

Valtteri Löytynoja

## **RATAVERKON KISKOTUSTIETOJEN TÄYDENTÄMINEN**

# **RATAVERKON KISKOTUSTIETOJEN TÄYDENTÄMINEN**

Valtteri Löytynoja  
Opinnäytetyö  
Kevät 2018  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma, yhdyskuntatekniikka

---

Tekijä(t): Valtteri Löytynoja

Opinnäytetyön nimi: Rataverkon kiskotustietojen täydentäminen

Työn ohjaaja(t): Niko Tunninen, Terttu Sipilä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018 Sivumäärä: 31 + 5 liitettä

---

Rataverkon kiskotustiedot kertovat käytetyn kiskotyypin ja sen ominaisuudet rataosittain. Kiskotustietoja kerätään raideominaisuusrekisteriin ja hyödynnetään radan suunnittelu- ja kunnossapitotöissä. Tällä hetkellä rekisteritietojen raportointiin ei ole yhtenäistä käytäntöä ja tiedot ovat hajallaan eri toimijoilla.

Opinnäytetyö on osa Liikenneviraston VR Track Oy:ltä tilaamaa Kiskotustietojen täydentäminen -selvitystyötä. Tavoitteena oli raideominaisuusrekisterin kiskotustietojen raportoinnin kehittäminen ja rekisterin parantaminen. Työssä selvitettiin rekisterien puutteita ja kehityskohteita. Saatujen tietojen pohjalta tehtiin kehitysehdotukset rekistereihin lisättävistä tietokentistä.

Työssä perehdyttiin kiskotukseen liittyvään materiaaliin sekä VR Track Oy:n keräämään tietoon, muun muassa vuosittaisiin rekisterien hallintaraportteihin. Lisäksi haastateltiin muun muassa Liikenneviraston ja VR Track Oy:n edustajia. Haastatteluista saatiin hyvä kokonaiskuva rekisterien nykytilanteesta ja kehitystarpeista.

Työssä käsiteltiin rekisterien nykytilannetta ja nykyisiä tiedonkeruu- ja raportointitapoja sekä esiteltiin rekisterien suurimpia kehitystarpeita. Lisäksi perehdyttiin kiskojen ominaisuuksiin sekä kiskojen hitsaukseen ja hiontaan.

Opinnäytetyössä laadittiin esitys kiskotustietojen laajentamiseksi. Teorian ja haastattelujen pohjalta rekisteriin lisättäviksi tietokentiksi valittiin kiskotuksen kannalta tärkeimpiä ja oleellisimpia tietoja, muun muassa kiskon laatu sekä vaihdetun kiskon puoli.

---

Asiasanat: kiskotus, ratarekisterit

# ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Civil Engineering, Municipal Engineering

---

Author: Valtteri Löytynoja

Title of Thesis: Supplement of Rail Data of Railway Network

Supervisors: Niko Tunninen, Terttu Sipilä

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018 Pages: 31 + 5 appendices

---

Rail data of railway network tells the type of rail used and its features. Rail data is collected in registers and it can be used in planning and maintenance jobs. At present there is no consistent practice for reporting register data and the data is scattered across different actors.

This thesis is part of Supplement of Rail Data -review ordered from VR Track Ltd by Finnish Transport Agency. Objective of the thesis was to develop and improve reporting of the rail data of the track feature register. Deficiencies and development areas of the registers were sorted out in the thesis. Development proposals of additional data fields to the registers were made based on data collected.

This thesis was implemented by doing interviews with representatives from for example Finnish Transport Agency and VR Track Ltd. Interviews gave good overall view of the current situation and development needs of the registers. To collect output data, literary material related to rails was used, together with data collected by VR Track Ltd, for example annual controlling reports of the registers.

The current situation of the registers and ways to collect and report data currently were handled in the thesis, the biggest development areas of the registers were also introduced. In the thesis, rails were also oriented in terms of rail features. Welding and grinding of rails in theoretical level were introduced as well.

Data fields to be added to registers were considered based on theory and interviews. The most important and most relevant data for rails was chosen to be added as new data fields. Most essential additions were for example quality of the rail and the side of the rail changed.

---

Keywords: rails, railway registers

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	6
1 JOHDANTO	8
2 KISKOTYYPIT, NIIDEN KÄYTTÖ JA OMINAISUUDET	10
2.1. Suomen rataverkko	10
2.2. Kiskotyypit	10
2.3. Radan päällysrakenne	13
2.4. Raidetyypit	14
3 KISKON HITSAUS JA KISKON HIONTA	17
3.1. Kiskon hitsaus	17
3.2. Kiskon hionta	20
4 TIEDONKERUUN NYKYTILA JA KEHITYSKOhteet	22
4.1. Raportoinnin haasteet	22
4.2. Tietojen keräämisen ja raportoinnin nykytilanne	23
4.3. Rekisterien muutostarpeet	24
5 REKISTERIEN KEHITYSEHDOTUKSET	27
6 POHDINTA	29
LÄHTEET	30

## LIITTEET

Liite 1 Ratatilastot 2016

Liite 2 Rataverkon kiskotus

Liite 3 Rataverkon jatkuvakiskoraiteet

Liite 4 Rataosien ominaisuusrekisterin tietolomake

Liite 5 Rataosien ominaisuusrekisterin tietolomake, muokattu

## SANASTO

Baliisi	Kiskojen väliin sijoitettu passiivinen elektroninen lähetin, joka on yksi junien automaattisen kulunvalvonnan (JKV) komponentti. Baliisit eivät tarvitse erillistä virtalähdettä, vaan ne aktivoituvat veturin alla olevan radioantennin signaalista. Baliisi lähettää veturin ajotietokoneelle tietoa muun muassa opastimista ja nopeusrajoituksista.
Head check -vika	Head check -viat ovat pieniä halkeamia, joita on tiheästi kiskon pinnassa. Niitä esiintyy usein ulkokaaren kiskossa.
Kiskonjatkos	Kiskon tai vaihteen yhdistymiskohta. Kiskot liitetään toisiinsa jatkosliitoksilla tai jatkoshitseillä. Jatkosliitoksia ovat esimerkiksi sidekiskoliitos ja eristysliitos.
Kiskon laatu	Kiskon laatu kertoo kiskon valmistuksessa käytetyn teräslaadun. Eri teräslaaduilla on erilaisia ominaisuuksia, jotka vaikuttavat muun muassa kiskon kestävyYTEEN.
Kiskopituus	Jatkuvakisko, pitkäkisko tai lyhytkisko.
Kiskoprofiili	Kiskoprofiilien koodeja ovat esimerkiksi 60E1 ja 54E1. Profiilin nimi kertoo kiskon painon metriä kohden.
Päällysrakenne	Päällysrakenne sisältää tukikerroksen, ratapölkyt ja kiskon. Päällysrakenteeseen

	<p>kuuluu lisäksi erikoisrakenteita, kuten vaihteet ja kiskonliikuntalaitteet.</p>
Raideominaisuusrekisteri	<p>Tietokanta, johon on kirjattu radan päällysrakenteen tietoja rataosittain. Tietoja ovat esimerkiksi, kiskopaino, pölkytystyyppi, tukikerroksen materiaali ja kiskon kiinnitystyyppi.</p>
Ratakilometri	<p>Rataverkolla käytössä oleva kilometrijärjestelmä. Ratakilometri (rd-km) määritellään kahden maastossa olevan kilometrimerkin välisen etäisyyden mukaan.</p>
RATO	<p>Ratatekniset ohjeet. Liikenneviraston ylläpitämät ohjeet radan ja ratalaitteiden suunnitteluun sekä radan tarkastukseen ja kunnossapitoon.</p>
Rautatieliikennepaikka	<p>Rautatieliikennepaikka on tavara- tai matkustajaliikennettä varten oleva nimetty paikka rataverkolla. Liikennepaikalla voi olla useita raiteita, joilla on eri käyttötarkoituksia.</p>
Tukikerros	<p>Radan ylin kerros, tehty yleensä raidesepelistä tai raidesorasta. Tukikerros pitää raiteen geometrisesti paikallaan muodostamalla raiteelle kantavan ja tasaisen alustan. Tukikerroksen kautta junista aiheutuvat kuormat jakautuvat alusrakenteelle.</p>

# 1 JOHDANTO

Kiskotustietoja ylläpidetään raideominaisuusrekisterissä nykyisellään Liikenneviraston tietokannassa. Ylläpidettäviä tietoja ovat mm. kiskoprofiili, kiskotusvuosi, kiskon jatkuvuus ja tieto siitä, onko kisko uusi vai kierrätetty. Lisäksi erilliseen kiskovikarekisteriin päivitetään kiskojen vikatietoja kerran vuodessa. Radan kunnossapitäjät keräävät kiskovikatiedot ultraääni- ja kävelytarkastusten avulla. Kiskovikarekisterissä on myös jonkin verran kiskon valmistus- ja materiaalitietoa.

Käytännön töitä varten kiskotustietoja pitäisi olla rekisterissä laajemmin, ainakin valmistaja- ja materiaalitietojen osalta. Rekisterissä ei tällä hetkellä ole myöskään ulkokaareen asennettuja eri materiaalin kiskoja. Kiskoja, joille on kiskonhionnalla tehty profiilin muutoksia, ei ole myöskään kirjattu rekisteriin.

Kiskotustietojen raportointiin olisi myös hyvä olla yhtenäinen käytäntö. Nykyisin eri kunnossapitäjillä on omat tapansa kirjata tietoja. Tiedot ovat myös hajallaan eri toimijoilla, jolloin tiedon hallitseminen on haastavaa. Tiedot olisi saatava myös ajantasaiseksi, jotta kunnossapidolla on oikea tieto käytettävissä.

Työn tarkoituksena on selvittää kiskotustietojen keräystavat ja raportointipaikat ja muodostaa täydennystarpeista ja olemassa olevista tiedoista kokonaiskuva rataverkolle. Haastatteluista tehdään koosteet ja tiedot kerätään Excel-taulukkoon. Kerättyjen tietojen pohjalta tehdään esitys omaisuudenhallinnan kehittämiseksi rataverkolla. Tavoitteena on kiskotustietojen omaisuudenhallinnan parantaminen ja rekisterin kehittäminen järkeväksi kokonaisuudeksi kiskotustietojen osalta.

Työssä esitellään kiskojen ominaisuuksia ja tyyppejä sekä niiden käyttöä. Lisäksi työssä kerrotaan rekisterien nykytilanne ja kehitystarpeet kiskotuksen osalta. Työssä käytetään lähteenä haastatteluja eri henkilöiden kanssa. Haastateltavina ovat radan kunnossapidon aluepäällikkö, kunnossapidon aluevastaava, ratakunnossapidon asiantuntija ja kunnossapidon ylitarkastaja Liikennevirastolta, hitsausmestari ja kiskojen hionnasta vastaava koneyksikön johtaja VR Track Oy:ltä



sekä alueisännöitsijä Ramboll CM:ltä. Lisäksi lähteenä käytetään kiskoihin liittyvää kirjallista materiaalia.

## **2 KISKOTYYPIT, NIIDEN KÄYTTÖ JA OMINAISUUDET**

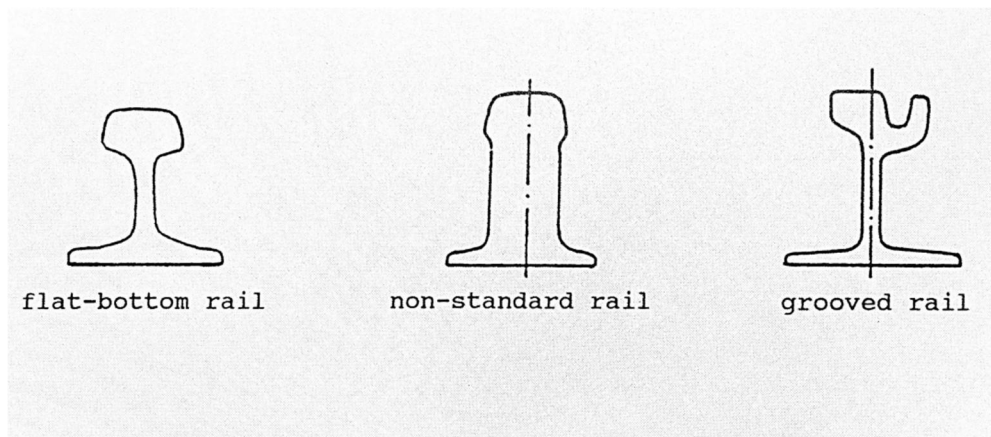
### **2.1. Suomen rataverkko**

Rataverkon pituus Suomessa vuoden 2016 lopussa oli noin 6 700 ratakilometriä (rd-km). Rataverkosta oli sähköistettyä rataa noin 4 041 rd-km ja sähköistämätöntä 2 659 rd-km. Rautatieliikennepaikkojen kaikki raiteet mukaan luettuna raiden pituus kaiken kaikkiaan oli noin 8 520 rd-km. Rautatieliikennepaikkojen raiteista sähköistettyä osuutta oli 994 rd-km ja sähköistämätöntä 826 rd-km. (Ratatilastot 2016.)

### **2.2. Kiskotyypit**

Kisko on radan tärkein komponentti. Kiskot muodostavat ajopinnan junan pyörille ja ohjaavat pyöriä sivuttaissuunnassa. Kiskot ottavat vastaan junan pyörien painon ja jakavat sen ratapölkyille. Kiskot myös jakavat horisontaaliset poikittaisvoimat sekä kiihdytys- ja jarrutusvoimat ratapölkyille. Pölkyiltä voimat jakautuvat edelleen tukikerrokseen ja sitä kautta alusrakenteelle. Kisko toimii myös paluuvirtakiskona sähköistetyllä radalla ja lisäksi raidevirtapiirillä varustetuilla osuukilla osana raidevirtapiiriä. (Esvelt 1989.)

Kiskoprofiileja on kolmea eri päätyyppiä. Tasapohjainen kisko (Flat-bottomed rail), eli niin sanottu Vignole-profiili, on standardiprofiili ja sitä käytetään yleisimmin tavallisilla rautateillä. Standardoimattomassa kiskossa (Non-standard rail) uuman leveys on huomattavasti suurempi kuin Vignole-profiilin kiskossa. Tätä profiilia käytetään esimerkiksi vaihteiden ja raideristeysten komponenteissa. Kolmas käytetty profiili on urakisko (Grooved rail), jota käytetään suljetuissa raiderakenteissa, kuten esimerkiksi raitioiteilla, piholla ja asfaltoiduilla tasoristeyksillä. Kiskoprofiilien poikkileikkaukset ovat nähtävissä kuvassa 1. (Esvelt 1989.)



KUVA 1. Kiskoprofiilien poikkileikkauskuvat (Esveld 1989)

Kiskoprofiilien valmistuksen aikana ilmenevät mahdolliset muoto- ja mittapoikkeamat eivät saa ylittää määrättyjä rajoja. Poikkeamat voivat aiheuttaa ongelmia valmistusprosessin aikana ja ne voivat aiheuttaa suuria dynaamisia voimia. Rataa rakennettaessa on suositeltavaa käyttää saman valmistuserän kiskoja. Kiskot tulisi myös asentaa samaan pyörimissuuntaan, minkä vuoksi kiskot on merkattu koodeilla. (Esveld 1989.)

Vignole-profiilin kisko on yleisimmin käytetty kiskoprofiili. Vignole-profiili on peräisin I-profiilista, josta ylempää laippaa on muunneltu muodostamaan kiskon harama tuki- ja ohjaustarkoitusta varten. Vignole-profiilin kisko voidaan jakaa useisiin eri profiileihin kiskon osien mittojen ja kiskon painon mukaan. Vignole-profiilin kiskot nimetään eurooppalaisen standardointijärjestelmän CEN:n järjestelmän mukaan. CEN:n standardoimat kiskot nimetään kiskon painoa metriä kohden kuvaavalla kokonaisluvulla ja "E"-kirjaimella, esimerkiksi 60E1. Kiskot, jotka eivät ole CEN:n standardoimia nimetään "K"-kirjaimella ja kiskon painoa kuvaavalla kokonaisluvulla, esimerkiksi K43. Yleisimmät Suomessa käytetyt kiskot ovat 54E1- ja 60E1-profiilin kiskoja. (Esveld 1989; RATO 11. 2002.)

Toiminnallisuuden kannalta tasapohjainen kisko voidaan jakaa kolmeen osaan; kiskon selkä, uuma ja jalka. Kiskon selkä muodostaa kiskon ajopinnan ja on kontaktissa junan pyörien kanssa. Kiskon selän muodon täytyy turvata hyvä kontakti pyörän profiilin kanssa. Kiskon selän mittojen täytyy olla riittävät, jotta saadaan tuotettua riittävä kulutusmarginaali. (Esveld 1989.)

Kiskon uuma muodostaa kiskon rungon. Uuman on oltava tarpeeksi paksu, jotta riittävä jäykkyys taipumista vastaan säilyy, vaikka kisko altistuisi korroosiolle. Kiskoliitokset, esimerkiksi lyhytkiskoraiteessa, kiinnitetään kiskoon uumassa olevien reikien avulla. (Esveld 1989.)

Kiskon jalka kiinnittää kiskon ratapölkkyyn. Kiskon jalan leveyden tulee olla tarpeeksi suuri, jotta kiskoprofiilin vakaus ja jäyhyysmomentti sivusuunnassa ovat riittävät. Kiskon jalan leveyden tulee myös varmistaa voimien jakautuminen ratapölkkyille. Kiskon jalkaan kohdistuva vetojännitys on yksi mitoittava tekijä päällysrakennetta mitoitettaessa. Vaihdettaessa kiskoa eri profiilin kiskoon tulee ottaa huomioon se, että eri kiskoprofiilien kiskon jalat voivat olla eri levyisiä, minkä vuoksi ne eivät sovi samaan kiskonkiinnitystyyppiin. (Esveld 1989.)

Kiskopainoja on useita erilaisia ja ne jaotellaan painon ja ominaisuuksien mukaan. Suomessa käytössä on pääasiassa 54E1- tai 60E1-kiskoa. Vanhempia K43- ja K30-kiskoja on edelleen käytössä paikoittain sivuraiteilla ja vähän liikennöidyillä rataosilla. (Ratatilastot. 2016.) Kiskoprofiilien merkinnät tulevat eurooppalaisen standardijärjestön CEN:n standardeista, jossa kiskoprofiilin numero kertoo kiskon painon metriä kohden lähimpään kokonaislukuun pyöristettynä, esimerkiksi 54E1-kisko painaa noin 54 kg/m. (RATO 4. 2012.) Suurempi kiskopaino sallii suuremmat dynaamiset pyöräkuormat. (RATO 11. 2002.)

Käytetyimmät 60E1- ja 54E1-kisko muodostavat yli 85 % Suomen rataverkosta. 60E1-kiskoa on rataverkolla noin 3 485 rd-km ja 54E1-kiskoa noin 2 235 rd-km. Kyseiset kiskopainot ovat myös kansainvälisen UIC-standardin mukaisia. Liitteessä 2 on esitetty Suomen rataverkko ja eri kiskopainojen osuudet. (Ratatilastot. 2016.)

## 2.3. Radan päällysrakenne

Radat voidaan jaotella myös päällysrakenneluokan mukaan. Päällysrakenneluokka kertoo päällysrakenteen ominaisuudet. Radan päällysrakenteeseen kuuluu kiskot, pölkyt ja radan tukikerros. Kiskot ovat yleensä 60E1, 54E1, K43 tai K30-kiskopainon kiskoja. Pölkyt voivat olla puuta tai betonia. Tukikerros on yleensä tehty joko sepelistä tai sorasta. (RATO 11. 2002.)

Päällysrakenneluokkia on kuusi, A-D, jossa luokka A on huonoin ja D paras. Päällysrakenneluokka kertoo, minkälaisista kiskoista, pölkyistä ja tukikerroksesta kyseisen luokan rata koostuu. Luokan D rataa on Suomessa eniten, 3 475 rd-km. Taulukossa 1 on esitetty eri päällysrakenneluokat ja niiden ominaisuudet. Liitteessä 1 on esitetty vuoden 2016 ratatilastot, jossa on jaoteltu radat muun muassa kiskopainon ja rataluokan mukaan. (Ratatilastot. 2016.)

*TAULUKKO 1. Päällysrakenneluokat ja niiden sallimat dynaamiset pyöräkuormat (RATO 11. 2002)*

Rataluokka	Kiskopaino	Pölkytys	tukikerros	Dynaaminen pyöräkuorma Q max [kN]
A	K30	puu	raidesora, raidesepeli	100
B <sub>1</sub>	K43, K60, 54 E1	puu	raidesora	140
B <sub>2</sub>	K43, K60	kaikki	raidesepeli	150
C <sub>1</sub>	54 E1	puu, betoni ennen vuotta 1987 valmistetut	raidesepeli	170
C <sub>2</sub>	54 E1	betoni vuonna 1987 ja myöhemmin valmistetut	raidesepeli	185
D	60 E1	betoni	raidesepeli	200

Tärkeä tieto on myös kiskon laatu. Se vaikuttaa useisiin kiskon ominaisuuksiin, kuten kovuuteen. Yleisimmin Suomessa käytetty laatu on R260. Erityisesti kaarrekiskoissa saattaa esiintyä kiskon kulumista ja vikoja. Tällöin voidaan tehdä erikseen kiskonvaihtoja kaarteeseen. Yleensä lujuutena on tällöin R350HT. (Virtanen - Nurmilaukas 2017.) Taulukossa 2 on eri kiskoluokkia ja niiden ominaisuuksia.

TAULUKKO 2. Kiskolaatujen ominaisuuksia (Teigen 2016)

*Table 10 Mechanical properties*

Rail grade	Tensile strength (N/mm <sup>2</sup> )	Yield point (N/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Hardness (HB)
R200	min 690	ca. 450	min. 14	200 - 240
R260	min 880	ca. 550	min. 10	260 - 300
R320Cr	min 1080	ca. 720	min. 9	320 - 360
1200	min 1180	ca. 780	min. 8	370 - 400
R350HT <sup>1</sup>	min 1180	ca. 780	min. 9	350 - 390
R370 CrHT	min 1280	ca 830	min 9	350 - 410
R400 HT	min 1280	ca 830	min 9	370 - 440
Bainite (ex.)	min 1400	ca. 1000	ca. 13	ca. 450

## 2.4. Raidetyypit

Raiteita on olemassa kolmea eri tyyppiä, ne muodostuvat eri pituisista kiskoista. Kiskopituudet määrittyvät kiskonjatkosten etäisyyden mukaan. (RATO 8. 2013.) Nämä tyypit ovat lyhytkiskoraide, pitkäkiskoraide ja jatkuvakiskoraide. Yleisin näistä on jatkuvakiskoraide. Seuraavaksi yleisin on lyhytkiskoraide, kun taas pitkäkiskoraidetta on käytössä huomattavasti vähemmän kuin jatkuva- tai lyhytkiskoraidetta. Liitteessä 3 on Suomen rataverkko esitettynä kiskopituuksien mukaan. (Ratatilastot. 2016.)

**Jatkuvakiskoraide** on raide, jossa kiskon pituus on yli 300 m. Jatkuvakiskoraiteessa kiskot on pääasiassa liitetty toisiinsa jatkoshitseillä. Lämpötilavaihtelusta aiheutuvat kiskon pituuden muutokset on jatkuvakiskoraiteessa estetty. (RATO 19. 1998.) Suurin osa Suomen rataverkosta on jatkuvakiskoraidetta. Kun koko rataverkon raidepituus on noin 6 700 rd-km, on jatkuvakiskoraiteen osuus siitä

noin 5 181 rd-km. (Ratatilastot. 2016.) Kiskojen, joista jatkuvakiskoraide muodostetaan, tulee olla mahdollisimman tasalaatuisia. Hitsauksesta huolimatta kiskon lujuuden ja jäykkyyden tulee olla suunnilleen samat kuin kokonaisella kiskolla. Geometristen poikkeamien kiskoissa ja kiskoliitoksissa tulee olla myös mahdollisimman pieniä, jotta dynaamiset vaikutukset jäävät pieniksi. (Esvelt. 1989.) Jatkuvakiskoraide sallii yli 120 km/h nopeudet ja sitä suositellaan käytettäväksi raiteilla, joissa nopeus on yli 50 km/h. Jatkuvakiskoraidetta suositellaan myös käytettävän raskaan kuormituksen raiteilla sekä betonipölkkyraiteilla. (RATO 11. 2002.)

Jatkuvakiskoraiteen valmistuksen aikana voidaan käyttää epätyypillistä 50-300 metrin kiskopituutta. Tätä kiskopituutta ei saa käyttää muulloin. Jatkuvakiskoraiteen valmistuksen aikana kyseisellä kiskopituudella on 100 000 bruttotonnin kuormitusrajoitus. (RATO 19. 1998.)

**Lyhytkiskoraide** on raide, jossa kiskon pituus on alle 25 metriä. Lyhytkiskoraiteen osuus Suomen rataverkosta on noin 1 421 rd-km. (Ratatilastot. 2016.) Lyhytkiskoraiteessa kiskot on yhdistetty toisiinsa sidekiskoliitoksella, tällöin kiskon päiden väliin jää rako. Lämpötilavaihtelusta johtuvat aksiaaliset siirtymät täytyy saada sovitettua jatkosrakoihin. Junan kulkiessa jatkosten yli tulee kiskolle iskua kiskonjatkosten raoista johtuen. Iskuvaikutuksesta johtuen sidekiskoliitokset on usein sovitettu tuplapölkylle, eli kahdelle vierekkäin asetetulle ratapölkylle. (Esvelt 1989.)

Vaikka iskusta aiheutuva voima jakaantuu kahdelle pölkylle, vaatii sidekiskoliitos silti paljon kunnossapitoa. Lisäksi mekaanisen tiivistyksen aikana tuplapölkkytyksestä aiheutuva erilainen pölkkytysrakenne vaatii erityistä huomiota. Suuren kunnossapitotarpeen takia sidekiskoliitosta ja näin ollen myös lyhytkiskoraidetta pyritään käyttämään mahdollisimman vähän. (Esvelt 1989.)

Lyhytkiskoraiteet ovat yleensä vähäliikenteisiä raiteita. Raiteet, joissa esiintyy painaumuksia, rakennetaan myös lyhytkiskoiksi. Kaikki K43- ja K30-kiskoprofiilin

raiteet tai soratukikerrokseiset raiteet ovat yleensä lyhytkiskoraiteita. (RATO 11. 2002.)

**Pitkäkiskoraide** on raide, jossa kiskon pituus on yli 25 metriä, mutta alle 50 metriä. Pitkäkiskoraide on selvästi harvinaisin kiskopituus, sitä on Suomen rataverkosta ainoastaan noin 99 rd-km. Lyhytkiskoraiteen tavoin pitkäkiskoraiteessa kiskot on liitetty toisiinsa sidekiskoliitoksella. Näin ollen pitkäkiskoraiteessa esiintyvät samat kunnossapidolliset haasteet kuin lyhytkiskoraiteessakin. Pitkäkiskoraide onkin erikoisratkaisu, jota käytetään vähäliikenteisillä radoilla tai ennen kiskon hitsaamista jatkuvakiskoraiteeksi. Radoilla, joissa on vajaa sepelitukikerros, voidaan käyttää pitkäkiskoraidetta. Pitkäkiskoraiteen nopeusrajoitus on 120 km/h. (RATO 11. 2002.)



### 3 KISKON HITSAUS JA KISKON HIONTA

#### 3.1. Kiskon hitsaus

Kiskon hitsauksen tarkoitus on yhdistää kaksi kiskon osaa toisiinsa. Useimmiten kiskoja hitsataan rakennettaessa jatkuvakiskoraidetta. Lyhyitä kiskoja voidaan myös hitsata toisiinsa, mikäli halutaan rakentaa pidempiä kiskoja yhdistelemällä lyhyitä kiskon osia. Näin voidaan menetellä esimerkiksi lyhytkiskoraidetta rakennettaessa. Yleensä yksittäisen kiskon pituus ei saa olla alle kolmea metriä. (Sallmen 2017; RATO 19. 1998.)

Rautateillä kiskon hitsauksessa on yleisimmin käytettävissä kaksi eri menetelmää, leimuhitsaus ja termiittihitsaus. VR Trackilla käytetään lähes ainoastaan termiittihitsausta, mutta uutta kiskoja rakennettaessa voidaan käyttää myös leimuhitsausta. Valmistuksesta tulleissa kiskoissa on usein käytetty leimuhitsausta, jolloin valmiissa kiskossa saattaa olla niin sanottua sekahitsiä. Hitsauksesta tehdään aina hitsauspöytäkirja, jossa esitetään muun muassa käytetty hitsausmenetelmä, kiskon valmistaja, kiskon toimittaja, käytetty kiskolaatu, kiskon asennuspituus, käytetty kiskonkiinnitystyyppi, kiskon asennus- ja hitsauspäivämäärä sekä neutraalilämpötila. Neutraalilämpötila on yksi tärkeimmistä tiedoista. Neutraalilämpötiloista voidaan tehdä myös omat taulukot rataosittain. (Sallmen 2017; RATO 19. 1998.)

Neutraalilämpötila on lämpötila, jossa kisko on neutraalipituudessaan, eli se on vapautettu jännityksistä ja pystytään kiinnittämään pölkkyyihin. Neutraloinnin tarkoituksena on saada kisko neutraalilämpötila-aluetta vastaavaan neutraalipituuteensa. Kun kisko on saatu neutraalilämpötila-alueelle, asettaa tässä lämpötilassa tehty jännitysten vapautus tai kiskon asennus kiskon neutraalipituuteensa. Mitattu lämpötila on tällöin kiskon neutraalilämpötila. Heti neutraloinnin ja kiinnittämisen jälkeen kiskot liitetään loppuhitsaamalla. Neutraalilämpötila on yleensä +12 °C - +22 °C, poikkeuksena on alle 1 000 metrin kaarresäteen kiskot, joissa neutraalilämpötilaksi on suositeltu +17 °C - +22 °C. Neutralointia ei saa tehdä neutraalilämpötila-aluetta ylittävissä lämpötiloissa. (RATO 19. 1998.)

Kiskon neutraalilämpötila voidaan selvittää VERSE®-mittauksella. VERSE®-mittauksessa kiskoa nostetaan 10 kN:n voimalla ja mitataan kiskon nousukorkeus. Mittauksessa käytetään kiskon nostamiseen soveltuvaa kehikkoa, tietokonetta ja mittausyksikköä, jossa on nostoa mittaava anturi. Lisäksi käytössä on lämpömittari kiskon lämpötilan mittaamiseksi sekä muun muassa mitta ja muita työvälineitä, joita tarvitaan esimerkiksi kiskon kiinnitysten irrottamiseen. (Nieminen 2017.)

Alettaessa suorittamaan mittausta kisko on irrotettu kiinnikkeistä noin 30 metrin matkalta ja vapautettu jännityksestä. Mittauksen aluksi valitaan mittauspiste, josta lasketaan 10 metrin matka kumpaankin suuntaan kiskon alle asetettavia korokepaloja varten. Mittaustuloksia varten mitataan kiskon lämpötila ja kiskon korkeus sekä tarkat mitat korokepalojen etäisyyksistä mittauspisteestä. Tiedot syötetään tietokoneelle ja mittaus suoritetaan nostamalla kiskoa nostokehikolla. Mittaus suoritetaan kolme kertaa, joista tietokone laskee mittausten keskiarvon ja ilmoittaa kiskon neutraalilämpötilan. (Nieminen 2017.)

**Leimuhitsaus** tehdään yleensä kiinteillä hitsauskoneilla. Myös liikuteltavia hitsauslaitteita on olemassa, joten leimuhitsausta voidaan tehdä myös radalla. Laadullisesti leimuhitsaus on parempi kuin termiittihitsaus. Menettely leimuhitsauksessa on seuraavanlainen: Aluksi kiskon päät hiekkapuhalletaan, jonka jälkeen kiskot asetellaan paikalleen päät vastakkain. Hitsausalueelle asetetaan hitsausuoja ja sähköjännite laitetaan päälle, sähkökaari lämmittää kiskonpäätt taontalämpötilaan. Taontalämpötilassa ollessaan kiskonpäätt sekoittuvat korkeassa paineessa. Hitsauksen valmistuttua hitsausuoja poistetaan ja hitsauskohta hiotaan. Tämän jälkeen hitsattu kisko viilennetään, suoritetaan ja viimeistellään. Korkealaatuisen hitsin saavuttamiseksi hitsausoperaation täytyy pehmentää kiskon päät synnyttämättä kuoppia. Useimmat korkealuokkaiset kiskot vaativat lisäksi jälkilämmityksen. Kuvassa 2 on esitettynä käynnissä oleva leimuhitsaus. (Esveld 1989.)



*KUVA 2. Leimuhitsaus radalla liikuteltavalla kalustolla*

**Termiittihitsaus** on kehitetty hyvän metallurgisen hitsin saavuttamiseksi radalla kohtuullisen yksinkertaisia välineitä käyttäen. Termiittihitsausprosessi kestää noin 15 minuuttia ja etenee seuraavalla tavalla: Kiskon päät asetetaan kohdakkain siten, että päiden väliin jää rako. Liitoksen ympärille asetetaan hiekkamuotti ja sulatusastia. Kiskot esilämmitetään noin 900 °C:seen propaanipolttimia käyttäen. Kiskon päät hitsataan yhteen kaatamalla sula teräs muottiin. Tämän jälkeen sulatusastia, muotti ja hitsaussuoja otetaan pois ja kisko hiotaan. (Esveld 1989.)

Kiinteytymisen jälkeen ylimääräinen hitsausmetalli, jota käytetään kutistumisen kompensoimiseen, voidaan poistaa lähes kokonaan kiskonpään alueelta, kun se on vielä hehkuvan kuumaa. Tämä tehdään yleensä hydraulisella leikkauskoneella. Kiskon ajopinnalle jäävä kohouma hiotaan erityisellä hiomiskoneella, kunnes noin 0,5 millimetriä jää jäljelle. (Esveld 1989.)

Kun hitsaussauma on viilentynyt kokonaan, voidaan kiskonjalassa olevat kohoumat katkaista siististi ja muotista jääneet ylimääräiset hiekat voidaan puhdistaa. Hitsaussauman viilennyttyä ympäristön lämpötilaan voidaan kiskon sisäpuoli ja ajopinta loppuhioa yhtenäiseksi muun kiskon kanssa. (Esveld 1989.) Kuvassa 3 on termiittihitsauksen reaktio.



*KUVA 3. Termiittihitsauksen reaktio käynnissä*

### **3.2. Kiskon hionta**

Kiskon hionta on yksi merkittävistä kiskon elinikään ja kunnossapitoon vaikuttavista asioista. Kiskon hionnalla voidaan poistaa joitakin kiskovikoja kiskon pinnasta, esimerkiksi head check -vikoja, tai muita pieniä halkeamia kiskon pinnassa. Kiskon hionnalla voidaan myös muokata kiskon profiilia, jolloin voidaan esimerkiksi nostaa radan nopeutta. (Hiltunen 2017.)

Kaikki Suomen rataverkon kiskot hiotaan tasaisin väliajoin. Listat hiottavista kohteista tulevat vuosittain Liikennevirastolta. Hiottavien kohteiden mukaan tehdään hiontaohjelma, jonka perusteella hionnat suoritetaan. Hiontalaitteista vastaa sveitsiläinen Speno. (Hiltunen 2017.)

Viime aikoina anti head check -hionta on ollut tärkeässä roolissa. Head check -viat ovat pieniä halkeamia kiskon pinnassa. Anti head check -hionnalla pyritään korjaamaan näitä vikoja. Anti head check -hionnassa käytetään mittalaitteita, joilla saadaan analysoitua ja voidaan myös löytää kiskovikoja. Anti head check -

hionta ja myös muut kiskovikojen korjaamisen takia tehtävät hionnat pidentävät kiskon elinkaarta. (Hiltunen 2017.)

Hionnalla voidaan tehdä muutosta kiskon profiiliin. Hiomalla 60E1-profiilin kiskoa 60E2-profiilin kiskoksi saadaan nostettua radan nopeutta. 60E2-profiilia käytetään suurnopeusradoilla, joilla nopeus on yli 140 km/h. Suomessa tällaisia ratoja on suhteellisen vähän. 60E2-profiili ei mitoiltaan eroa juurikaan 60E1-profiilista. 60E2-profiili ehkäisee väsymismurtumien kasvua ja vähentää kaluston epästabiiliutta. (Liikkuvan kaluston ja raiteen välinen vuorovaikutus ja sen dynaaminen mallinnus. 2016; Hiltunen 2017.)

Haasteena hionnassa ovat muun muassa akselinlaskijoiden irrotus, turvalaitekaapeleiden ja baliisien suojaus sekä kuivana aikana tulipaloriski. Linjakoneella saadaan hiottua keskimäärin noin 5 kilometriä rataa yhden työvuoron aikana. (Hiltunen 2017.)

## **4 TIEDONKERUUN NYKYTILA JA KEHITYSKOHEET**

Tietoja kiskotuksesta kerätään ja kirjataan eri tavoin riippuen toimijasta. Kiskotustietojen raportointiin liittyy myös esimerkiksi raportointipaikkoihin liittyviä haasteita. Kehityskohteita on useita ja osaan niistä pystytään mahdollisesti hyödyntämään jo olemassa olevaa tekniikkaa.

### **4.1. Raportoinnin haasteet**

Kiskotustietojen täydennystarpeiden kartoittamista varten haastateltiin radan kunnossapidon aluepäällikköä, kunnossapidon aluevastaavaa, ratakunnossapidon asiantuntijaa ja kunnossapidon ylitarkastajaa Liikennevirastolta. Lisäksi haastateltavina olivat hitsausmestari ja kiskojen hionnasta vastaavan koneyksikön johtaja VR Track Oy:ltä sekä alueisännöitsijä Ramboll CM:ltä. Haastateltavien mukaan täydennystarpeet koskivat erityisesti kunnossapitoon liittyviä tietoja. Täydennystarpeiden pohjalta suunniteltiin yhdessä Liikenneviraston edustajien kanssa täydennettävät tietokentät rekistereihin.

Nykyisin tietoja kerätään useista eri lähteistä. Näitä ovat muun muassa kunnossapitajien raportit, hitsauspöytäkirjat ja hiontaraportit. Kirjaaminen on näin ollen palvelun tuottajien vastuulla. Muuttuneista rekisteritiedoista tehdään vuosittain raportti. Haastatteluissa tuli esille tarve rekisterien ja raportoinnin yhtenäistämisestä. (Partanen - Poussu 2017.)

Tällä hetkellä kiskovikarekisteri on yksi ainoista paikoista, missä on esitetty ominaisuustietoa. Liikennevirastolla on käytössä myös oma tietokanta, jossa on esitetty kerättäviä ominaisuustietoja. Ennen kaikkea ratarekisterin tulisi palvella operatiivista toimintaa kentällä. Rekisterin tulee olla perusta, joka palvelee kaikkia suunnittelusta kunnossapitoon, eikä irrallinen kokonaisuus, jossa on tietoa mutta joka ei palvele ketään. Nykyiseltä käytettävyydeltään ratarekisteri on kunnossapidon näkökulmasta huono ja on epäselvää, ketä se palvelee. Rekisteripäivitysten tulisi olla reaaliaikaisia, jotta tiedot olisivat heti esimerkiksi kunnossapidon käytössä. (Partanen - Poussu 2017.)

Haastatteluissa todettiin, että infran tietojen tulisi olla Liikenneviraston varassa eikä yksittäisillä palveluntuottajilla. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi edellyttää ajantasaisen tiedon hallintaa tietojärjestelmien kautta, mutta koska nykyisin tietoa on useassa eri paikassa, on sen hallitseminen lähes mahdotonta. Tiedon tuottamisen tulisi myös olla ajantasaista, eikä siinä saisi olla katkoksia. (Partanen - Poussu 2017.)

#### **4.2. Tietojen keräämisen ja raportoinnin nykytilanne**

Haastateltavien mielestä dataa on nykyisin paljon, mutta sen hallinta on vaikeaa. Kiskotustietoa löytyy jonkin verran raideominaisuusrekisteristä, mutta datasta ei kuitenkaan ole tehty analyyskejä ja analyysin tekeminen on haasteellista. Eri järjestelmiä ja projekteja ei ole myöskään synkronoitu. Infran omistajan eli Liikenneviraston tulisi hallita ominaisuustietoa ja näin ollen tietoa pitäisi kerätä yhtenäisin menetelmin yhtenäiseen järjestelmään. Olemassa olevia järjestelmiä on useita, esimerkiksi Ratapurkki, josta löytyy ominaisuustietoja, ja RAIKU, josta löytyy lokitietoja muun muassa vaihteista. (Nurmilaukas - Virtanen 2017.)

Rata-alueelta löytyy kiskon elinkaaren eri vaiheissa olevia kiskoja. Uudesta kiskosta on mahdollista saada kaikki tiedot valssaamosta lähtien, muun muassa valmistaja, materiaali ja hitsaaja. Haastateltavien mielestä tietojen pitäisi myös olla rekisterissä, jolloin esimerkiksi kiskoviat pystyttäisiin selvittämään valmistajaa myöten ja sen kautta tarkastelemaan, johtuuko vika esimerkiksi valmistajasta tai hitsaajasta, mikäli samaa vikaa esiintyy usein. Nykyisin tietoa ei ole koottuna, vaan tiedot ovat hajallaan eri palvelun tuottajilla. Tietojen säilytys ja dokumentointi ovat palveluntuottajien vastuulla, jolloin tietojen dokumentoinnin laadusta ei voida olla varmoja. Myöskään tietojen laajempi analysointi ei ole käytännössä mahdollista. (Partanen - Poussu 2017.)

Haastatteluissa kävi ilmi, että tietojen kirjaamiseen ei ole olemassa yhtenäistä ohjeistusta. Kun esimerkiksi kunnossapidossa on useita toimijoita, kuten esimerkiksi VR Track Oy ja Destia, saattaa kirjaamistavoissa ja raportoinnissa olla suuriakin eroja. Liikennevirastolla on tähän liittyvä Raid-E-hanke, jossa kirjaamista ja

raportointia pyritään yhtenäistämään. Tavoitteena on luoda yhtenäinen järjestelmä, jossa raportointi tapahtuu samoilla määrittelyillä kirjaajasta riippumatta ja josta tiedot löytyvät yhdestä paikasta. Yhtenäisellä ohjeistuksella saadaan esimerkiksi kilpailutuksessa annettua kaikille tasavertaiset lähtötiedot. Raportoinnin eroavaisuuksista aiheutuu myös tilastollisia eroja. (Partanen - Poussu 2017.)

Raportoinnin yhtenäistäminen parantaa ennen kaikkea turvallisuuden, mutta myös talouden hallintaa. Kaikessa kehityksessä tulee ottaa huomioon kokonaisuus, joka palvelee kaikkia, vaikka kyse olisi vain yksittäisen osa-alueen kehityksestä. (Partanen - Poussu 2017.)

#### **4.3. Rekisterien muutostarpeet**

Haastatteluissa tuli esille useita kiskotukseen ja rekistereihin liittyviä kehitystarpeita etenkin kunnossapidon näkökulmasta. Kunnossapidon kannalta tarpeellisia lisättäviä tietokenttiä olisi valtavasti. Haastatteluissa tuli ilmi ajatus jopa kokonaan omasta tietokannasta kunnossapidolle. Toinen esille tullut kehityskohde oli itse rekisterien ja tietokannan käytettävyys. Nykyään rekisterin käytettävyys ja hyödyntäminen koetaan haasteelliseksi.

Haastateltavat mainitsivat, että rekisterissä oli paljon etenkin radan päällysrakenteen tietoihin liittyviä täydennystarpeita. Tässä työssä keskityttiin kuitenkin kiskotustietojen parantamiseen, joten päähuomio kohdistui juuri kiskoihin liittyviin asioihin.

Haastateltavien mukaan kiskotuksen osalta suurimmat puutteet kohdistuvat yksittäisiin kiskon vaihtoihin. Kiskoja voidaan vaihtaa vain lyhyiltä matkoilta esimerkiksi kulumisen tai muiden kiskovikojen vuoksi. Kiskon vaihtoja tapahtuu paljon myös kaarteissa, joissa ulkokaaren kisko kuluu toista nopeammin. Tällöin käytetään usein kovempaa kiskolaatua. Kiskon vaihtojen osalta rekistereihin toivottiin tietokenttiä ainakin kiskon laadulle, valmistajalle ja kiskon vaihdon paikalle. Kis-



kon vaihtoja tehdään nykyään vuodessa noin 75-80 kilometriä noin kahteensataan kohteeseen. Vaihdot ovat pituudeltaan enintään noin 300 metriä. (Nurmilaukas - Virtanen 2017.)

Ulkokaareen vaihdettavien kiskojen kovuutena pyritään käyttämään R350HT:ta. Haastateltavat kertoivat, että kiskonvaihtotiedot kerätään kiskonvaihtoilmoituksista, joita hitsausmestarit ylläpitävät. Ilmoituksissa mainitaan muun muassa valmistajatiedot, kiskolaatu, valssausvuosi, kilometriväli, kasvusuunta ja kiskon puoli sekä tieto siitä, onko kisko uusi, kierrätetty vai siirretty. Erityisesti valssausvuosi ja valmistajatiieto ovat tärkeitä, sillä niiden perusteella pystytään tarvittaessa tarkastamaan, onko tietyissä valmistuserissä vikaa. Kokeneet hitsausmestarit pystyvät kertomaan valmistusvuoden ja valmistajan mukaan, mistä mahdolliset viat voivat johtua. (Hirvaskari 2017.)

Kiskon vaihdoissa haasteeksi koettiin vaihdettavasta kiskosta kierrätettäväksi sopivien alueiden määrittäminen. Nykyisin vaihdettavat kiskot lähetetään Kaipiaisiin VR Track Oy:n kiskohitsaamolle käsiteltäväksi, mutta tulevaisuudessa tulisi selvittää suorasiirron mahdollisuutta. Kiskojen suorasiirto vaatisi kuitenkin ohjeistuksen siitä, millaista kiskoa voisi suorasiirtää paikasta toiseen. Kiskon sopivuus tulisi selvittää ainakin kiskovikojen ja niiden tarkastuksen osalta. (Hirvaskari 2017.)

Kiskon kuluneisuuden seuraamisessa voisi hyödyntää ELLI-radantarkastusvauusta saatavia mittauksia. ELLI-mittaus antaa kuluneisuudesta yhtä tarkat tiedot kuin käsin suoritettut mittaukset. Kiskonvaihtorajan määrittää kunnossapitotaso, esimerkiksi sivukuluneisuuden raja on kunnossapitotasosta riippuen noin 5-7 millimetriä. ELLI-mittauksilla pystytään kunnossapitotasojen avulla seuraamaan tietyn kaaren vuosittaista kulumista ja näin ennustamaan kiskonvaihtomääriä ja -tarpeita. (Hirvaskari 2017.)

Jatkuvakiskoraiteen haasteeksi haastateltavat mainitsivat kiskonjännitykset. Jännitystiedot olisi hyvä saada hallintaan. Rekisteriin on ehdotettu lisättäväksi kentät esimerkiksi hitsaustiedoille, jännitysmittauksille ja laukomisille. Hajapölkynvaihto

vaikuttaa myös kiskon kokonaisjännitykseen, sillä pölkyn vaihdon jälkeen ei tiedä kokonaiskiskonjännitystä. (Nurmilaukas - Virtanen 2017.)

Haastateltavien mielestä kiskon valmistajatiedot tulisi saada rekistereihin esimerkiksi mahdollisia reklamaatiotapauksia varten. Ominaisuudet ovat kiskoissa samoja, joskin valssausserissä voi olla joitakin eroavaisuuksia. Tietoa siitä, mihin eri valmistajien kiskoja menee, ei ole. Valmistajatiedot voitaisiin laittaa esimerkiksi rahtikirjoihin, mitä kautta tiedot kulkisivat urakoitsijoille ja täten myös rekisteriin. Valmistajatietojen lisäksi myös kiskon teräslajin ja -laadun tulisi olla rekisterissä. (Nurmilaukas - Virtanen 2017.)

Haastateltavat kertoivat, että hankittava kisko on pääasiassa R260-kiskoa. Lähtökohtaisesti ostetaan 60E1-kiskoa, keskeisiin kohteisiin aina. 54E1-kiskoa hankitaan muun muassa vaihdekohteisiin 54E1-kiskopainon vaihteiden yhteyteen. Pohdinnassa on myös, voisiko esimerkiksi sivuraiteisiin käyttää kiskonvaihdoista vapautuvaa 60E1-kiskoa. Kierrätetystä kiskosta ei tällä hetkellä ole saatavilla juurikaan historiatietoa ja kiskon kestävydestä on vain tietty oletamus. Kiskovika-rekisteristä on mahdollista saada vikatietoja kierrätetynkin kiskon osalta. Kiskon kierrätyksen kannalta on aina mietittävä, onko kierrätys taloudellisesti kannattavaa. (Nurmilaukas - Virtanen 2017.)

Tukemisesta ja päällysrakenteen kestävydestä olisi hyvä olla tietoa rekisterissä. Haastatteluissa tuli esille ehdotus, että tukemisesta ja muista päällysrakenteelle tehtävistä toimenpiteistä voisi tehdä mahdollisesti kartalle analyysin siitä, mitä on tehty ja missä. Mikäli tukikerrosta on uusittu vain osittain, ei vanhasta tukikerroksen alaosan pohjasta ole juurikaan tietoa esimerkiksi lujuusluokan suhteen. Radantarkastus pitäisi saada integroitua tehokkaampaan käyttöön ja vanhasta tukikerroksesta voitaisiin ottaa seulontanäytteitä maatutkauksen lisäksi. Näin mahdollistettaisiin myös rataosakohtainen elinkaaren seuranta tukikerroksen osalta. Päällysrakennetieto tulisi olla rekisterissä metrin tarkkuudella, mihin nykyään jo pyritäänkin, mutta on epäselvää, onko tarkkuus todella tämä. (Nurmilaukas - Virtanen 2017.)

## 5 REKISTERIEN KEHITYSEHDOTUKSET

Liikenneviraston, VR Track Oy:n ja Ramboll CM:n edustajien haastatteluista saatujen kommenttien ja kehitysehdotusten perusteella lähdettiin suunnittelemaan raideominaisuusrekisteriin lisättäviä tietokenttiä. Ehdotuksia ja toiveita tuli useita, eikä kaikkien lisääminen rekisteriin olisi ollut järkevää tai mahdollista. Lopulta lisättäviksi tiedoiksi valittiin kiskotustietojen kannalta tarpeellisimmat ja hyödyllisimmät tiedot. Tiedot parantavat etenkin kiskonvaihtojen rekisteröintiä. Lisättäviksi valittiin seuraavat tietokentät:

- kiskon valmistaja
- kunnossapitotaso
- kiskon laatu
- valssausvuosi
- hiontaprofiili
- hiontavuosi
- muu kiskon tieto.

Tietokentistä kiskon valmistajan kirjaaminen auttaa erityisesti kiskovikojen seuraamisessa. Vikojen esiintyessä voidaan tarkastella, aiheutuuko saman valmistajan kiskoissa vikoja muuallakin. Tarvittaessa voidaan myös ottaa yhteyttä valmistajaan. Myöskin valssausvuoden perusteella voidaan tarkkailla kiskovikojen esiintymistä. Valssausvuoden perusteella voidaan arvioida myös kiskon vaihtotarvetta. Hiontavuosi sen sijaan kertoo kiskon hiontatarpeen. Hiontavuotta voidaan käyttää apuna hiontaohjelmien suunnittelussa. Hiontaprofiilia tarkastelemalla nähdään, millä rataosilla on esimerkiksi hiottu 60E2-profiili ja mitkä osuudet näin ollen sopivat suurnopeuksiselle liikenteelle.

Kiskon vaihtoja ei ole aikaisemmin kerätty rekisteriin. Nyt kiskon vaihdot voidaan kirjata ”muu kiskon tieto” -kenttään. Kenttään voidaan merkitä esimerkiksi vaihdetun kiskon laatu, vaihtovuosi sekä tieto siitä, kumman puolen kisko on vaihdettu. Myös kiskonlaadulle on nyt oma tietokenttensä. Tähän voidaan merkitä, jos esimerkiksi kaarteiden alueelle on vaihdettu vahvempaa kiskolaatua.

Uudet tietokentät raideominaisuusrekisterissä parantavat huomattavasti tiedonhallintaa kiskotuksen osalta. Aikaisemmasta tilanteesta, jossa kiskotustietoa oli rekistereissä vain muutama kenttä, on päästy tilanteeseen, jossa kiskoista on saatavilla hyvinkin yksityiskohtaista tietoa. Suuri edistysaskel on erityisesti se, että tieto löytyy tarvittaessa yhdestä paikasta eikä ole hajallaan yksittäisten tahojen takana.

Tietojen ajantasaisuus ja laajuus riippuvat edelleen, tietokenttämuutoksista huolimatta, rakentajien ja kunnossapitäjien aktiivisuudesta. Mikäli muuttuneista tiedoista ei raportoida rekisterien päivittäjille, ei lisätyillä tietokentillä ole arvoa. Radalla toimiville tahoille tulisi tiedottaa ja muistuttaa rekisteripäivitysten tekemisestä ja toimittamisesta. Apuna tähän voisivat olla lisäkentät myös raideominaisuuksien muutosilmoituslomakkeeseen. Kunnossapitäjät täytyisi myös velvoittaa käyttämään kyseistä lomaketta muutosten ilmoittamiseen. Liitteissä 4 ja 5 on nykyinen raideominaisuuksien muutosilmoituslomake sekä muutosilmoituslomake, johon on lisätty kentät uusia ominaisuuksia varten.

Työn aikana nousi esille myös muutamia jatkokehityskohteita. Jatkossa digitalisaatiota voisi hyödyntää tehokkaammin rekisteritietojen hallinnoinnissa. Esille tuli muun muassa ajatus mobiilisovelluksesta, jolla voitaisiin tarkkailla rekisteritietoja maastossa. Mobiilisovelluksella rekisteritieto saataisiin paremmin hyödynnettäväksi. Tulevaisuudessa voisi olla myös mahdollista yhdistää rekisteritiedot tietomalleihin. Tietomalleissa voisi olla esimerkiksi jonkinlaisena metatietona radan ominaisuustietoja. Rekisteritietoja voisi lisäksi merkitä kiskoihin luettavaksi esimerkiksi QR-koodin avulla. Näin rekisteritiedot olisivat maastossa helposti luettavissa mobiililaitteella.

Raportoinnin avuksi voisi myös kehittää oman mobiilisovelluksen tai muun vastaavan, johon kunnossapitäjät voisivat kirjata suoraan työmaalla muuttuneet rekisteritiedot. Sovelluksesta tiedot voisi lähettää suoraan rekisterin päivittäjälle tai jopa suoraan rekisteriin. Näin rekisterit päivittyisivät nopeammin, jopa reaaliajassa, ja työaikaa säästyisi paljon.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyössä saatiin laadittua kokonaiskuva Suomen rataverkon kiskotukseen liittyvien rekisteritietojen puutteista ja myös muista haasteista, joita rekisteritietojen keräämiseen ja dokumentointiin liittyy. Näitä olivat esimerkiksi rekisteritietojen hajanaisuus ja raportoinnin epä johdonmukaisuus. Kommentteja saatiin monelta eri taholta, joten muutoksia pystyttiin miettimään laaja-alaisesti. Rekisteriin valittiin lisättävät tietokentät, jotka täydentävät ja tarkentavat rekisterissä olevia kiskotustietoja. Uusia tietokenttiä pystytään hyödyntämään radan suunnittelussa ja kunnossapidossa.

Vaikka kiskotukseen liittyvää rekisteriä saatiin parannettua, siihen jäi silti vielä kehitettävää. Mahdollisia kehitystyön kohteita tulevaisuudessa voivat olla esimerkiksi digitalisaation hyödyntäminen rekistereissä tai rekisterien käytettävyyden parantaminen.

Opinnäytetyössä todettiin, että kiskotustietojen raportoinnissa suurin vastuu tulisi olla radan kunnossapitäjillä ja myöskin rakentajilla. Eri toimijat tulisi velvoittaa tekemään ilmoituksia aktiivisemmin ja tiheämmin. Velvoitus muuttuneiden tietojen raportoinnista voitaisiin kirjata jo esimerkiksi kunnossapitosopimuksiin. Samalla raportointilomakkeen voisi standardoida, jolloin tietojen kirjaaminen helpottuisi. Lomake voitaisiin myös tulevaisuudessa korvata sähköisellä järjestelmällä.

Rekisterien kehittäminen tulee jatkumaan tulevaisuudessa sekä kiskotuksen että myös muiden radan rakenteiden osalta. Tietojen keräämisen ja raportoinnin yhtenäistäminen on tärkeää, jotta tulevaisuudessa tietojen hallinta pysyy ajantasaisena ja laadukkaana. Tietoja radasta ja radan järjestelmistä on saatavilla koko ajan enemmän, jolloin tietojen hallinnan on kehityttävä mukana.

## LÄHTEET

Esveld, Coenraad 1989. Modern Railway Track. Länsi-Saksa 1989.

Hiltunen, Tero 2017. Kategoriapäällikkö, VR Track Oy. Skype -haastattelu 22.6.2017.

Hirvaskari, Aki 2017. Rataisännöitsijä, Ramboll CM. Haastattelu 14.6.2017.

Flash-butt welding. Saatavissa:

<http://www.railsystem.net/flash-butt-welding/>. Hakupäivä 1.2.2018.

Thermite welding. Saatavissa:

<https://bangshift.com/bangshiftxl/watching-guys-weld-railroad-tracks-together-siberia-using-thermite-molten-steel-absolutely-awesome/>. Hakupäivä 1.2.2018.

Liikkuvan kaluston ja raiteen välinen vuorovaikutus ja sen dynaaminen mallinnus 2016. Liikennevirasto. Saatavissa: <http://www.doria.fi/handle/10024/123308>. Hakupäivä 1.2.2018.

Nieminen, Ville 2017. Ratakiskon VERSE mittaus ja neutraalilämpötilatietojen hallinta. Opinnäytetyö. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu, rakennustekniikka, infrarakentaminen.

Nurmilaukas, Jouko - Virtanen, Tuomas 2017. Ratakunnossapidon asiantuntija - kunnossapidon ylitarkastaja, Liikennevirasto. Haastattelu 30.5.2017.

Partanen, Anne - Poussu, Teemu 2017. Kunnossapidon aluevastaava - kunnossapidon aluepäällikkö, Liikennevirasto. Haastattelu 24.5.2017.

Ratatilastot 2016. 2017. Ratatiedon extranet.

Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 4 Vaihteet. 2012. Liikennevirasto. Saatavissa: [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lo\\_2012-22\\_rato\\_4\\_web.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lo_2012-22_rato_4_web.pdf). Hakupäivä 1.2.2018.

Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 8 Rautatiesillat. 2013. Liikennevirasto. Saatavissa: [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lo\\_2013-43\\_rato8\\_web.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lo_2013-43_rato8_web.pdf). Hakupäivä 1.2.2018.

Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 11 Radan päällysrakenne. 2002. Liikennevirasto. Saatavissa: [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf4/rato\\_11\\_radan\\_paallysrakenne.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf4/rato_11_radan_paallysrakenne.pdf). Hakupäivä 1.2.2018.

Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 19 Jatkuvakiskoraiteet ja -vaihteet. 1998. Liikennevirasto. Saatavissa: [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf4/rato\\_19\\_jatkuvakiskoraiteet\\_vaihteet.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf4/rato_19_jatkuvakiskoraiteet_vaihteet.pdf). Hakupäivä 1.2.2018.

Sallmen, Harri 2017. Vastaava työnjohtaja, VR Track Oy. Skype -haastattelu 20.6.2017.

Teigen Frode NBIU 2016/2017. Rails, Rail steel properties, Manufacturing of rails, In service rail defects and testing of rails.

RATATILASTOT 31.12.2016

YHTEENVETO

23.2.2017

ntu, ahe, jwa

RAIDEPITUUS_2015	RAIDEPITUUS 2016	MUUTOS
6 658 431	6 700 378	41 946

31.12.2015	31.12.2016	MUUTOS
<b>Sähköistetty sivuraidepituus</b>		
994 970	993 241	-1 729
<b>Sähköistämätön sivuraidepituus</b>		
829 739	826 328	-3 411
<b>Sivuraidepituus yhteensä</b>		
1 824 709	1 819 569	-5 140
<b>Raidepituus kaikkiaan</b>		
8 483 140	8 519 947	36 806

<b>Junakulkutieraitien pituus (pl. linjaraitiet)</b>	
(ei laskettu 2015)	903 762
<b>Sähköistettyjen junakulkutieraitien pituus (pl. Linjaraitiet)</b>	
(ei laskettu 2015)	737 458

31.12.2015:	Riviotikot	Summa RDKM_LASKENTA_TULOS	MUUTOS
	<b>Kiskopaino</b>	<b>6 700 378</b>	
2 330 981	54E1	2 234 539	-96 442
3 340 463	60E1	3 485 169	144 706
528 913	K30	524 599	-4 314
458 074	K43	456 071	-2 003
	<b>Kiskopituus</b>	<b>6 700 378</b>	
5 092 666	Jatkuva	5 180 597	87 931
1 471 077	Lyhyt	1 421 204	-49 873
94 688	Pitkä	98 576	3 888
	<b>Pölkkytyyppi</b>	<b>6 700 378</b>	
4 927 744	Betoni	5 034 345	106 601
475	Kiintoraide	475	0
1 730 212	Puu	1 665 558	-64 654
	<b>Rataluokka</b>	<b>6 700 378</b>	
529 442	A	525 128	-4 314
601 399	B1	603 355	1 956
179 834	B2	179 060	-774
731 350	C1	691 714	-39 636
1 284 880	C2	1 226 146	-58 734
3 331 526	D	3 474 974	143 448
	<b>Sähköistys</b>	<b>6 700 378</b>	
2 661 448	E	2 659 572	-1 876
3 993 251	K	4 040 806	47 555
	<b>Tukikerrostyyppi</b>	<b>6 700 378</b>	
5 520 857	Sepeli	5 565 232	44 375
10 901	Silta	10 827	-74
744 507	Sora	739 193	-5 314
382 165	Vajaa sepeli	385 125	2 960



**Liikennevirasto**

# RATAVERKON RAIDEPITUUS

60E1 3485 RDKM

54E1 2235 RDKM

K43 456 RDKM

K30 524 RDKM

YHT. 6700 RDKM

Merkitystä tiedoista alle 100 m poikkeamia ei esitetä.  
(mm. yksittäiset sillat ja vaihteet)

## MERKINNÄT

60E1

54E1

K43

K30

## LIIKENTEELTÄ SULJETUT RATAOSAT

\*) Parkano - Kihniö

Aittaluoto - Ruosniemi

Rantasalmi - Savonlinna

Lohja - Lohjanjärvi

Otava - Otavan satama

Yläkoski - Iisvesi

Pesikylä - Taivalkoski

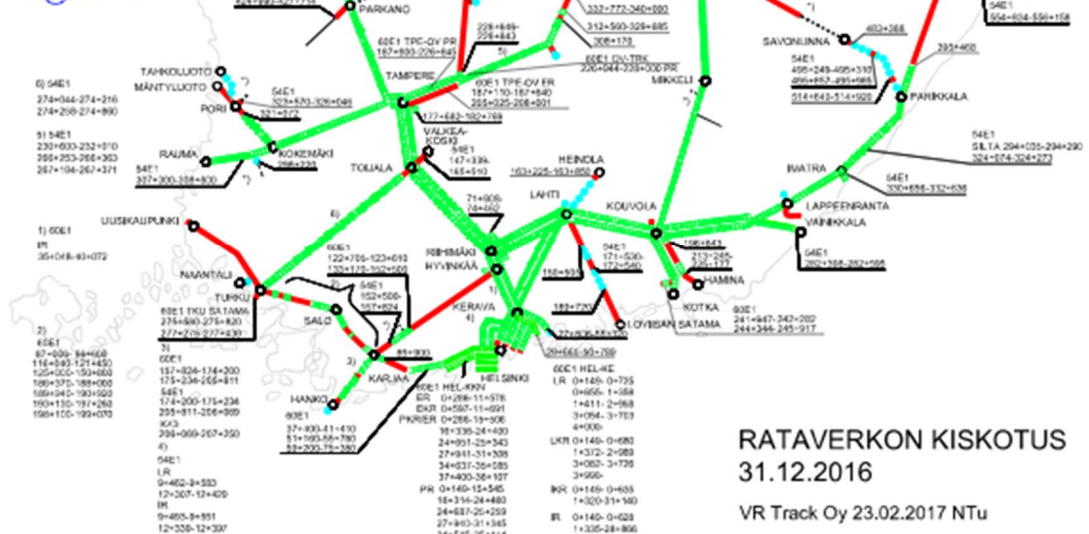
Kolari - Rautuvaara

Lautiosaari - Eljänjärvi

Isokylä - Kellosele

Kiukainen - Säkylä

Muutos



**Liikennevirasto**

# MERKINNÄT

**JATKUVAKISKORAIDE**

**LYHYT- TAI PITKÄKISKORAIDE**

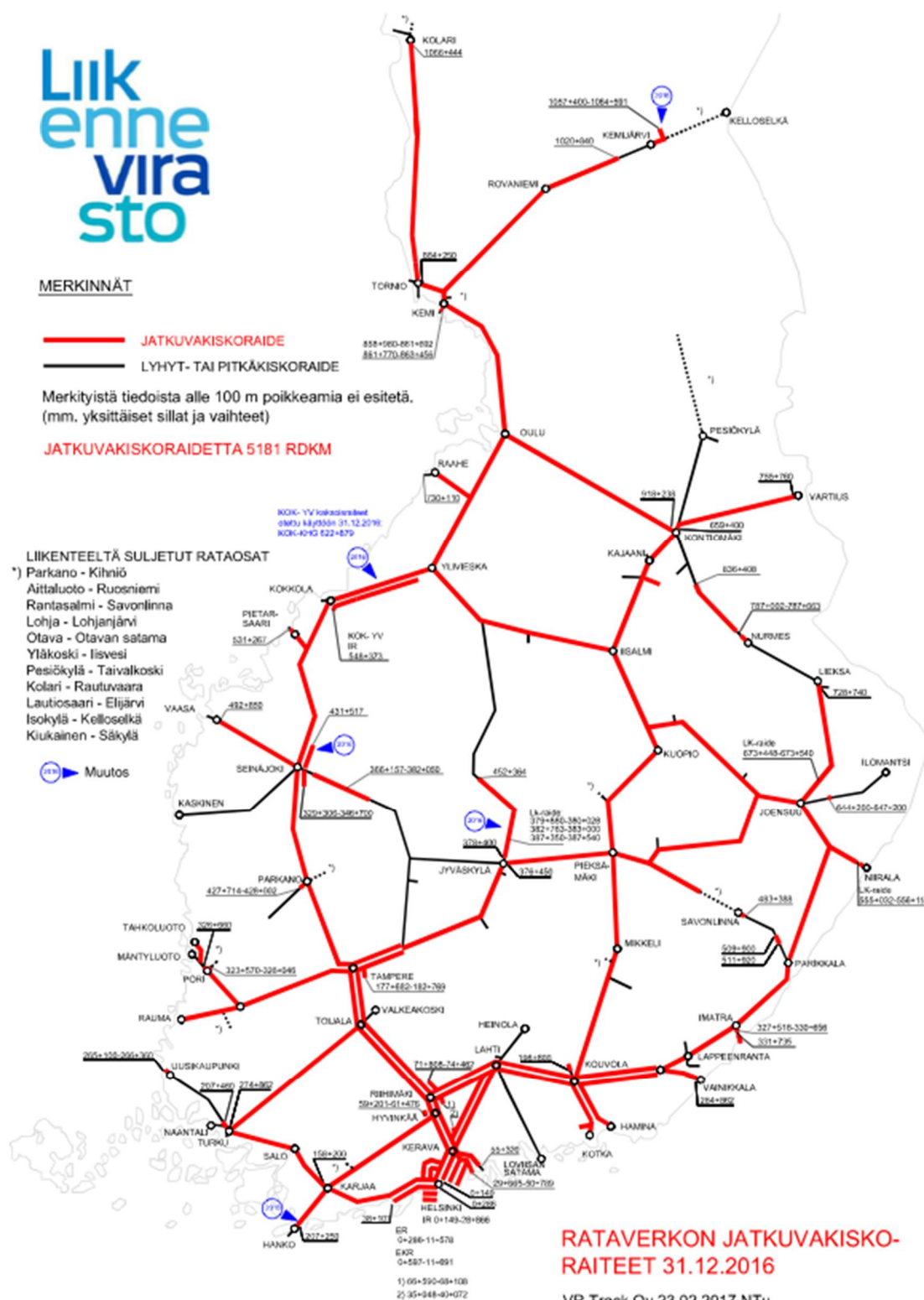
Merkityistä tiedoista alle 100 m poikkeamia ei esitetä.  
(mm. yksittäiset sillat ja vaihteet)

**JATKUVAKISKORAIDETTA 5181 RDKM**

## LIIKENTEELTÄ SULJETUT RATAOSAT

- Parkano - Kihniö
- Aittaluoto - Ruosniemi
- Rantasalmi - Savonlinna
- Lohja - Lohjanjärvi
- Otava - Otavan satama
- Yläkoski - Iisvesi
- Pesäköylä - Taivalkoski
- Kolari - Rautuvaara
- Lautiosaari - Eljäjärvi
- Isokylä - Kellosoelkä
- Kiukainen - Säköylä

**Muutos**





1.1.2015

LIITE 4 1(2)

RATAOSIEN OMINAISUUSREKISTERIN TIETOLOMAKE

RATAOSIEN OMINAISUUSREKISTERI, TIETOJEN MUUTOSILMOITUS

Ilmoituksen yleistiedot	
Ilmoittajan nimi:	Ilmoituksen pvm
Ilmoittajan yritys:	Muutos astuu voimaan:
Puhelin:	
Sähköposti:	

☐ Uusi raideominaisuustieto
 ☐ Tietojen tarkennus/muutos

Rataosuus (esim. liikennepaikkaväli) \_\_\_\_\_ – \_\_\_\_\_

Rataosan Raisu-tunnus ja raide \_\_\_\_\_

Rataosien ominaisuusrekisterissä ylläpidetään tietoja pääraiteiden (rautatieliikennepaikan pääraiteiden ja rautatieliikennepaikkojen välisien osuuskien) ominaisuustietoja. Useampiraiteisilla radoilla raiteilla on omat tunnuksot esim. 001 HKI-LPV ER.

Muutoksen yleiskuvaus (vapaamuotoinen kuvaus rekisterin ylläpitäjän avuksi)

**merkitse korjattava tieto rastilla**

Kerättävät tiedot * pakolliset tiedot	Vanha ominaisuus tai rakenne	Uusi ominaisuus tai rakenne	Alku Km+m	Loppu km+m	Ohjeet ilmoitus varten, käytetyt ominaisuudet
Kiskotus					esim. K30, K43, 54E1 tai 60E1
Uusi/kierrätetty kisko					
Kiskon jatkuvuus					Jatkuva-, lyhyt- tai pitkäkiskoraide
Kiskon kiinnitys					esim. Skl-14, Pandrol, Heyback, ruuvi, naula
Ratapölkkyt					Pölkkytyyppi esim. BP99, B97, puu
Uusi/kierrätetty pölkky					
Tukikerros					esim. sepeli, vajaa sepeli, sora, muu; uusi/seulottu
Sähköistys					Kyllä / Ei
JKV					Kyllä / Ei

# RATAOSIEN OMINAISUUSREKISTERIN TIETOLOMAKE, MUOKATTU LIITE

5



1.1.2015

LIITE 4 1(2)

## RATAOSIEN OMINAISUUSREKISTERIN TIETOLOMAKE

### RATAOSIEN OMINAISUUSREKISTERI, TIETOJEN MUUTOSILMOITUS

Ilmoituksen yleistiedot						
Ilmoittajan nimi:			Ilmoituksen pvm			
Ilmoittajan yritys:			Muutos astuu voimaan:			
Puhelin:						
Sähköposti:						
<input type="checkbox"/> Uusi raideominaisuustieto			<input type="checkbox"/> Tietojen tarkennus/muutos			
Rataosuus (esim. liikennepaikkaväli)			-			
Rataosan Raisu-tunnus ja raide						
Rataosien ominaisuusrekisterissä ylläpidetään tietoja pääraiteiden (rautatieliikennepaikan pääraiteiden ja rautatieliikennepaikkojen välisien osuuksien) ominaisuustietoja. Useampiraiteisilla radoilla raiteilla on omat tunnukses esim. 001 HKI-LPV ER.						
Muutoksen yleiskuvaus (vapaamuotoinen kuvaus rekisterin ylläpitäjän avuksi)						
<b>merkitse korjattava tieto rastilla</b>						
Kerättävät tiedot * pakolliset tiedot	Vanha ominaisuus tai rakenne	Uusi ominaisuus tai rakenne	Alku Km+m	Loppu km+m	Ohjeet ilmoitus varten, käytetyt ominaisuudet	
Kiskotus					esim. K30, K43, 54E1 tai 60E1 (vasen/oikea)	
Kiskon valmistaja ja valssausvuosi						
Kiskon laatu					esim. R350HT (vasen/oikea)	
Hionta, profiilinmuutos					esim. 60E2	
Uusi/kierrätetty kisko						
Kiskon jatkuvuus					Jatkuva-, lyhyt- tai pitkäkiskoraide	
Kiskon kiinnitys					esim. Skl-14, Pandrol, Heyback, ruuvi, naula	
Ratapölkkyt					Pölkkytyyppi esim. BP99, B97, puu	
Uusi/kierrätetty pölkky						