvaaminen. Sitä ei vaadita Liikenneviraston toimesta, eikä sen käytöstä Suomessa ole juurikaan esimerkkejä, jos suljetaan pois opinnäytetyössä esitetyt pilottityömaat. Järjestelmän pilointi kuvasi sen käyttöönoton työn turvaajana aina työmaakohtaisesta suunnittelusta, asentamiseen, käyttöön ja purkamiseen asti.

Järjestelmän käytöstä hyötty eniten pitkäkestoisilla työmailla, jossa laitteiston siirtäminen on vähäistä. Esimerkiksi meluaidan tai muun pitkäjaksoisen radan lähettyvillä tapahtuvan projektin turvaajana. Ratatyö -menettelyn uusi ohjeistus useampiraiteisella työmaalla voi vaikuttaa RATSUN käyttöön työn turvaajana, jos työllä on mahdollisuus ulottua useammalle raiteelle. RATSUN käyttöön tulee kehittää rutiini, jonka avulla sen käyttäminen olisi kilpailukykyisempi vaihtoehto turvamiestoiminnan rinnalla.

Muita käyttökohteiden vaatimuksia tai järjestelmän käytöstä turvallisuuteen ja kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä on lähes mahdotonta kartoittaa yksin pilottityömaista kerätyn tiedon avulla, niiden yhteneväisyyden takia. Jos järjestelmän käytöstä saatuja hyötyjä tai kustannustehokkaiden käyttökohteiden arviointia haluttaisiin tarkastella lähemmin, tulisi järjestelmää hyödyntää ja kokeilla

entistä laajemmin. Tällä hetkellä Minimel Lynx, tai yleisesti RATSU -järjestelmän käyttökohteita ei ole eritelty sen tarkemmin, vaan se kattaa kaikki työtehtävät, joita on mahdollista suorittaa myös turvamiesmenettelyn avulla.

Vastaavan järjestelmän käytölle työn turvaajana ei tällä hetkellä ole erillisiä kannustimia, kuten vaikutusta urakkakilpailutuksessa annettuihin laatupestisiin tai muuta järjestelmän tarjoamien ominaisuuksien ulkopuolista tekijää, joka rohkaisee järjestelmän käyttöön. Ylimääräisen hyötytekijän puuttuminen tekee järjestelmän käytön aloituskynnyksestä korkean. Järjestelmän käyttöön vaikuttaa myös turvamiestoiminta, jonka käyttöä on vähennetty vuosien saatossa ja sen sijaan turvaudutaan ratatyö -menettelyyn ensisijaisena turvaamiskeinona. Turvalaitejärjestelmä on suuri investointi ja tällä hetkellä vaihtoehtoinen tapa suorittaa työn turvaaminen. Tässä vaiheessa on vaikea ennakoida järjestelmän kaikkia hyötyjä. RATSU -järjestelmän vertailu nykyiseen turvamiestoimintaan on hankalaa, sillä siitä aiheutuvia kuluja ei voida vielä tarkasti määrittää.

LÄHTEET

Company overview. 2018. Schweizer Electronic. WWW-sivut. Luettavissa: <http://www.schweizer-electronic.com/schweizer-electronic-951.html> [viitattu: 5.4.2018].

(EU) 2016/798. 2016. Direktiivi. PDF-Dokumentti. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02016L0798-20160526&qid=1501066327176&from=FI> [viitattu: 5.4.2018].

HAZSCAN -turvallisuusanalyysimenetelmän kuvaus. 2002. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. PDF-Dokumentti. Saatavissa: http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/alarp/aineisto/hazscan_ohje.pdf [viitattu: 6.4.2018].

HAZSCAN -riskianalyysi. 2016. Destia Rail Oy. Excel -tiedosto. Lähde on salattu. [viitattu: 6.4.2018].

Komission asetus (EY) N:o 352/2009. 2009. Euroopan yhteisöjen virallisten julkaisujen toimisto. PDF-Dokumentti. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0352&from=EN> [viitattu: 6.4.2018].

Minimel Lynx -Automatische Sektor Umschaltung. 2016. Schweizer Electronic. PDF-Dokumentti. Lähde on salattu. [viitattu: 11.4.2018].

Minimel Lynx -varoitussjärjestelmän käyttöohje. 2016. Schweizer Electronic. PDF-Dokumentti. Lähde on salattu. [viitattu: 15.1.2018].

Minimel Lynx -suunnittelija. 2016. Schweizer Electronic. PDF-Dokumentti. Lähde on salattu. [viitattu: 5.4.2018].

Minimel Lynx -koulutus. 2017. Schweizer Electronic, RATEK. Koulutus. [viitattu 5.4.2018].

Minimel Lynx -järjestelmän turvallisuusvaatimukset ja toimenpiteet. 2016. Destia Rail Oy. PDF-Dokumentti. Lähde on salattu. [viitattu: 6.4.2018].

Pilotointilupa-anomus rautatiealueella työskentelyn turvajärjestelmän käyttöön. 2016. Destia Rail Oy. PDF-Dokumentti. Lähde on salattu. [viitattu: 6.4.2018].

Potentiaalisten ongelmien analyysi. 2002. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. PDF-Dokumentti. Saatavissa: <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/alarp/ai-neisto/poa.pdf> [viitattu: 6.4.2018].

Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO). 2018. Liikennevirasto. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2018-07_turo_web.pdf [viitattu: 19.3.2018].

Rata. 2016. Destia. WWW-sivut. Luettavissa: <https://www.destia.fi/palvelut/rata.html> [viitattu: 5.4.2018].

Rautatieturvallisuusohje rautatiealueella työskentelyn turvajärjestelmän automatiikan käyttöön. 2016. Destia Rail Oy. PDF-Dokumentti. Lähde on salattu. [viitattu: 6.4.2018]

Riskienhallinta väylänpidossa. 2017. Liikennevirasto. PDF-Dokumentti. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2017-39_riskienhallinta_vaylanpidossa_web.pdf [viitattu: 6.4.2018].

RSK-R -käyttöohje. 2016. Schweizer Electronic. PDF-Dokumentti. Lähde on salattu. [viitattu: 6.4.2018].

SFS-EN 61508-1: 2011. Sähköisten/elektronisten/ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallinen turvallisuus. Osa 1: Yleiset vaatimukset. PDF-Dokumentti. [viitattu: 5.4.2018].

SFS-EN 61508-4: 2010. Sähköisten/elektronisten/ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallinen turvallisuus. Osa 4: Määritelmät ja lyhenteet. PDF-Dokumentti. [viitattu: 5.4.2018].

SFS-EN 62061: 2005. Koneturvallisuus. Turvallisuuteen liittyvien sähköisten, elektronisten ja ohjelmoitavien elektronisten ohjausjärjestelmien toiminnallinen turvallisuus. PDF-Dokumentti. [viitattu: 5.4.2018].

SFS-ISO 31000: 2018. Riskienhallinta. Ohjeet. PDF-Dokumentti. [viitattu: 6.4.2018].

Suominen, A. 2003. Riskienhallinta. 3. painos. Werner Söderström Osakeyhtiö, Helsinki.

Turvallisuusjohtamisjärjestelmä. 2016. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.trafi.fi/raideliikenne/turvallisuusjohtamisjarjestelma> [viitattu: 19.2.2018].

Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta. 2016. Destia Rail Oy. PDF-Dokumentti. Lähde on salattu. [viitattu: 5.4.2018].

Yritysesittely. 2018. Rautatietekninen osakeyhtiö RATEK. WWW-sivut. Luettavissa: <http://www.ratek.fi> [viitattu: 5.4.2018].

YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestelmässä. 2016. Liikennevirasto. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/ohje_2016_ytm-asetuksen_mukainen_web.pdf [viitattu 10.1.2018].

KUVALUETTELO

Kuva 1. Ratatyön suojaulottuman rajojen etäisyyksien havainnekuva. Liikennevirasto. 2018. Radanpidon turvallisuusohjeet, Liite 1.

Kuva 2. Turvamiestoiminnan tai RATSU -turvalaitejärjestelmän käytön esimerkki työn turvaamisessa. Liikennevirasto. 2018. Radanpidon turvallisuusohjeet.

Kuva 3. Työskentely työkoneella raiteella, RSU:n sisäpuolella. Liikennevirasto. 2018. Radanpidon turvallisuusohjeet.

Kuva 4. Usean turvamiehen käytön (turvamiesketjun) esimerkki. Liikennevirasto. 2018. Radanpidon turvallisuusohjeet.

Kuva 5. Minimel Lynx -turvajärjestelmän yleiskuvaus ja komponenttien jakautuminen. Schweizer Electronic. 2017. Minimel Lynx -käyttöohje.

Kuva 6. Minimel Lynx -järjestelmän kokoonpanon esimerkkikuva. Tunnistimet ovat merkitty vihreällä-, hälyttimet punaisella-, ja keskusyksikkö keltaisella rasterilla. Schweizer Electronic. 2016. Minimel Lynx -käyttöohje. Saatavissa: <http://www.schweizer-electronic.com/minimel-lynx-automatic-train-warning-system-atws.html>

Kuva 7. Esimerkki usean työmaa-alueen kokonaisuudesta. Schweizer Electronic. 2018

Kuva 8. Minimel Lynx -järjestelmän pääkomponentit EZE-L ja HSF-L. Schweizer Electronic. 2017. Minimel Lynx -käyttöohje.

Kuva 9. Tunnistimet, joita käytetään Minimel Lynx -järjestelmässä junan tai muun yksikön havaitsemiseen tulokynnyksellä. Schweizer Electronic. 2017. Kuvakaappaus esitteistä.

Kuva 10. Tutkan asentamisen pääperiaate ja geometriaa. Schweizer Electronic. 2016. RSK-R -tutkan käyttöohje.

Kuva 11. Kulmaheijastin asennettuna tulokynnykselle. Holopainen, A. 2017.

Kuva 12. Minimel Lynx -järjestelmän hälytinlaitteistoa. Schweizer Electronic. 2018. Kuvakaappaus esitteistä ja Minimel Lynx -käyttöohjeista.

Kuva 13. Minimel Lynx -turvaamisjärjestelmän kiinteisiin rakenteisiin tai työkoneeseen kiinnitettävät hälytinlaitteet. Schweizer Electronic. 2018. Kuvakaappaus esitteistä ja Minimel Lynx -käyttöohjeista.

Kuva 14. Minimel Lynx -järjestelmän lisälaitteita ja varusteita. Schweizer Electronic. 2018. Kuvakaappaus esitteistä ja Minimel Lynx -käyttöohjeista.

Kuva 15. Järjestelmän manuaalisen ohjaamisen esimerkki. Schweizer Electronic. 2016. Minimel Lynx -käyttöohje.

Kuva 16. Puoliautomaattisen järjestelmäkokonaisuuden esimerkki. Junan sisään työmaa-alueelle laskevat tulokynnykset ovat merkitty (+) merkein, ja junan pois laskeva tulokynnys on merkitty (-) merkein. Schweizer Electronic. 2016. Minimel Lynx -käyttöohje.

Kuva 17. Täysin automaattisen järjestelmäkokonaisuuden esimerkki. Schweizer Electronic. 2016. Minimel Lynx -käyttöohje.

Kuva 18. HSF-L -laitteiden toistimena käyttämisen esimerkki. HSF-L -laitteet, jotka toimivat kuvassa signaalia parantavana toistimena, ovat merkitty keltaisella ympyrällä. Vihreällä ympyrällä merkityt HSF-L -laitteet ovat osa tulokynnystä. Schweizer Electronic. 2016. Minimel Lynx -käyttöohje.

Kuva 19. Käsin laukaistavan varoitusketjun esimerkki. Schweizer Electronic. 2016. Minimel Lynx -käyttöohje.

Kuva 20. YTM-asetuksen mukainen riskienhallinnan kulku ja keskeiset osat. Liikennevirasto. 2017. YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestelmässä.

Kuva 21. HAZSCAN -turvallisuusanalyysin pohja, A&P-malli. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. 2018

Kuva 22. Riskimatriisi -esimerkki Liikenneviraston julkaiseman "Riskienhallinta radan suunnittelussa" -ohjeessa. Liikennevirasto. 2017. Riskienhallinta radan suunnittelussa.

Kuva 23. Riskienhallintaprosessissa tunnistetut vaarat lajiteltuna prosessikohtaisiksi vaaroiksi. Destia Rail Oy. 2016. Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta.

Kuva 24. Prosessikohtaiset turvallisuusvaatimukset. Destia Rail Oy. 2016. Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta.

Kuva 25. Turvamiesmääräykseen esitettyjä muutoksia, kun turvamies toimii RTTJ:n pääkäyttäjänä. Destia Rail Oy. 2016

Kuva 26. Liikenneviraston laatima turvamiesmääräys, jossa lisätynä RATSUN:n, eli vastaavan turvaamisjärjestelmän käyttöä koskevat lisämääräykset. Liikennevirasto. 2018. Radanpidon turvallisuusohjeet, Liite 3.

Kuva 27. Turvajärjestelmän soveltuvuutta ja käyttökohteita kuvaava taulukko. Destia Rail Oy. 2016. Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta.

Kuva 28. Taulukko, joka sisältää käyttäjäroolit, koulutuksen kestön sekä perehdytyksen. Destia Rail Oy. 2016. Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta.

Kuva 29. Kaarteessa sijaitseva työmaa-alue. Järjestelmän hälyttimien asettelu ja hälytyksen merkkivalo. Holopainen, A. 2017.

Kuva 30. Työmaasuunnitelma Minimel Lynx -järjestelmän käytölle. RATEK; Destia Rail Oy. 2017

Kuva 31. Tulokynnys asennettuna ja käyttövalmiina. RSK-R asennettuna, kulmaheijastin vastakkaisella puolella, sekä HSF-L -käsikatkaisin vahvistusantenniin kytkettynä. Holopainen, A. 2017.

Kuva 32. Tulokynnyksen HSF-L -käsikatkaisimen ja RSK-R tutkan välinen kaapeli alitettuna. Holopainen, A. 2017.

Kuva 33. Tulokynnys ja sen sijainti merkittynä havaitsemisen helpottamiseksi asennuksen yhteydessä. Holopainen, A. 2017.

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. SIL –turvallisuusluokittelun toiminta ja sille ominaiset turvallisuuden eheyttä mittaavat tasot. SFS-EN 61508-1: 2011, 64. Sähköisten/elektronisten/ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallinen turvallisuus. Osa 1: Yleiset vaatimukset.

Taulukko 2. Estimoitujen riskien suuruus (Ennen toimenpiteitä). Destia Rail Oy. 2016. Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta.

Taulukko 3. Jäljelle jäävät riskit. Destia Rail Oy. 2016. Yhteenvetoraportti YTM-asetuksen soveltamisesta.

Vastaajan nimi:

RTTJ-Järjestelmän pilotti

Mirjam Lynx – Aleksi Holopainen

Järjestelmä ja siihen perehdytys

1. Kokiko työmaan osallistujat järjestelmään perehdytyksen riittäväksi?

Kyllä

Ei

→ Minkälaisia kehittämissideoita perehdytyksen parantamiseksi?

2. Lisääkö turvausjärjestelmä työn turvallisuutta?

Kyllä

Ei

Miten koit järjestelmän turvaavan työn turvallisuutta?

3. Auttaako turvausjärjestelmä varmistamaan, ettei epähuomiossa liikuta viereisen liikennöidyn raiteen RSU:hun?

Kyllä

Ei

Jos koet järjestelmän auttavan, niin miten?

4. Onko turvausjärjestelmästä hyötyä ohi kulkevasta junasta varoittamiseksi?

Kyllä

Ei

Miten?

5. Koetko turvausjärjestelmän nykyistä turvamistyöskentelyä turvallisemmaksi tavaksi turvata työmaata?

Kyllä

Ei

Jos et koe järjestelmää turvallisemmaksi kuin turvamiestyöskentelyä, niin miksi?

6. Turvausjärjestelmä perustuu työalueen rajojen valvontaan, kun taas turvamies valvoo näkö- ja kuuloaistin varaisesti työaluetta. Koetko aluevalvonnan turvallisemmaksi kuin turvamiesmenettelyn?

Kyllä

Ei

7. Luotatko enemmän ihmisten vai laitteiden toimintaan työn turvallisuuden varmistamiseksi?

Ihmisten

Laitteiden

8. Kumman hälytyksen koet selkeämmäksi, järjestelmän vai perinteisen turvamieheltä saadun hälytyksen?

Järjestelmän hälytyksen

Turvamiehen hälytyksen

9. Koitko tilanteita, joissa hälytystä ei havaittu olosuhteiden, melun tai muun syyn vuoksi?

Kyllä

En

Pääkäyttäjä

10. Koitko koulutuksen mielestäsi riittävänä?

Kyllä

En

Jos et, niin miksi?

RISKIMATRIISI / RISKIN MERKITTÄVYYDEN ARVIOINTI

		TAPAHTUMAN SEURAUSTEN VAKAVUUS				
Vahinkoluji	1 Erittäin lieviä / vähäisiä	2 Lieviä / vähäisiä	3 Vakavia / kohtalaisia	4 Suuria	5 Erittäin suuria	
Henkilövahinko	Erittäin lieviä loukkaantumisia, sairautsoma alle 1 vrk	Lievää loukkaantumisia, sairautsoma alle 14 vrk	Vakavia loukkaantumisia, sairautsoma yli 14 vrk	Kuolemantapauksia	Useita kuolemantapauksia	
Omaisusvahinko	Erittäin vähäisiä omaisuus- tai liiketoimintavahinkoja	Vähäisiä omaisuus- tai liiketoimintavahinkoja	Kohtalaisia omaisuus- tai liiketoimintavahinkoja	Suuria omaisuus- tai liiketoimintavahinkoja	Erittäin suuria omaisuus- tai liiketoimintavahinkoja	
Tomionallinen haitta	Haittaa suunnittelun/urakoiden toteutusta Erittäin lieviä vaaraita	Haittaa suunnittelun/urakoiden toteutusta Lieviä vaaraita	Haittaa suunnittelun/urakoiden toteutusta Kohtalaisia vaaraita	Hanke viivästyy kuukauden Suuria vaaraita	Hanke viivästyy useita kuukausia Erittäin suuria vaaraita	
Liikennevahinko	Ei liikennevahinkoa, vain liikennehaittaa	Vähäisiä liikennevahinkoja	Kohtalaisia liikennevahinkoja	Suuria liikennevahinkoja	Erittäin suuria liikennevahinkoja	
Ympäristövahinko	Erittäin vähäisiä ympäristövahinkoja tai haittaa, erittäin helposti korjattavissa	Vähäisiä ympäristövahinkoja lievästi haittaa, helposti korjattavissa	Kohtalaisia ympäristövahinkoja / haittaa, korjattavissa	Suuria ympäristövahinkoja, huomattavaa ja laajaa haittaa, korjattavissa	Erittäin suuria ympäristövahinkoja, vakavaa pitkävaikutteista haittaa, vaikeasti korjattavissa	

TAPAHTUMAN TODENNUKKISUUS	
5 Erittäin yleinen	Esiintyy ainakin 10 kertaa vuodessa
4 Yleinen	Esiintyy ainakin kerran vuodessa
3 Satunnainen	Esiintyy ainakin kerran 10 vuodessa tai esiintyy ainakin kerran hankkeen toteutusikana
2 Harvinaisen	Esiintyy ainakin kerran 100 vuodessa tai esiintyy ainakin kerran hankkeen käytön aikana
1 Erittäin harvinaisen	Esiintyy harvemmin kuin kerran 100 vuodessa Teoreettinen, ei tiedetä tapahtuneen rakentamisen tai käytön aikana

	1 Erittäin lieviä/vähäisiä	2 Lieviä/vähäisiä	3 Kohtalaisia	4 Suuria	5 Erittäin suuria
5 Erittäin yleinen	Vähäinen	Kohtalainen	Merkittävä	Sietämätön	Sietämätön
4 Yleinen	Merkitykseton	Vähäinen	Kohtalainen	Merkittävä	Sietämätön
3 Satunnainen	Merkitykseton	Vähäinen	Kohtalainen	Kohtalainen	Merkittävä
2 Harvinaisen	Merkitykseton	Merkitykseton	Vähäinen	Kohtalainen	Merkittävä
1 Erittäin harvinaisen	Merkitykseton	Merkitykseton	Merkitykseton	Vähäinen	Kohtalainen

TOIMENPIDELUOKAT	
Sietämätön	Välttämättömät toimenpiteet
Merkittävä	Toimenpiteet menettämättä toteutettavissa
Kohtalainen	Toimenpiteet suunniteltava
Vähäinen	Seurataan
Merkitykseton	Ei tarvia toimenpiteitä