

---

# **Radan päällysrakenteen kunnonhallinnan kehittäminen**



Hämeen ammattikorkeakoulu

Liikennealan koulutusohjelma

Riihimäki, syksy 2013

Jakke Hyvärinen



RIIHIMÄKI  
Liikennealan koulutusohjelma  
Liikennesuunnittelu

---

<b>Tekijä</b>	Jakke Hyvärinen	<b>Vuosi</b> 2013
<b>Työn nimi</b>	Radan päällysrakenteen kunnonhallinnan kehittäminen	

---

## TIIVISTELMÄ

Tämä työ toteutettiin VR Trackin suunnittelun toimeksiannosta. Työssä selvitettiin radan päällysrakenteen osien elinkaareen vaikuttavia tekijöitä sekä selvitettiin mahdollisuuksia kehittää jo olemassa olevia radanpitoon liittyviä rekistereitä.

Työssä tarkasteltiin päällysrakenteen komponenttien kulumista Tampere – Parkano välisellä rataosuudella. Työn aikana perehdyttiin myös tarkemmin radanpitoon liittyvien rekistereiden sisältöön. Esimerkkirataosassa käytettiin apuna kyseisen rataosan kunnossapitäjän tarkastusmateriaalia ja puuttuvien tietojen osalta tehtiin henkilöhaastatteluja, sekä luettiin alan kirjallisuutta ja tutkimuksia.

Radantarkastusmateriaalin ja tehtyjen maastokäyntien perusteella laadittiin päällysrakenteen hallintaraporttimalli, jota voidaan tulevaisuudessa käyttää apuna rataosuuksien perusparannustarpeiden määrittämisessä.

Työn tuloksissa käy ilmi, kuinka liikenteen laatu ja määrä vaikuttavat olennaisesti päällysrakenteen komponenttien kulumiseen. Kunnossapitotarkastuksissa tietoa kerätään paljon, mutta sen hyödynnettävyys on puutteellista. Radanpidon rekisterit ovat tällä hetkellä melko kattavia, ongelmiksi kuitenkin osoittautuivat tietojen ajantasaisuus ja melko kapea hyödynnettävyys. Radanpidon rekistereiden kehittämisen kannalta on tärkeä laajentaa käyttäjäpiiriä, sekä varmistaa ajantasainen tiedonsiirto eri tahojen välillä. Uusien rekistereiden perustamista ei tässä työssä koeta tarpeelliseksi.

**Avainsanat** rautatie, päällysrakenne, radanpidon rekisterit

**Sivut** 45 s. + liitteet 1 s.

Riihimäki  
Degree Programme in Traffic and Transport Management  
Traffic planning

---

<b>Author</b>	Jakke Hyvärinen	<b>Year</b> 2013
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Management of railway superstructure	

---

ABSTRACT

This thesis was commissioned by the VR Track railway construction and engineering unit. The goal of this thesis was to identify the factors affecting the parts of the rail -superstructure's life cycle and to investigate the possibility of developing -the registers which are related to railway infrastructure.

The wearing of the rail superstructure component between Tampere and – Parkano was particularly covered in this work. During this work, the -track maintenance records were examined in detail. In the example, track maintenance material was used to support the work and missing information was gathered by personal interviews with relevant persons in different units. Also relevant material and studies were consulted.

A template for superstructure management based on the field inspections and track inspection material was created. In the future, this template can be used to assist when track renewals and maintenance are being planned.

The results of the thesis shows how the quality and quantity of traffic play an essential role as they affect the wearing of components. In the maintenance inspections a lot of useful information is collected but its usability is poor. Track maintenance records are now fairly extensive, however, the problem turned out to be that the information is not up to date and the amount of users is quite narrow. For the development of the records it is important to broaden the amount of users in different units and to ensure continuous communication between the different parties. According to the study, establishment of new records is not necessary.

**Keywords** railroad, superstructure, track maintenance records

**Pages** 45 p. + appendices 1 p.

## SISÄLLYS

MÄÄRITELMIÄ.....	4
1 JOHDANTO.....	5
1.1 Työn sisältö.....	6
1.2 Työn tavoitteet.....	7
1.3 Tampere – Parkano rataosa.....	8
2 PÄÄLLYSRAKENTEEN KOMPONENTIT JA ELINKAARI.....	9
2.1 Kiskot.....	9
2.2 Kiinnitykset.....	12
2.3 Pölkkyt.....	15
2.4 Tukikerros.....	16
2.5 Erikoisrakenteet.....	18
3 PÄÄLLYSRAKENTEeseen KOHDISTUVA KUORMITUS.....	24
3.1 Ilmasto ja sää.....	27
4 TAMPERE–PARKANO-RATAOSAN OMINAISUUDET.....	29
5 OLEMASSA OLEVAT TIEDOT.....	33
5.1 Rekisteritiedot.....	33
5.2 Radanpitoon liittyvät tarkastukset ja tietokannat.....	34
5.3 Kehitysehdotukset tiedonhallintaan.....	39
6 PÄÄLLYSRAKENTEEN HALLINTARAPORTIN SISÄLTÖ.....	41
7 TYÖN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	43
LÄHTEET.....	45

Liite 1 Radan päällysrakenteen hallintaraportti Tampere – Parkano väliseltä rataosuudelta.

---

## MÄÄRITELMIÄ

**Päällysrakenne** on radan rakenneosia, johon kuuluvat tukikerros ja raide.

**Raide** koostuu pölkyistä, kiskoista, kiskojen kiinnitys- ja jatkososista sekä vaihteista ym. erikoisrakenteista.

**Jatkuvakiskoraide** on raide, jossa kiskopituus on yli 300 metriä. Lämpötilan muutosten aiheuttamat kiskon pituuden muutokset on estetty kiskon päitä lukuun ottamatta.

**Lyhytkiskoraide** on raide, jossa kiskon pituus on  $l < 25$  metriä.

**Pitkäkiskoraide** on raide, jossa kiskon pituus on  $l > 25$  metriä, mutta  $l < 50$  metriä.

**Pääraide** on raide, jolla noudatetaan RATOssa pääraiteesta annettuja vaatimuksia. Raiteen määrää pääraiteeksi Liikennevirasto ja pääraide on esitetty raiteistokaaviossa.

**Sivuraide** on ratapiharaide, jota käytetään junanmuodostus-, kohtaus-, kuormausraiteena tms. Sivuraiteita ovat liikenteen tai käyttötarkoituksen mukaan mm. vetoraide, turvaraide, pistoraide, yksityisraide, teollisuusraide, satamaraide ja kuormausraide.

**Turvaraide** on raide, jonka tarkoitus on ohjata liikkuva kalusto riittävän etäälle siitä raiteesta, jota turvaraide suojaa.

**Kujaraide** on raide, joka ei ole sivu-, eikä pääraide. Kujaraide mahdollistaa siirtymisen raiteelta toiselle.

**Akselipaino** on liikkuvan kaluston vaunun tai veturin yhden akselin molempien pyörien eli pyöräkerran kautta raiteeseen kohdistuva staattinen paino.

**Metripaino** on junan tai kalustoyksikön staattinen paino jaettuna sen metreissä ilmaistulla pituudella (puskimesta puskimeen).

**Ympärilyönti** tarkoittaa liikkuvan kaluston vetävien pyörien pidon heikkenemistä, josta syntyy ns. sutimista. Kyseinen ilmiö esiintyy silloin, kun tarvitaan kalustolta paljon veto-voimaa esim. kiihdytyksessä.

## 1 JOHDANTO

Suomen rataverkko koostuu valtion omistamista eri rataosuuksista sekä yksityisraiteista. Valtion rataverkon pituus on 5919 ratakilometriä, josta 3067 kilometriä on sähköistetty. Rataverkkomme koostuu pääosin yksiraiteisista rataosuuksista. Pääreitit kulkevat Helsingistä Tampereen kautta Ouluun, Riihimäeltä Vainikkalan kautta Pietariin ja rantarataa pitkin Helsingistä Turkuun. Rataverkon suurin sallittu nopeus on 220 km/h ja suurin sallittu akselipaino on 25 tonnia. Junaliikennöintiä rataverkolla hoitaa valtion omistama VR Group sekä yksityisessä omistuksessa oleva Ratarahiti. Rataverkkoa ylläpitää liikenne- ja viestintäministeriön alaisuudessa toimiva Liikennevirasto. (VR Group, 2013.)

Pääradat jaetaan eri kunnossapitotasoihin. Tasojen määritykseen vaikuttavat päällysrakenteen tyyppi, liikenteen määrä ja laatu sekä radan maksiminopeus. Kunnossapitotaso määrittää radalle tarkastustiheyden ja raja-arvot geometrisen kunnan virheiden toteamiselle. Tarkastuksien perusteella radat pystytään pitämään liikenteen vaatimuksien mukaisessa kunnossa. (VR Koulutuskeskus 2010.)

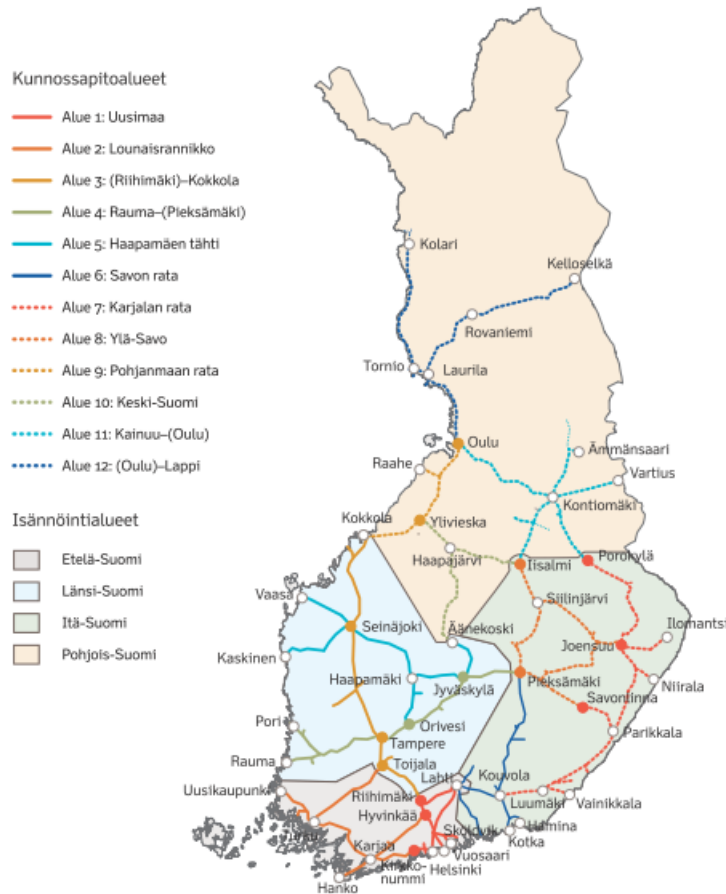
Rataverkon kunnossapito on jaettu kahteentoista eri alueeseen ja alueisännöinti on jaettu neljään eri alueeseen: pohjoinen, eteläinen, läntinen ja itäinen Suomi (kuva 1). Eri kunnossapitoalueilla on erilaisia rataosia, joiden kunnossapitotasot määritellään liikenteen laadun mukaan. Kunnossapito kyseisillä alueilla kilpailutetaan Liikenneviraston toimesta viiden vuoden välein. Kunnossapitosopimukseen kuuluvat radan päällysrakenteet, turvalaitteet ja sähköratalaitteet.

Tässä työssä perehdytään radan päällysrakenteisiin, niiden elinkaareen sekä kunnonhallintaan yleisellä tasolla. Tämän työn toimeksiantajana toimii VR Trackin suunnitteluyksikkö. Työssä arvioidaan kokonaiskuvaa radan päällysrakenteen kunnonhallinnan kehittämisen näkökulmasta. Havainnollistavana esimerkkinä käytetään Tampere-Parkano välistä rataosuutta.

Radan kunnonhallinnan lähtökohtana on varmistaa turvallinen liikennöinti rataverkolla. Viranomaiset asettavat erilaisia teknisiä määritelmiä, joiden perusteella radan kuntoa pystytään valvomaan. Radan kuntoa seurataan kunnossapitäjän tekemien tarkastuksien avulla. Ensisijainen tarkastusmuoto on radan tarkastusvaunulla tehtävät tarkastusajot. Muita kunnossapitäjän tekemiä tarkastuksia ovat kävelytarkastukset, joissa kiinnitetään huomiota radan tukikerrokseen eli muun muassa sepelin määrään ja laatuun, ratapölkkyjen kuntoon, kiskojen kuluneisuuteen ja kiinnityksen puutteellisuuteen. Vaihteille tehdään erillisiä tarkastusmittauksia kunnossapitäjän toimesta. Tehtyjen tarkastuksien perusteella pystytään määrittämään korjaustoimenpiteiden kiireellisyys eri päällysrakenteen osille. Radan tarkastusraporttien perusteella pystytään myös seuraamaan täyttävätkö rataosat kunnossapitoluokkien asettamat vaatimukset.

Radan tarkastusmateriaalin perusteella voidaan määrittellä myös eri rataosien peruserustatarve.

Liikenneviraston kunnossapito- ja isännöintialueet



Kuva 1. Liikenneviraston kunnossapito- ja isännöintialueet (Liikennevirasto 2011)

## 1.1 Työn sisältö

Työssä esitellään radan päällysrakenteen eri komponentit ja arvioidaan niiden elinkaareen vaikuttavia tekijöitä. Elinkaaritekijöiden tunnistamisen avulla pystytään arvioimaan ratojen kunnossapitotarvetta. Työssä perehdytään komponentteihin ja niiden ominaisuuksiin pääasiassa yleisellä tasolla. Liikennevirasto ylläpitää erilaisia rekistereitä, jotka sisältävät erilaisia tietoja radan päällysrakenteista. Tarkoituksena on selvittää mitä kaikkia tietoja rekisterit sisältävät. Työn aikana pyritään myös selvittämään, kuinka eri rekistereiden tietoja voitaisiin hyödyntää radan kunnossapitoa suunniteltaessa. Työssä tarkastellaan esimerkkinä päällysrakenteeseen kohdistuvia kuormituksia Tampere-

Parkano välisellä rataosuudella. Tieto päällysrakenteen ominaisuuksista ja kuormituksesta antaa lähtökohdan päällysrakenteen elinkaaren mitoitukselle. Lisäksi pyritään muodostamaan raporttimuoto päällysrakenteen hallintaa varten laajemmin käytettäväksi.

Kunnossapitäjä suorittaa erilaisia tarkastuksia kunnossapitotason vaatimusten mukaisesti. Tehdyissä tarkastuksissa virheet kirjataan sähköiseen järjestelmään, jonka avulla vikojen korjaamista voidaan seurata ja pystytään priorisoimaan kunnossapitotarvetta. Työn onnistumisen kannalta on tärkeä selvittää, mitä eri tietoja tarvitaan päällysrakenteen kunnon määrittelemiseksi. Päällysrakenteen elinkaarta määritettäessä on tärkeä tunnistaa kaikki tekijät, jotka vaikuttavat eri rakenteiden kulumiseen.

### 1.2 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää radan päällysrakenteen eri komponenttien elinkaaritarkastuksia sekä arvioida kunnonhallintaan liittyvän tiedon tarvetta ja olemassa olevan tiedon käytettävyyttä. Työssä on tarkoitus esittää kehitysehdotuksia olemassa olevan tiedon hallintaan ja keräämiseen. Kerättyjen tietojen pohjalta on tarkoitus laatia luonnos päällysrakenteen kunnonhallintaraportista. Työn käytettävyyden kannalta on tärkeä selvittää eri toimijoiden tarpeet radan päällysrakenteen osalta, jotta raportista saataisiin mahdollisimman monia osapuolia hyödyttävä.

Työssä tullaan perehtymään radan päällysrakenteen komponentteihin ja niiden ominaisuuksiin sekä elinkaaritarkastuksiin yleisellä tasolla. Työn onnistumisen kannalta on tärkeä tunnistaa, mitkä eri asiat vaikuttavat päällysrakenteen komponenttien kulumiseen, miten kulumista aiheuttavat seikat pystytään tunnistamaan ja arvioimaan käytännössä, sekä mitä erilaisia tarkastustapoja on käytössä.

On tärkeää selvittää, saadaanko tällä hetkellä tarpeeksi hyödyllistä tietoa kerättyä. Lisäksi tutkitaan, miten tietoa tulisi säilyttää, jotta se saataisiin palvelemaan mahdollisimman monia käyttäjiä. Yhteenvetoraportissa esitetään kooste työn tuloksista, kehitysehdotuksista ja tarpeista taulukoiden, haastatteluiden ja havainnollistavien valokuvien avulla. Radan päällysrakenteille säännöllisesti tehtävien kuntotarkastuksien perusteella pystytään tekemään kartoitusta mahdollisesti vaihdettavista komponenteista. Työn aikana käydään läpi erilaisia määräyksiä ja ohjeita, jotka liittyvät olennaisesti radan teknisen kunnon määrittämiseen.



### 1.3 Tampere–Parkano -rataosa

Työssä on tarkasteltu Tampere-Parkano välistä rataosuutta. Kyseinen rataosa on 75 ratakilometriä pitkä nopean liikenteen rata, jossa junien maksiminopeus on 200 km/h. Tampereen ja Parkanon välisellä rataosalla on kahdeksan liikennepaikkaa. Nopeus asettaa raidegeometrialle erityisiä vaatimuksia. Päällysrakenteen komponenteille nopeus asettaa erityisiä vaatimuksia kestävyyden ja laadun suhteen. Näin ollen rata on kunnossapitoluokaltaan 1A tasoa. Kyseisellä rataosalla on käytössä 60 E1 kiskotyypit ja 60 E1 vaihteet ja suurin sallittu akselipaino on 22,5 tonnia. Nopeus ja liikenteen laatu asettavat radan kunnossapidolle tiukat vaatimukset.

Rataosan linjaosuudella ei ole tasoristeyskohtia. Tien ja radan risteyskohdissa on joko yli- tai alikulkusiltaja. Kyseinen rataosa on merkittävässä roolissa pohjoiseen suuntautuvan matkustajaliikenteen kannalta. Raskasta rahtiliikennettä kulkee myös päivittäin Kokkolaan ja Raaheen. Nopea matkustajaliikenne ja raskaat tavaraliikenteen kuljetukset aiheuttavat radan komponenteille jatkuvaa kuormitusta ja kunnossapitotarvetta. Rataosan vuosittainen liikennemäärä on 19,7 miljoonaa bruttotonnia. Rataosa tarkastetaan radan tarkastusvaunulla kuusi kertaa vuodessa ja kunnossapitäjän edustajat tekevät kävelytarkastuksia kaksi kertaa vuodessa. Tehtyjen tarkastuksien pohjalta pystytään valvomaan radan teknistä kuntoa sekä määrittämään rataosalle vaadittavat kunnossapitoimenpiteet.

## 2 PÄÄLLYSRAKENTEEN KOMPONENTIT JA ELINKAARI

Radan päällysrakenteeksi kutsutaan rakenneosaa, johon kuuluvat tukikerros ja raide. Raiteeseen kuuluvat pölkyt, kiskot, kiinnitykset, jatkososat, vaihteet ja mahdolliset erikoisrakenteet. Tukikerros koostuu raidesepelistä tai raidesorasta. Tukikerroksen tärkein tehtävä on pitää radan geometria oikeassa asennossa ja asemassa. Tukikerros jakaa raiteen kuormia radan alusrakenteille sekä muodostaa raiteelle tasaisen ja kantavan alustan. (Liikennevirasto 2002.)

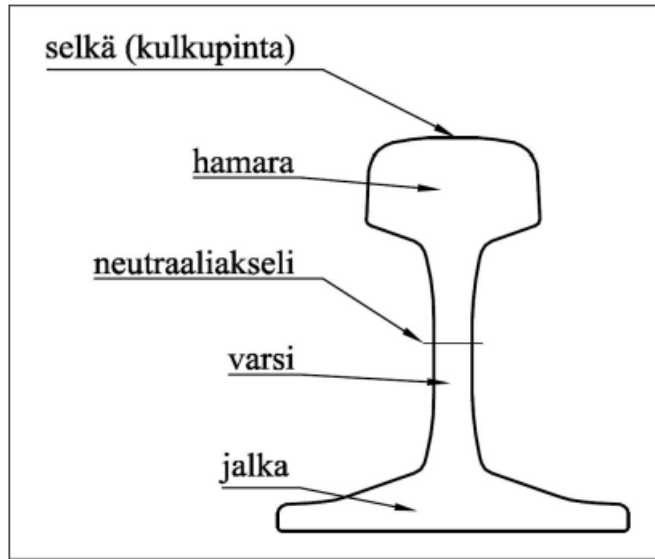
Radan rakenteet on suunniteltava ja rakennettava siten, että rakenteen siirtymät pysyvät turvallisen liikennöinnin edellyttämissä rajoissa (Liikennevirasto 2008). Radan kunnossapitäjällä on merkittävä rooli ylläpitää radan liikennöintikelpoisuutta. Radan kunnan tunteminen on ensiluokkaisesta tärkeää, jotta liikenteen laatu pysyy sille asetetuissa vaatimuksissa. (Liikennevirasto 2000.)

Radan elinkaareen vaikuttavia tekijöitä ovat liikennemäärä, liikenteen laatu ja erilaiset sääilmiöt kuten routa ja vesi. Elinkaareen vaikuttaa olennaisesti myös rakenteen alkuperäinen kunto, esimerkiksi vaihdetta asennettaessa on ensisijaisen tärkeää, että asennus tapahtuu oikealla tavalla.

### 2.1 Kiskot

Nykyaikainen ratakisko on pitkän kehitystyön tulos (kuva 2). Kiskon muoto ja materiaali on optimoitu niin, että kiskoja ja niillä kulkevien pyörien käyttöajat ovat mahdollisimman pitkiä. Kiskon oikea muoto, asento sekä kiskon pinnan kunto vaikuttavat olennaisesti junan kulkuominaisuuksiin sekä kiskon elinkaareen. (Nummelin 1994, 53.)

Suomen rataverkolla on käytössä pääasiassa kuutta eri kiskotyyppiä olevia ratakiskoja (taulukko 1). Eri kiskotyypit on tunnistettavissa valssausmerkeistä, jotka löytyvät kiskoja kyljestä. Suomessa ja vain nopeanliikenteen radoilla käytetään Eurooppalaisen standardointijärjestön CEN:n standardoimia 60 E1 (UIC 60) ja 54 E1 (UIC 54) kiskoja. Osassa pääraiteista ja sivuraiteilla on käytössä vanhan mallisia K60, K43, K33 ja K30 tyyppisiä kiskoja, uutena hankitaan ainoastaan 60 E1 ja 54 E1 kiskopainoilla olevia kiskoja. Luku kuvaa kiskon painoa metriä kohden. 60 E1 ja 54 E1 ovat kansainvälisesti käytössä olevia kiskotyyppisiä, kun taas K43, K33 ja K30 ovat vanhoja muita kuin CEN:n standardoimia kiskoprofiileja. (Liikennevirasto 2002, 34–35.)



Kuva 2. Nykyaikaisen ratakiskon profiili (VR Track arkisto)

Taulukko 1. Kiskoprofiilien mitat (Liikennevirasto 2002)

Ratakiskon tunnus	korkeus [mm]	hamaran leveys [mm]	jalan leveys [mm]	varren paksuus [mm]	massa [kg/m]	poikkipinta-ala [mm <sup>2</sup> ]	hitausmomentti [10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup> ]	taivutusvasutus [10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup> ]
K30	120	56	100	11,5	30,00	3817	734	121
K33	128	60	110	12	33,48	4275	968	147
K43, K43S	140	70	125	14	43,57	5564	1469	207
54 E1	159	70	140	16	54,43	6934	2346	279
K60	165	78	150	16	59,74	7610	2784	328
60 E1	172	72	150	16,5	60,34	7686	3055	335

Kiskojen elinkaaren vaikuttavat pääosin käytettävä kiskotyyppi ja liikenteen aiheuttama kuormitus. Kuormitus aiheuttaa kiskoissa kulumista, väsymistä ja korrugaatiota, joka on kiskon kulkupinnassa esiintyvää suhteellisen jaksottaista aaltoisuutta (kuva 3). Riittäväällä kiskonhionnalla voidaan varmistaa, etteivät pienet kiskovirheet pääse kasvamaan suuriksi. Elinkaaritaloudellisesti on kannattavaa vaihtaa kiskot uusiin jo ennen niiden laskennallista vaihtorajaa (taulukko 2). Vaihtamalla suuren liikennekuormituksen alla olevat kiskot uusiin, voidaan vanhat kiskot kunnostaa ja vaihtaa vähäliikenteisillä radoilla tai sivuraiteilla oleville K30- ja K43-kiskojen tilalle. Kyseisellä toiminnalla saadaan rataverkon päällysrakenteen tasoa nostettua. (Liikennevirasto 2002, 39.)



Kuva 3. Korrugaatiota kiskossa

Kiskot kuluvat yleensä melko tasaisesti. Kaarrepaikoissa on kuitenkin havaittavissa kuluneisuutta suoraa raidetta enemmän. Kierrätysajankohtaa ei voida aina yksiselitteisesti määrittää, sillä siihen vaikuttavat olennaisesti myös muille päällysrakenteen osille tehtävät toimenpiteet. Kierrätettävät kiskot kunnostetaan kiskohitsaamalla Kaipiaisissa kun taas kierrätykseen kelpaamaton kisko myydään romuksi. (Tuominen 2004, 34–35.)

Kiskovikahavaintoja pyritään toteamaan kävelytarkastuksissa ja ultraäänitarkastuksissa. Tietoja ylläpidetään ja seurataan kiskovikarekisterissä sekä vuosittain julkaistavan kiskovikojen hallintaraportin muodossa. Kiskovikarekisterissä on tiedot lähes kahdestakymmenestä tuhannesta kiskoviasta, havainnointitiedoista, korjausehdotuksista ja suoritetuista korjaustoimenpiteistä. Kaikkia rataosuuksia ei tarkisteta vuosittain, eikä kaikista rataosuuksista tule kiskovikatietoja joka vuosi. Kaikista tehdyistä korjauksista ei myöskään välity ajantasaista tietoa rekisterin ylläpitäjälle. (Liikennevirasto 2002, 2.)

Kiskojen kestoikää vähentää merkittävästi kulumisen, ruostuminen, tukikerroksen vajaa määrä ja laatu, epätasaiset painumat, kiskoihin kohdistuneet iskut, ylikuorma, virheellisesti suoritettu päällysrakennehitsaus sekä pyörän ja kiskon välisestä vuorovaikutuksesta johtuvat pintaviat, joita ovat esimerkiksi ympärilyönnit ja liukumät. Kaarteissa, joissa on havaittu kiskojen voimakasta kulumista oikeasta kallistuksesta ja geometriasta huolimatta, voidaan käyttää erikoislaatua olevia kiskoja. Tunneleissa, tasoristeyksissä ja muissa erikoiskohteissa voi aiheutua kiskoille poikkeuksellisen voimakasta ruostumista. Näissä kohteissa kiskot joutuvat veden kanssa kosketuksiin, eivätkä pääse

kuivumaan normaalisti. Tällaisissa tapauksissa voidaan kiskot suojata Ratahallintokeskuksen hyväksymällä ruosteestoaineella. Aineella ei saa kuitenkaan olla kitkaa vähentävää vaikutusta eikä se saa aiheuttaa sähköä eristävää kerrosta kiskojen kulkupinnalle. Pölkkyihin ei aineen käytöstä saa muodostua sähköä johtavaa kerrosta. Kiskoissa esiintyviä kulumia tai pintavikoja voidaan korjata hitsaamalla päällysrakennehitsausmenetelmien mukaisesti. (Liikennevirasto 2000a, 14–16.)

Taulukko 2. Kiskojen ohjeelliset vaihtorajat (Liikennevirasto 2002)

Kiskoprofiili	Mbrt
K30	30
K43	150
54 E1	300
K60	200
60 E1	450

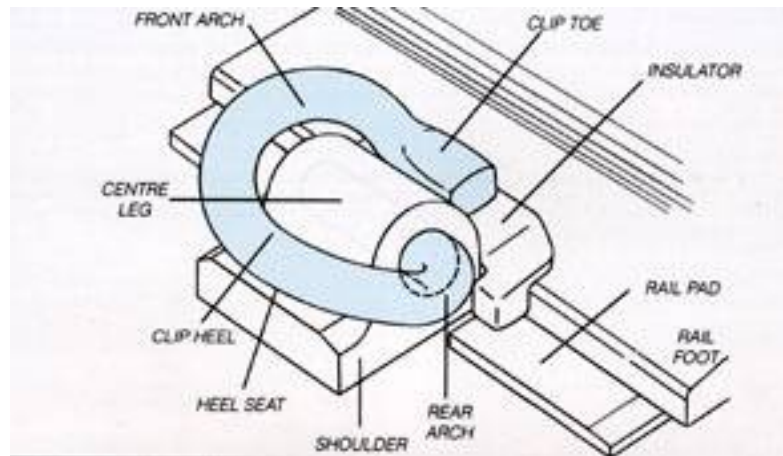
## 2.2 Kiinnitykset

Kiinnityksen tärkeimpänä tehtävänä on kiinnittää kisko ratapölkkyyn ja jakaa kiskoon kohdistuvia kuormia ratapölkkyille ja sitä kautta radan alusrakenteisiin. Kiinnitystyyppinä on käytössä Suomen rataverkolla useita riippuen radan kiskotusvuodesta sekä liikenteen laadusta. Pääraiteilla yleisimpiä käytössä olevia kiinnitystyyppinä ovat Vossloh W14-kiinnitys Skl-kiinnitysjousella (kuva 4) ja Pandrol e-clip (kuva 5). Kaikki uudet betoniratapölkkyt ovat varustettuna lähtökohtaisesti Vossloh W14 kiinnityksellä. Betoniratapölkkyissä kiinnikkeet on valettu niihin kiinni valmiiksi. Puisissa ratapölkkyissä kiinnikkeet ovat joko erillisiä tai yhdistettyjä. (Liikennevirasto 2002, 45–46.)

Kiinnityksen kestoikää lyhentävät teräksen väsyminen ja ruostuminen. Liikenteen kuormitus ja radan heikko yleiskunto vaikuttavat olennaisesti kiinnityksen elinkaareen. Kiinnityksen eri osat, joita ovat muun muassa välilevy, jouset, eristimet ja erikoisruuvit, kuluvat ajan myötä. Välilevyjen vaimenusominaisuudet ja jousien jäykkyys heikkenevät ajan myötä. Puuttuvia ja viallisia osia on vaihdettava säännöllisin väliajoin uusiin ja ruuveja on kiristettävä. (Liikennevirasto 2000a, 31.)



Kuva 4. Vossloh W14-kiinnitys Sk1-kiinnitysjousella (Vossloh 2013)



Kuva 5. Pandrol kiinnitys (Pandrol 2013)

Puuratapölkyillä yleisesti käytössä olevia erillisiä kiinnitystyyppöjä ovat jousi- ja ruuvikiinnitys. Ensisijainen kiinnitystyyppi on nimeltään HeyBack (kuva 6). Erillisissä kiinnitystyypeissä aluslevyt kiinnitetään raideruuvien avulla ratapölkkyihin ja kiskot kiinnitetään erillisten kiinnitysosien avulla aluslevyihin. (Liikennevirasto 2002, 45.)



Kuva 6. HeyBack jousikiinnitys (Postvagnen 2013)

Sivuraiteilla on myös käytössä yhdistettyjä kiinnityksiä, joita ovat muun muassa suora raideruuvi (kuva 7), ratanaula (kuva 8), jousinaula- ja JT-kiinnitys. Kyseisissä tyypeissä kiinnitysosana toimii aluslevy ja rataiskonaulat, jousinaulat tai JT-ruuvi-jousi-yhdistelmät, jotka kiinnittävät kiskon aluslevyyn ja aluslevyn pölkkyyn. (Liikennevirasto 2002, 45.)



Kuva 7. Suora raideruuvikiinnitys (Postvagnen 2013)





Kuva 8. Ratanaulakiinnitys (Postvagnen 2013)

### 2.3 Pölkyt

Suomen rataverkolla on pääasiassa käytössä betonisia ja mäntypuuratapölkyjä. Usean vuoden ajalta käyttökokemuksia on myös muista kovapuuratapölkyistä, joita on valmistettu muun muassa tammesta, pyökistä, azobésta tai vastaavista materiaaleista. Ratapölkyjen tärkeimpänä vaatimuksena on antaa kestävä alusta kiskoille ja jakaa kaluston aiheuttamaa kuormitusta radan tukikerroksille. Ratapölkyjen käyttöalueet määritellään liikenteen asettamien vaatimusten, radan rakenteen, kiskopainon, ratapölkyjen ominaisuuksien ja teknistaloudellisten näkökohtien perusteella. (Liikennevirasto 2002, 19.)

Betonisilla ratapölkyillä, jotka on valmistettu ennen vuotta 1986, käyttöikä on noin 30–35 vuotta. Vanhalla valmistusmenetelmällä valmistetuissa betoniratapölkyissä on havaittu ennenaikaista rapautumista ja murtumia. Nykyteknikalla valmistetuilla betoniratapölkyillä käyttöikäennuste on 40 vuotta, joka voi ylittyäkin riippuen rataosan liikenteen määrästä. Elinkaarensa päässä betoniset ratapölkyt voidaan murskata betonimurskeeksi ja kun teräsosat saadaan eroteltua, pystytään ainekset hyödyntämään maanrakennuksessa. (Koskela 2011, 35.)

Betoniratapölkyjen kestoikää vähentäviä tekijöitä ovat varomaton käsittely ja työskentely raiteen tukemisen, pölkyjen vaihdon ja siirron yhteydessä. Muita kestoikään vaikuttavia tekijöitä ovat rapautuminen ja kaluston aiheut-



tamat vauriot, joista seuraa betonin vaurioituminen, kiinnitysosien irtoaminen ja terästen korroosio. (Liikennevirasto 2000a, 20.)

Puisten ratapölkkyjen kestoikä vaihtelee merkittävästi rataosien liikennöintiheyden ja kuormituksen perusteella. Tiheästi ja suurilla painoilla liikennöitävillä radoilla puuratapölkyn ikä voi olla vain 20 vuotta, kun taas vähäliikenteisellä radalla pölkkyjen käyttöikä voi olla jopa 40 vuotta. Hajapölkynvaihtoa on kuitenkin tehtävä, jotta 40 vuoden käyttöikä voidaan saavuttaa. (Koskela 2011, 33.)

Puuratapölkkyissä ongelmana on lahoaminen, jolloin pölkyn ominaisuudet heikkenevät merkittävästi. Lahoaminen aiheuttaa myös kiinnityksen löystymistä. Puuratapölkkyjen mekaaninen kuluminen kiinnityksen kohdalta, väärä pölkkyjako ja halkeaminen ovat myös kestoikää vähentäviä tekijöitä. Kunnossapitotoimenpiteet vaikuttavat myös olennaisesti pölkkyjen elinkaareen. Esimerkiksi routakiilaus ja huolimaton konetyöskentely saattavat vähentää pölkyn käyttöikää. (Liikennevirasto 2000a, 17.)

### 2.4 Tukikerros

Tukikerroksen tehtäviin kuuluu tukea raidetta sivu- ja pystysuunnassa, pitää raide geometrisesti oikeassa asennossa ja asemassa, jakaa liikenteen aiheuttamat kuormat alusrakenteelle, sekä muodostaa kiskoille ja pölkkyille kantava alusta. Tukikerrosmateriaalin tulee olla sellaista, että sade- ja sulamisvedet pääsevät valumaan pois eivätkä jää seisomaan tukikerrokseen. Tukikerrosmateriaaleina käytetään raiidesoraa tai -sepeliä. Pääraiteilla käytetään pääasiassa sepeliä. Sora soveltuu vähäliikenteisille radoille tai sivuraiteille joissa nopeudet ovat alhaisia. (Liikennevirasto 2008a, 7.)

Sepelin elinkaareen vaikuttavat kiviaineksen ominaisuudet ja liikenteen aiheuttama kuormitus. Sepelin on kestettävä hiovaa ja iskevää kulutusta sekä sen hienoainespitoisuuden ja vedensitomiskyvyn on oltava alhainen. Liikenteen kuormitus saa sepelissä aikaan hidasta jauhautumista, jonka seurauksena syntyy vettä sitovaa hienoainesta. Tukikerrokseen jäävä vesi lisää kiviaineksen kulumista merkittävästi ja talven aikana aiheuttaa routavaurioita. Olennaista on järjestää radan kuivatus oikealla tavalla. Hienoaineksen muodostumisen seurauksena tukikerros tiivistyy, jolloin liikennekuormituksen dynaamisia voimia vastaanottava vaikutus heikkenee. Liikennekuormituksen vaikutukset alkavat kohdistua enemmän pölkkyihin, joista saattaa seurata pölkkyihin murtumia tai jopa katkeamisia. Tukikerroksen paksuus on 20 cm pölkyn alapuolella. Tukikerrosta voidaan koneellisesti tukea ja raiteen asemaa oikoa, mikäli raiteen asema on muuttunut merkittävästi. Ennen tukemistoimenpidettä radalle tehdään täydennyssepelöintiä (kuva 9) tarvittaessa. (Tuominen 2004, 29.)



Kuva 9. Täydennyssepelöintiä

### 2.5 Erikoisrakenteet

#### Vaihteet

Vaihte (kuva 10) on raiteiden liityntäkohta, jossa liikenne voidaan ohjata raiteelta toiselle. Suomessa on käytössä neljä eri vaihdetyyppiä: yksinkertainen vaihte (YV), kaksoisvaihte (KV), risteysvaihte (yksipuolinen YRV ja kaksipuolinen KRV) ja raideristeys (RR). Yleisimpiä vaihteita ovat suorat yksinkertaiset vaihteet. (Liikennevirasto 2013a, 10.)

Vaihteita on olemassa eripituisia, tyyppi määritellään liikenteellisten tarpeiden perusteella. Raiteella käytetty nopeus määrittää usein käytettävän vaihdetyypin. Suurin sallittu nopeus poikkeavalla raiteella on lyhyissä vaihteissa 40 km/h. Pitkissä vaihteissa suurin sallittu nopeus on 60 – 160 km/h. (Liikennevirasto 2013a, 22.)

Vaihte on aina rajoittava tekijä radassa. Ongelmallisin tekijä on epäjatkuvuuskohta, jossa raiteen yhtenäisyys katkeaa. Risteyskohdassa kaluston suistuminen on mahdollista. (Kinnunen, haastattelu 24.6.2013.)



Kuva 10. Pitkävaihte



### Raidepuskimet

Erikoisrakenteisiin kuuluvat raidepuskimet (kuva 11), jotka asennetaan raitteen päähän estämään liikkuvan kaluston kulkeutumista raitteen pään yli. Raidepuskimia on olemassa kiinteitä, liukuvia ja hydraulisia. Raidepuskimen taakse on yleensä jätettävä noin 30 metrin tyhjä tila, jotta törmäystilanteessa kalusto saadaan turvallisesti pysäytettyä. Turvaraitteissa puskin on pyrittävä sijoittamaan niin, että liikkuva kalusto ei törmäystilanteessa päädy pääraiteelle. (Liikennevirasto 2002, 79.)



Kuva 11. Raidepuskin

### Suojakisko

Suojakiskorakenne (kuva 12) on raiteen keskelle asennettava ylimääräinen kiskopari. Suojakiskoja käytetään yleensä rautatiesilloilla. Suojakiskon tehtävä on suojata kalustoa ja rakenteita mahdollisessa suistumistapauksessa. Suojakiskon käyttö edellyttää aina erikoispölkkyjä betonipölkkyraiteella. (Liikennevirasto 2002, 83.)



Kuva 12. Suojakisko (VR Track arkisto)



### Kiskonliikuntalaite

Kiskonliikuntalaitetta (kuva 13) käytetään tukikerroksellisilla teräs- tai betonisilloilla, jos samaan liikuntasaumaan vaikuttavien kansien laajenemispituus on yli 120 metriä. Liikuntalaite mahdollistaa sillan ja kiskojen lämpölaajenemisen sekä kutistumisen. (Liikennevirasto 1998, 21.)



Kuva 13. Kiskonliikuntalaite (VR Track arkisto)

### Kiintoraide

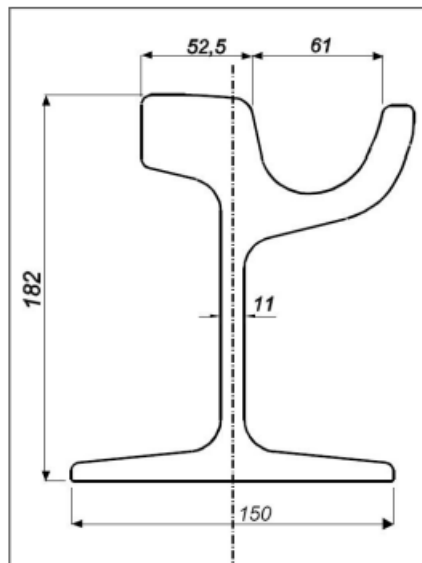
Kiintoraide on vaihtoehtoinen ratkaisu, jossa tukikerros ja mahdollisesti rata-pölkyt korvataan betonirakenteella, johon kiskot on kiinnitetty tai tuettu. Kiintoraide voidaan perustaa kallionvaraisesti tai murskekerroksen varaan tunnelin pohjalle tai betonitunnelin pohjalaattaan. (Liikennevirasto 2008b, 12.)

### Asfalttipäällysteiset satamaraiteet

Tehdasalueilla on yleisesti käytössä urakiskoraiteet. Urakiskoraiteet (kuva 14) rakennetaan käyttäen joko puuratapölkkyjä tai erikoisvalmisteisia betoniratapölkkyjä. Ratapölkkyjen välit täytetään päällysteen alapintaan saakka murskeella tai sepelillä. Päällyste valetaan urakiskoihin kiinni. Urakiskona käytetään profiilia P37 (kuva 15). (Liikennevirasto 2002, 85–86.)



Kuva 14. Asfalttipäällysteinen urakiskoraide satamassa (VR Track arkisto)



Kuva 15. Urakiskoprofiili P37

### Tasoristeykset

Tasoristeyksellä tarkoitetaan samassa tasossa olevaa tien ja radan risteystä. Tasoristeys muodostaa aina turvallisuusrisin sekä juna- että tieliikenteelle (kuva 16). Niiden määrä tulisi vähentää kaikissa olosuhteissa. (Liikennevirasto 2004, 3-5.)

Tasoristeykset vaikuttavat merkittävästi radan päällysrakenteen kunnostus- ja uusimistöihin. Tasoristeysten kunnossapidossa kiinnitetään huomiota näkemäalueeseen ja siellä mahdollisesti olevaan kasvillisuuteen, tien ja radan merkkeihin, turvalaitteisiin, tasoristeyksen kansirakenteeseen sekä tien ja kannen liitoskohtaan. (VR Koulutuskeskus 2010.)



Kuva 16. Tasoristeys (VR Track arkisto)



### 3 PÄÄLLYSRAKENTEeseen KOHDISTUVA KUORMITUS

Raiteeseen vaikuttavat erilaiset voimat kuten junan massa, junan pyrkimys kulkea suoraan, kiihdytys ja jarrutus. Myös raiteessa esiintyvät lämpövoimat, keskipakovoimat kaarteissa, tuulikuormat ja radan alusrakenteiden laatu vaikuttavat raiteeseen kohdistuviin kuormituksiin. (VR Koulutuskeskus 2010.)

Radalla liikkuvasta kalustosta aiheutuu rataan staattista, kvasistaattista ja dynaamista kuormitusta. Paikallaan olevasta junasta aiheutuu rataan staattista kuormitusta, joka on suorassa suhteessa junan painoon. Liikkeellä ollessaan junasta kohdistuu rataan kvasistaattista ja dynaamista kuormitusta. (Peltokangas ym. 2013, 14.)

Radan rakenteissa olevat viat ja niiden aiheuttamat dynaamiset kuormitustekijät ovat radan rakenteen kannalta ongelmallisia. Olemassa olevat viat lisää kuormittavat ja vaurioittavat entisestään poikkeavaa radan rakennetta, koska kuormitus kohdistuu aina samaan kohtaan. (Korkeamäki 2011, 45.)

Raiteissa esiintyy pitkittäisvoimia, jotka syntyvät lämpötilan muutoksesta, junan jarrutuksesta, kiihdytyksestä tai mäen nousun aiheuttamista voimista ja kulkuvastuksesta. Raiteet on pyrittävä mitoittamaan niin, että lämpövoimat (taulukko 3) otetaan huomioon. (Liikennevirasto 2002, 16.)

Taulukko 3. Raiteeseen vaikuttavat lämpövoimat (Liikennevirasto 2002)

Kiskopituus	Kiskoprofiili	vetoa (talvi) [kN]	puristusta (kesä) [kN]
Lk-raide	K43	91	91
	54 E1	114	114
Pk-raide	K43	350	350
	54 E1	437	437
	60 E1	485	485
Jk-raide	K43	1502	1133
	54 E1	1872	1412
	60 E1	2077	1567

Lk-raide = Lyhytkiskoraide

Pk-raide= Pitkäkiskoraide

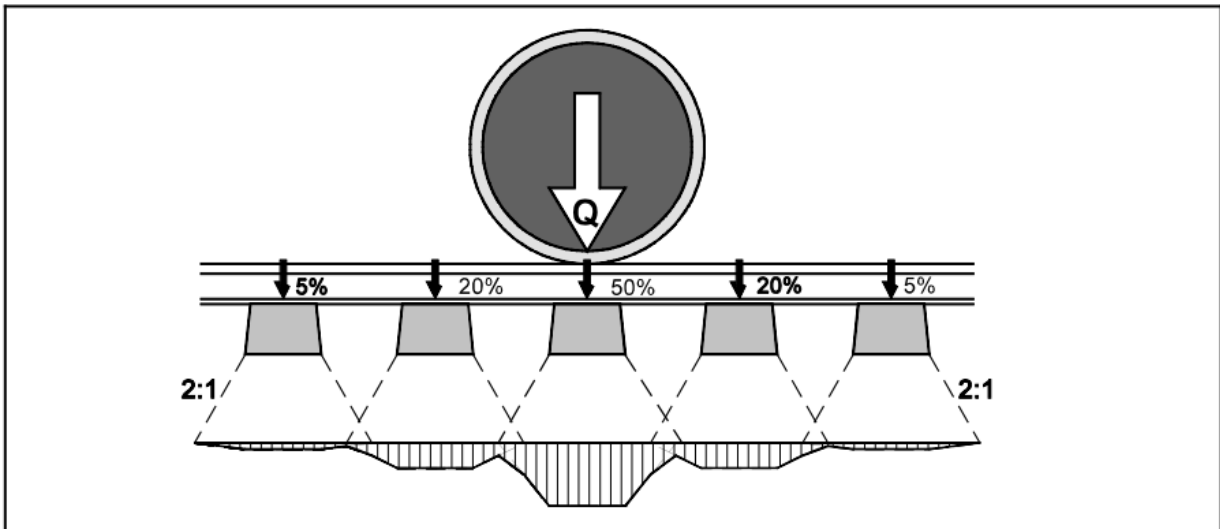
Jk-raide= Jatkuvakiskoraide

### Liikennekuormitus

Liikkuvasta kalustosta rataan kohdistuvat voimat jaetaan staattisiin, kvasi-staattisiin ja dynaamisiin voimiin.

- **Staattinen voima** kohdistuu rataan liikkuvasta kalustosta, joka on paikallaan suoralla raiteella. Voima on suorassa suhteessa junan painoon.
- **Kvasistaattinen voima** kohdistuu rataan tasaisella nopeudella liikkuvasta kalustosta. Staattisen kuorman lisätekijöitä ovat tuulivoima ja kaarteissa esiintyvät sivuttaiskiihtyvyydet.
- **Dynaaminen voima** syntyy kaluston ja radan vuorovaikutuksesta. Voimat syntyvät raiteen geometrian muutoskohdissa, radan ja kaluston virheistä sekä nopeuden ja kitkan muuttuessa. (Tunninen 2007, 23.)

Liikkuva kalusto aiheuttaa radan rakenteisiin kuormitusta (kuva 17), joka on riippuvainen kaluston massasta sekä radan kunnosta. Radan kunto vaikuttaa merkittävästi kiskon ja liikkuvan kaluston pyörien väliseen kontaktivoimaan. (Korkeamäki 2011, 49.)



Kuva 17. Kuormien jakaantuminen pölyistä tukikerrokseen (Liikennevirasto 2002)

Liikennöinti nopeus ja suuret akselipainot kuluttavat kiskoja rautatieliikennöinnin kilpailukyvyyn kustannuksella. Suurimman kuormituksen radan rakenteille aiheuttavat tavaraliikenteen kasvaneet bruttotonnit. Nopeuksien ja liikennöintipainojen noustessa kunnossapidon kustannukset kasvavat. (Jönsson 2007, 1.)

Kaluston pyörän muoto radan geometrian kunto, sekä kiskon pinta ja kallistus vaikuttavat olennaisesti siihen, kuinka liikkuva kalusto päällysrakennetta kuormittaa. Radalla on tärkeä tehtävä ohjata kalustoa kulkemaan oikeaan suuntaan. Suoralla radalla on tavoite, että kalusto kulkee tasaisesti ja vakaasti. Kaarteissa kalustoon kuitenkin kohdistuu ohjaavia voimia, jotka altistavat kiskoja kulumiselle. (Lichtberger 2005, 342–343.)

Junakuormista rataan kohdistuvat voimat ovat huomattavia ja niille on ominaista äkilliset muutokset. Kuormituksen muutoksia aiheuttavat radan geometriassa esiintyvät virheet, raiteen epäjatkuvuuskohdat kuten vaihteet, kisko- jatkokset ja tasoristeykset sekä kalustossa esiintyvät virheet, kuten lovipyörät. Rataan kohdistuvia kuormituksia tarkastellaan kolmesta näkökulmasta: pystysuuntainen kuormitus, raiteensuuntainen kuormitus ja vaakasuuntainen kuormitus. (Esveld 2001, 57.)

### Akselipaino

Akselipaino vaikuttaa olennaisesti radan päällysrakenteiden kulumiseen. Suomen rataverkolla suurin sallittu akselipaino on 25 tonnia. Suuret akselipainot luovat kuitenkin rautatieliikenteelle selvän etulyöntiaseman kasvavassa tavaraliikenteen kilpailutilanteessa. Kuljetetut nettotonnit suhteessa kulutettuun polttoaineeseen nähden ovat merkittäviä liikenteellisiä etuja. Suuret akselipainot kasvattavat radanpäällysrakenteen elinkaarikustannuksia, tämän vuoksi saatavaa hyötyä ei aina koeta merkittäväksi. (Koskela 2011, 26–27.)

### Metripaino

Metripaino tarkoittaa veturin tai vaunun staattista painoa, joka jaetaan sen metreissä ilmaistulla pituudella. Mitta otetaan puskimesta puskimeen. Suomen rataverkolla suurin sallittu metripaino on 8 t/m erikoiskuljetuksia lukuun ottamatta. (Liikennevirasto 1995, 6-7.)

### Kumulatiivinen kuormitus

Kumulatiivisella kuormituksella kuvataan päällysrakenteeseen kohdistunutta kokonaiskuljetusmäärää, kuormitus ilmoitetaan muodossa (MBRT). Kumulatiivisen kuormituksen avulla voidaan arvioida ja mitoittaa radalle tarvittavia kunnossapitotoimenpiteitä, erityisesti kiskonvaihtotarvetta. (Esveld 2001, 55.)

### 3.1 Ilmasto ja sää

Suomen rataverkko ulottuu etelästä Hangosta pohjoiseen Kolariin ja Kemijärvelle. Nykyisen rataverkon laajuus erilaisine säätiloineen tuo nykyisellään haasteita radanpitoon ja rataverkolla liikennöintiin. Ilman kosteus ja lämpötilojen laaja-alaiset muutokset tehostavat kiskojen ja muiden ratalaitteiden ruostumista. Talviaikaan jää aiheuttaa ongelmia tasoristeyksissä ja ajojohtimissa. Runsaat sateet aiheuttavat ongelmia alusrakenteen kuivumisessa ja saattavat lisätä stabiliteettiongelmia veden poisjohtumisen takia. Ratarakenteet ja sitä kautta rataverkon liikenne ovat alttiina muun muassa tuulille, sateelle, jäätymiselle ja tulville. Ääritilanteita pääse usein syntymään ja ne aiheuttavat yleensä ikäviä yllätyksiä, joista koituu haittaa ratarakenteisiin. (Saarelainen, Makkonen 2008 11–25.)

#### Sateet ja tulvat

Tulvia voi syntyä voimakkaiden sateiden seurauksena. Tulvien ei ole havaittu nousseen radalle, mutta tulvat saattavat aiheuttaa padotusta penkereisiin puutteellisen kuivatuksen vuoksi. Ratapenkereen liiallisen vettymisen seurauksena saattaa syntyä painaumuksia tai sortumavaaraa penkereissä. Rataverkolla on paljon vanhoja rumpuja, jotka saattavat aiheuttaa tulvatilanteissa ongelmia pienen kokonsa vuoksi. (Saarelainen, Makkonen 2008, 27.)

#### Lämpötilan muutokset

Alkukesästä lämpötilat nousevat voimakkaasti ja se nostaa myös kiskojen lämpötiloja äkillisesti. Kiskoihin kohdistuu suuria lämpötilaeroja, joita pääsee syntymään eri vuorokaudenaikojen välillä. Lämpötilaerot saattavat saada kiskoissa aikaan niin sanottuja hellekäyriä. Hellekäyrät aiheuttavat välittömästi korjattavia turvallisuusongelmia. Nopeat lämpötilan jäähtymiset aiheuttavat taas kiskoissa kutistumista, joka saa aikaan pakkaskatkoja, onnettomuusriskejä ja liikennehäiriöitä. Tavallisesti katkoksia syntyy syksyllä pakkasten alkessa ja keväällä, kun päivä- ja yölämpötilojen ero on suuri. (Saarelainen, Makkonen 2008, 27–28.)

#### Lumi

Lumi aiheuttaa ongelmia lähinnä vaihteisiin, sillä vaihteisiin kertyvä lumi aiheuttaa jäätymistä. Suurin ongelma on vaunun teleihin lumesta kertyvä jää, joka irtoaa vaihteiden kohdalla. Varsinaisilla linjaosuuksilla ei nykypäivänä jouduta lunta juurikaan poistamaan, sillä liikkeessä olevat junat ehkäisevät suurempien kasojen kertymistä. Vähäliikenteisillä rataosuuksilla ja liikennepaikoilla sijaitsevilla sivuraiteilla joudutaan sen sijaan harjaamaan tai vaihtoehtoisesti auraamaan ylimääräinen lumi pois.

### Routa ja sulaminen

Lämpötila vaikuttaa olennaisesti roudan syvyyteen. Mikäli talvi on suhteellisen lämmin, roudan syvyys pienenee ja sitä kautta sen vaikutukset pohjamaan vähenevät. Routaongelmia lisäävät pohjamaan sekoittuminen, jauhaantuminen tukikerroksissa, radassa esiintyvät epäjatkuvuuskohtat kuten sillat, rummut, tasoristeykset, riittämätön rakennekerroksien paksuus, vanhat routaristeet ja mahdolliset kuivatusongelmat. Routaongelmat ilmenevät kasvavina epätasaisuuksina, jotka ovat havaittavissa pakkaskauden aikana. Roudan nousun aiheuttamat epätasaisuudet ovat suurimmillaan keväällä. Routamittauksia tehdään pääasiassa huhti-toukokuussa, jolloin on havaittu epätasaisuuksien olevan voimakkaimmillaan. Tehtyjen mittauksien perusteella ei pystytä toteamaan, johtuvatko radan epätasaisuudet routimisesta vai sulamispehmenemisestä. (Saarelainen, Makkonen 2008, 29.)

## 4 TAMPERE–PARKANO -RATAOSAN OMINAISUUDET

### Kiskot

Tampere–Parkano välisen rataosuuden kiskot on vaihdettu vuosina 1997–1998. Kiskoihin kohdistunut kumulatiivinen kuormitus vuoden 2010 loppuun mennessä oli 167 miljoonaa bruttotonnia. Vuositasolla kiskoihin kohdistuva tonnimäärä on 11,9 miljoonaa bruttotonnia. Rataosan kolmella liikennepaikalla on kiskoille suoritettu kunnossapitohiontaa vuonna 1999. (Liikennevirasto 2010.)

Rataosalla olevalle 60 E1 kiskotyypille on RATO 11 mukaan määritetty ohjeelliseksi vaihtorajaksi 450 miljoona bruttotonnia. Tämänhetkisillä vuosittaisilla kuljetusmäärillä kiskojen ohjeellinen vaihtoraja täyttyisi vuonna 2033. Kävelytarkastuksissa viimeisen kahden vuoden ajalta yleisimpiä havaittuja kiskovikoja ovat kalustosta aiheutuneet ympärilyönnit. Ympärilyöntien pituus vaihtelee kiskoissa merkittävästi. Näin ollen kunnossapitotoimenpiteet voivat olla joko yksittäisiä paikkahitsauksia tai kiskonvaihtoa esimerkiksi 10 metrin matkalta. Säännöllinen kiskonhionta pidentää kiskojen elinkaarta. Tarkastustuloksien perusteella kiskoissa ei ole tällä hetkellä vielä havaittavissa selkeitä liikenteestä aiheutuneita väsymisen merkkejä. (VR Track 2008–2013.)

### Kiinnitykset

Kiskon kiinnitykset on kyseisellä rataosalla asennettu samaan aikaan kuin kiskot eli vuosina 1997–1998. Kiskon kiinnityksissä on radan kävelytarkastustulosten mukaan havaittavissa yksittäisiä kiinnitysten puuttumisia eri kohdissa. Puuttuvat ja vioittuneet kiinnikkeet pyritään lisäämään tehtyjen tarkastuksien yhteydessä. (VR Track 2008–2013; Lavapuro, haastattelu 22.3.2013.)

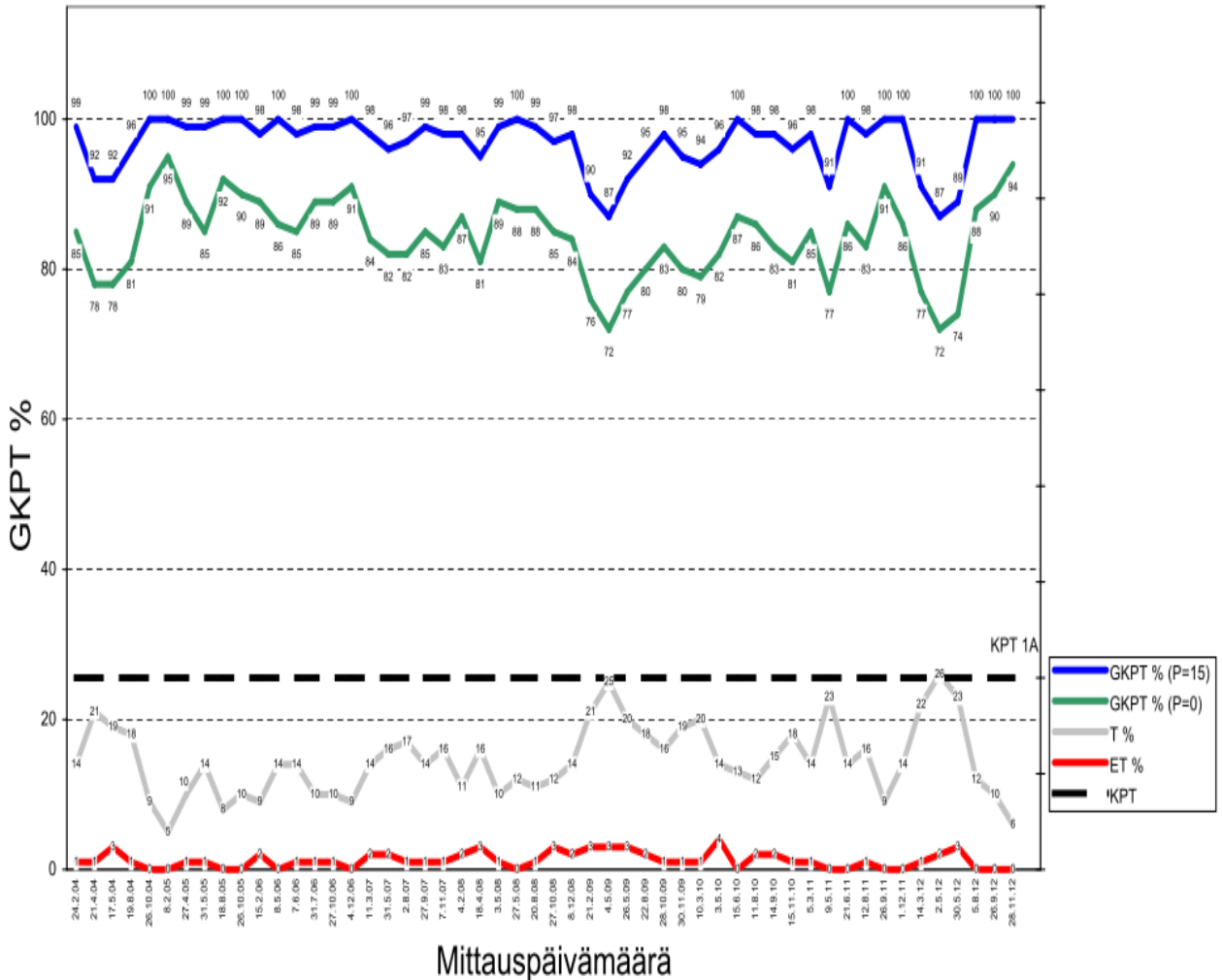
### Pölkyt

Rataosalla on käytössä betonipölkkyt, jotka ovat Parma betonin valmistamia ja ovat tyypiltään PB89. Pölkkyt on asennettu rataosalle vuosina 1995–1997. Betonipölkkyjen käyttöikäennuste on 40 vuotta. Tämän hetken liikennetietojen perusteella voidaan olettaa, että pölkkyt tulisivat elinkaarensa päähän vuonna 2035. Radan kävelytarkastus- ja korjausraportin mukaan pölkkyissä ei ole tällä hetkellä havaittavissa pahoja kulumisen merkkejä. Muutamia hajanaisia pölkkyjä on vaihdettu lohkeamisen takia, mutta vaihdettu määrä ei ole hälyttävän suuri.

Tukikerros

Tukikerros on vaihdettu rataosalle vuonna 1997. Radan tarkastustuloksissa käy kuitenkin ilmi, kuinka tukikerroksessa esiintyvät ongelmat, korostuvat raidegeometria virheinä keväisin ja syksyisin. Kesäaikaan tehtävät kunnossapitotoimenpiteet kuitenkin osoittavat geometriavirheiden vähenevän selkeästi (taulukko 4). Tukikerroksen kunnossapitotoimenpiteenä tehtävä raiteen tukeminen kuitenkin vahingoittaa jauhautunutta tukikerrosta entuudestaan. Tukikerroksen kestoikä vaihtelee suhteessa liikenteen määrään, Tampere – Parkano välisellä rataosalla vuosittaisen 11,9 Mbrt:n kuljetusmäärän perusteella voidaan olettaa tukikerroksen elinkaaren olevan 30–35 vuotta, jolloin tukikerroksen vaihto aika ajoittuu vuosien 2027–2035 väliselle ajalle.

Taulukko 4. Raidegeometria virheet rataosalla Lielähti - Seinäjoki (VR Track EMMA Vuosiraportti 2012)



Päällysrakenteen geometrisen kunnan havainnollistamiseksi on kehitetty kuntoindeksi, jota kutsutaan geometrisen kunnan palvelutasoksi (GKPT) ja sen ohjearvo on 100 %. Mikäli jonkun tarkasteluvälin GKPT-luku on 100 %, se täyttää päällysrakenteen geometrisen kunnan osalta sille asetetut vaatimukset.

Päällysrakenteen geometrisen kunnan palvelutaso määritellään seuraavasti:

$$\text{GKPT} = 100 \% + (\text{sallittu } T \% - \text{nykytilanne } T \%) - \text{ET} \%$$

$T \% =$  Tyydyttävien kilometrien prosentuaalinen osuus tarkasteluvälillä.  
Tyydyttävien kilometrien prosentuaalinen osuus tarkasteluvälillä (sallittu  $T \%$ ) saa olla normaalisti 15 %. Pysyvistä nopeusrajoituksista, työmaista yms. johtuen sallittu  $T \%$  voi olla myös normaalista poikkeava lievempään suuntaan. (Ratahallintokeskus 2005, 21–22.)

Osassa vaihteista on havaittavissa normaaleja kalustosta aiheutuneita ympärilyöntejä kiskoihin (kuva 18).



Kuva 18. Ympärilyöntejä vaihteessa



### Johtopäätökset

Tampere–Parkano välisen radan päällysrakenteen osat on uusittu pääosin 90-luvun lopussa. Liikenteen kuormituksesta riippuen päällysrakenteosien elinkaari on keskimäärin noin 30 vuotta. Oikealla tavalla kohdistetulla kunnossapidolla on tärkeä rooli päällysrakenteen osien kestävyys-suhteen. Tämänhetkiselä liikennekuormituksella kiskoille on tehtävä kunnossapitohiontaa puolen vuoden välein. Kiskohionnan ohjeellinen suositus RATO:n mukaan on 5 miljoonan bruttotonnin välein. Tukikerroksen ohjeellinen kestoikä ulottuu vuoteen 2032. Tämän hetkisten radantarkastustulosten perusteella merkittäviä geometriavirheitä ei ole havaittavissa. Puhdistusseulontaa ei näillä näkymin tarvita vielä ainakaan kymmeneen vuoteen. Pölkyt kestävät arviolta vuoteen 2035 asti. Elinkaaritaloudellisesti ajateltuna tukikerroksen uusimisen yhteydessä vuonna 2032 olisi syytä vaihtaa myös uudet kiskot ja mahdollisesti myös pölkyt. Pölkynvaihto kannattaa toteuttaa tukikerroksen ja kiskojen vaihtamisen yhteydessä, jolloin saadaan kaikki päällysrakenteen osat samanikäisiksi. Pölkyt voidaan kyseistä mallia noudattamalla kierrättää vielä muualle rataverkolle käytettäväksi.

## 5 OLEMASSA OLEVAT TIEDOT

Rataverkolla sijaitsevista raiteista on olemassa paljon erilaista tietoa. VR Track Oy:n suunnittelu ylläpitää erilaisia rekistereitä Liikenneviraston toimeksiannosta. Rekisterit sisältävät erilaisia tietoja raiteiden geometriasta, sijainnista, päällysrakenteiden tyypeistä ja raiteiden käyttötarkoituksesta. Tietoa on olemassa paljon eri muodoissa. Tiedonhakijan ei ole aina välttämättä kovin helppoa löytää tarvitsemaansa tietoa. Tietokantoja on olemassa useita ja niiden tietojen tarkasteluun tarvitaankin yleensä erillinen lupa ylläpitävältä taholta. Eri rekistereillä on vastuuhenkilöt sekä toimittajan että tilaajan puolelta. Radanpidon rekistereitä on olemassa yhteensä 31 kappaletta. Kaikkien rekisterien yhteisenä peruskortistona toimii aluetietorekisteri, joka kattaa koko rataverkon ja osan yksityisraiteista.

Ratateknisiä tietoja sisältäviä ja raiteiden teknisiin ominaisuuksiin keskittyviä rekistereitä on olemassa useita: raiteiden määrittely-, ratatieto-, raideominaisuus-, tasoristeys-, kiskovika-, raidegeometria-, raiteistokaavioiden päivitys- ja vaihderekisteri. Rataverkon liikennöintiä tukevia rekistereitä ovat ympäristötietojen julkaisu, erikoiskuljetusten esterekisteri, jarrupainojärjestelmän rata- ja opastintiedot, pehmeikkörekisteri, kalliroleikkausrekisteri, tunnelirekisteri, siltarekisteri, rumpurekisteri, routapaikkarekisteri, nopeuskaavioiden päivitys, linjakaavioiden hallinta, reittikirjojen hallinta, merkkirekisteri ja raiteen suurimman nopeuden rekisteri. (VR Track 2012, 1-2.)

### 5.1 Rekisteritiedot

Rekisterit sisältävät paljon erilaista tietoa raiteiden ominaisuuksista. Aluetietorekisterissä raiteista on ilmoitettu sijaintikunta, kunnossapitoalue, kunnossapitäjä sekä isännöintialue. Jokaiselle rekisterissä olevalle raiteelle on ilmoitettu myös sijaintiraidetunnus. Sijaintiraitteella on erilaisia ominaisuuksia joita ylläpidetään pää- ja sivuraiderekisterissä. Rataverkolla on pääraiteita 731 kappaletta, sivuraiteita on 3006, kujaraiteita 614 ja turvaraiteita 269. Ylläpidettävien rekistereiden tietojen perusteella laaditaan vuosittainen rataverkkoseloste. (VR Track 2012, 3.)

Raiteiden ominaisuusrekisteri sisältää radan päällysrakenteesta tärkeää tietoa. Ominaisuusrekisteri toimii yhteistoiminnassa pää- ja sivuraiderekisterien kanssa.

Pääraiderekisterissä ylläpidettäviä tietoja ovat:

- Päällysrakennetiedot (kiskotus, pölkytys, sepelöinti kiskon jatkuvuus)
- Sähköistys
- Päällysrakenneluokka
- Omistaja
- Raiteen käyttötarkoitus, henkilö vai tavaraliikenne

- JKV, kauko-ohjattu ja suojastettu (ratakm)

Sivuraiderekisterissä ylläpidettäviä tietoja ovat:

- Raidenumero (raiteen kaupallinen numero)
- Raidetyyppi (Pää, sivu, kuja, turvaraide)
- Hyötypituus
- Käyttöpituus
- Raiteen todellinen pituus (alku- ja loppupisteen välinen etäisyys)
- Kiskotyyppi
- Uusi/käytetty kisko
- Kiskotusvuosi
- Pölkkytyyppi
- Uusi/kierrätyspölkky
- Pölkytysvuosi
- Kiinnitystyyppi
- Tukikerrostyyppi
- Sähköistyksen pituus raiteella
- Sallitut akselipainot ja niitä vastaavat nopeudet
- Laiturityyppi (matala henkilölaituri, korkea henkilölaituri, sivukuorma-laituri, päätykuorma-laituri, em. kunnossapitotiedot)
- Laituripituus ja laituriraiteen numero
- Varusteet (raidepuskimet, vaa'at, raiteensulut)

(Liikennevirasto 2013–2014, 5.)

Kiskovikarekisteri toimii myös tärkeänä apuvälineenä radan päällysrakenteen kunnon seuraamisessa. Kunnossapitäjä ilmoittaa kiskoissa esiintyvät viat tekemällä kiskovikailmoituksen. Kiskovikailmoitusten perusteella voidaan seurata kiskoissa esiintyvien vikojen määrää ja valvoa niille tehtäviä korjaustoimenpiteitä. Vuosittain tehtävässä kiskovikojen hallintaraportissa nousee yleensä esille samat ongelmarataosuudet, joissa kiskojenvaihto olisi tullut toteutettua jo vuosia sitten. (Liikennevirasto 2012, 2.)

### 5.2 Radanpitoon liittyvät tarkastukset ja tietokannat

Kunnossapitäjän edustaja on velvoitettu tekemään radalle erilaisia tarkastuksia joiden avulla pystytään toteamaan radan tekninen kunto ja kunnossapitoluokan sille asettamat vaatimukset. Tarkastuksissa radan kunto on tunnettava niin hyvin että voidaan varmistaa radan käytettävyys ja todeta liikenneturvallisuuden säilyvyys. Ratojen tarkastus on viranomaisen ohjaamaa toimintaa jota johtaa Liikennevirasto. Tehdyissä tarkastuksissa on tärkeää havaita alkavia vikoja ja puutteita, jotka kehittyessään saattaisivat vaarantaa radan käytettävyyttä ja turvallisuutta. Tarkastustuloksien avulla voidaan myös varmistaa, että radan liikenteellinen palvelutaso pysyy ennallaan. Lisäksi tarkastuksista saatavien tietojen perusteella kunnossapitotyöt voidaan kohdistaa oikein, jol-

loin saadaan niiden taloudellisuus varmistettua. Rakenneosien käyttöiän määrittämisen ja radan elinkaaren arvioinnin kannalta tarkastustoiminta on myös tärkeässä roolissa. (Liikennevirasto 2004, 14–15.)

Radan tarkastustarpeet ja tehtävät tarkastukset määräytyvät radan kunnossapitotason perusteella. Tarkastuksista kertyvä aineisto säilytetään vähintään kolme vuotta, pois lukien tarkastusvaunun tuottama aineisto, joka säilytetään vähintään kymmenen vuotta. Siltatarkastuksissa syntyvät asiakirjat säilytetään koko sillan olemassaolon ajan. Tarkastuksissa tehtävät raportit ja pöytäkirjat ovat Liikenneviraston omaisuutta ja niiden säilyttämisestä vastaavat radan tarkastuspalvelujen tuottaja, radan rakentaja ja radan kunnossapitäjä. (Liikennevirasto 2004, 15.)

### Radalle tehtävät tarkastukset

Radalle tehtäviä tarkastuksia ovat radan tarkastusvaunumittaukset, kävelytarkastukset, kiskojen ultraäänitarkastukset, tarkastus liikkuvasta kalustosta, raidevoimamittaukset, aukean tilan ulottuman mittaus, jatkosrakojen tarkastusmittaus, vaihteiden tarkastukset ja siltatarkastukset. (Liikennevirasto 2004, 19–39.)

### Radan tarkastusvaunumittaukset

Tarkastusvaunumittaus suoritetaan koneellisesti erillisellä tarkastusvaunulla. (kuva 19). Tarkastuksissa tutkitaan raiteen geometrista kuntoa ja sähköradan ajolangan suhteellista asemaa raiteeseen nähden. Mittauksien avulla seurataan raideleveyttä, kallistusta, radan korkeuspoikkeamaa, kieroutta ja nuolikorkeutta. Ajolangasta mitataan korkeus, siksak ja pituuskaltevuus. Tarkastustuloksia käytetään kunnossapidon ohjaukseen, paikallisten virheiden korjaamiseen, sekä apuna laajempien kunnossapito-ohjelmien ohjelmointiin. (Liikennevirasto 2004, 19.)

### Maatutkaus

Maatutkaus voidaan suorittaa käyttämällä erikoislaitteistoa. Tutkauksessa saadaan tietoa maaperän eri rakennekerroksien paksuudesta ja ominaisuuksista. Tukikerroksen jauhautuneisuutta selvittäessä maatutkaus on ainoa luotettava keino.



Kuva 19. Radan tarkastusvaunu EMMA (VR Track)

Tarkastusvaunumittauksista tuotetaan erilaisia raportteja Liikennevirastoa ja radan kunnossapitäjää varten. Radan tarkastusvaunun tuottamaa materiaalia kutsutaan Emma-aineistoksi. Tuotettuja raportteja ovat tarkastuskäyrä, numeerinen tuloste ja kokonaisuhteen veto. Mittaustuloksia voidaan käsitellä ja jatkojalostaa ja niistä voidaan tuottaa yksilöllisiä raportteja erilaisten tarpeiden mukaan. (Liikennevirasto 2004, 43.)

### Radan kävelytarkastukset

Radan kävelytarkastukset ovat säännöllisesti kävellen tehtäviä, näköhavaintoihin perustuvia radan kunnan tarkastuksia. Tarkastuksen suorittaa yksi henkilö, joka kulkee rata-alueella laatie samalla näkemästään tarkastusdokumentin. Tarkastuksissa voidaan käyttää apuna myös mittalaitteita. Tarkastuksissa kiinnitetään huomiota pölkkyjen kuntoon, kaapelikouruihin, siltarumpuihin, radan tukikerrokseen, kiskovikoihin, kiinnityksiin ja radan erikoisrakenteisiin. Tarkastustuloksista laaditaan tiedosto, joka toimitetaan kunnossapitäjälle ja tilaajan edustajalle. Viat tilastoidaan kunnossapitäjän arkistoon, josta voidaan valvoa niiden kunnossapitotoimenpiteitä ja arvioida radan perusparannustarvetta. (Liikennevirasto 2004, 39.)

### Jatkosrakojen tarkastusmittaukset

Jatkosrakojen tarkastusmittauksien tavoitteena on todeta lyhyt- ja pitkäkiskoraiteiden jatkosrakojen riittävä pituus kiskojen lämpölaajenemista varten. Oikeanlaisilla jatkosraoilla estetään hellekäyrien syntyminen, ehkäistään

jatkospölkkyjen rikkoutumista sekä vähennetään sidekiskopulttien ja reikien murtumisia. Jatkosrakojen tarkistusmittauksia tehdään tarpeen vaatiessa. Kävelytarkastuksissa voidaan havaita jatkosrakojen olevan suuruudeltaan epätaisia, jolloin on syytä suorittaa jatkosraoille tarkempia mittauksia. Lämpimänä aikana on kiinnitettävä erityistä huomiota pieniin tai kiinni oleviin jatkosrakoihin. Mittauksissa käytetään mittakiilaa tai työntömittaa, joka laitetaan kiskon päiden väliin. Mittauksissa tehtävä pöytäkirja toimitetaan kunnossapitäjälle ja tilaajan edustajalle mahdollisia toimenpiteitä varten. Uusien lyhyt- ja pitkäkiskoraiteiden rakentamista pyritään välttämään, koska jatkosraot aiheuttavat ylimääräisiä kunnossapitokustannuksia ja ovat kestävyydeltään huonompia kuin jatkuvakiskoraiteet. (Liikennevirasto 2004, 27–28.)

### Kiskojen ultraäänitarkastukset

Kiskojen ultraäänitarkastukset suoritetaan ultraäänilaitteella, jolla pystytään toteamaan kiskoissa tai vaihteissa mahdollisesti esiintyviä sisäisiä vikoja. Ultraäänitarkastuksesta laaditaan tarkastuspöytäkirja ja havaitut viat merkitään liidulla viallisen kiskon varteen. Tarkastuksien jälkeen kiskoille tehdään kunnostus- tai vaihtotoimenpiteitä. (Liikennevirasto 2012, 4-5.)

Kaikki kiskoissa ja kiskojen hitsauskohdissa ilmenevät viat eivät välttämättä aiheuta kiskoissa välittömiä murtumia. Kiskoviat kasvavat yleensä liikennekuormituksen vaikutuksesta ja saattavat aiheuttaa kiskon katkeamia myöhemmässä vaiheessa. Liikenteen laadulla ja määrällä on myös merkittävä vaikutus kiskoissa syntyvien jännitysten vaihteluissa. (Liikennevirasto 2004, 28.)

Tarkastustiheyteen vaikuttavat olennaisesti raiteen kunnossapitotaso, vuosittainen kuormitus, pitkäaikaisesta liikennekuormituksesta johtuva väsyminen, vaarallisten aineiden kuljetusmäärät, henkilöliikenne ja toistuvasti esiintyvät kriittiset viat. Normaalisti kiskot tarkastetaan viiden vuoden välein, mutta säännöllisen henkilöliikenteen 250kN:n akselipainoisilla ja jatkuvakiskoraiteisilla rataosuuksilla kiskot tarkistetaan vähintään kerran vuodessa. Vaarallisten aineiden merkittävä kuljetusmäärä saattaa myös lyhentää tarkastusväliä. (Liikennevirasto 2012, 5.)

Ultraäänitarkastuksissa kiskoista tehdään tarkastuspöytäkirjat, jotka toimitetaan kunnossapitäjälle ja Liikenneviraston edustajalle. Tarkastuspöytäkirjan tietojen perusteella kiskoviat tallennetaan kiskovikarekisteriin. Rekisteri sisältää tiedot yli 19 000 kiskoviasta. Vuosittain uusia rekisteriin lisättäviä kiskovikoja ilmenee 3 000–5 000 kappaletta ja useita satoja kiskovikoja korjataan kiskonvaihtojen seurauksena. (Liikennevirasto 2012, 7.)

### Tarkastus liikkuvasta kalustosta

Liikkuvasta kalustosta tehtävissä tarkastuksissa havainnoidaan raidevirheitä junasta tai muusta liikkuvasta ajoneuvosta kuten rata-autosta, ratakuorma-autosta tai veturista käsin. Virheiden havainnointi perustuu aistiensavaraiseen toimintaan, jossa voidaan käyttää apuna myös kiihtyvyyttä mittaavia laitteita.

Raidevirheiden lisäksi tarkastuksissa pyritään havainnoimaan myös radan kunnossapitoon ja junaturvallisuuteen liittyviä asioita. Tarkastelua vaativat kohteet ovat: opastimien ja merkkien näkyvyys, ojien ja rumpujen toimivuus, kasvillisuus, penkereet ja tukimuurit, rataa suojaavat aidat ja tasoristeysnäkemät. (Liikennevirasto 2004, 39.)

Tarkastuksissa todetut virheet ilmoitetaan kunnossapidosta vastaavalle henkilölle. Junaturvallisuuteen liittyvät asiat on ilmoitettava välittömästi kunnossapitovastuulliselle. Junaturvallisuuden varmistamiseksi tarkastaja voi asettaa rataosalle tilapäisen nopeusrajoituksen. Liikkuvasta kalustosta tehdyt havainnot voidaan myös tutkia tarkemmin käyttämällä muita radan tarkastusmenetelmiä apuna. (Liikennevirasto 2004, 40.)

### Raidevoimamittaukset

Raidevoimamittauksia tehdään pääasiallisesti liikkuvan kaluston kulkuominaisuuksien mittaamiseksi. Mittaukset suoritetaan erityisellä mittauspyöräkerällä, jolla tutkitaan liikkuvasta kalustosta rataan kohdistamia pysty- ja vaakavoimia. Raidevoimamittauksia suoritetaan, mikäli on syytä epäillä radassa pysyviä muodonmuutoksia, heikkenemistä matkustusmukavuudessa ja vastaanotettaessa uutta tai perusparannettua rataa, jolla  $V_{max} > 140$  km/h. (Liikennevirasto 2004, 25.)

Raidevoimamittaus tehdään rataosalle suurinta sallittua nopeutta käyttäen. Uuden tai perusparannetun radan vastaanottojen ja käyttöönottojen yhteydessä ja mikäli radan nopeustaso nousee, mittaus tehdään  $V_{max} + 10\%$ . Mittauksista tehtävät raidevoimamittauks tulokset ja mittausraportit toimitetaan kunnossapitäjälle ja tilaajan edustajalle toimenpiteitä varten. (Liikennevirasto 2004, 25–26.)

### Aukean tilan ulottuman mittaus

Aukean tilan ulottumalla taataan raiteella liikkuvalla kalustolle ja sen henkilökunnalle turvallinen ja esteetön kulku rautatieympäristössä. Ulottumamittauksilla pyritään varmistumaan siitä, että määräyksiä on noudatettu. Mittauksia suoritetaan uuden tai perusparannetun radan käyttöönoton ja vastaanoton yhteydessä. Rataosuuksille voidaan tehdä myös erillisiä tarkastusmittauksia, mikäli rakenteita on muutettu tai on syytä epäillä olemassa olevan tiedon luotettavuutta. Mittaaja tekee suoritetusta mittauksesta aukean tilan mittausraportin. Raportista on käytävä ilmi kaikki aukean tilan ulottuman poikkeamat. Mittausraportti toimitetaan kunnossapitäjälle ja tilaajan edustajalle, joka varmistaa poikkeamatietojen viennin Liikenneviraston rekisteriin. (Liikennevirasto 2004, 26–27.)

### Vaihteiden tarkastukset

Vaihteiden tarkastukset aikataulutetaan vaihteiden tyyppien mukaan. Pääraidevaihteet, joiden suoran raiteen suurin nopeus on yli 120 km/h, tarkaste-

taan vähintään neljä kertaa vuodessa. Muut pääraiteilla sijaitsevat vaihteet tarkastetaan vähintään kaksi kertaa vuodessa. Sivuraiteilla sijaitsevat vaihteet on tarkastettava joka toinen vuosi. Mikäli vaihteisiin kohdistuu normaalia suurempaa kuormitusta, on tarkastusväliä tihennettävä. Vaihteiden tarkastuksessa käytetään apuna tarkoitukseen sopivia menetelmiä, laitteita ja mittapuvälineitä. Tarkastuksissa pyritään selvittämään vaihteen mitat, jotta voidaan varmistaa vaihteen turvallinen liikennöitävyys. Liikenne rasittaa vaihteen osia eri tavalla ja sen vuoksi vaihteiden tarkastajan on syytä tuntea vaihteen rakenne ja toiminta hyvin. Vaihteiden kiinnitysosien kunto tarkastetaan silmämääräisesti, liikkuvien vaihteenosien välyksiä mitataan rakotulkeilla. Vaihteiden tarkastuksista laaditaan tarkastuspöytäkirjat, jotka kunnossapitäjän on säilytettävä vähintään kaksi vuotta. Sivuraidevaihteet, jotka tarkastetaan kahden vuoden välein, tulee säilyttää myös aikaisemman tarkastuksen pöytäkirjat. Tarkastustulokset puretaan työohjelmiin mahdollisimman pian tarkastuksen jälkeen. Kunnossapitosopimuksen päätyttyä arkistoidut vaihteentarkastuspöytäkirjat on toimitettava Liikennevirastolle. (Liikennevirasto 2013b, 7-8.)

### Siltatarkastukset

Siltatarkastuksia tehdään vuosittain radan kävelytarkastusten yhteydessä. Vuositarkastuksissa todetaan sillan kunto ja ne toimenpiteet, jotka voidaan toteuttaa peruskunnossapidon puitteissa. Silloille suoritetaan päätarkastus seitsemän vuoden välein. Päätarkastuksessa kerätään tietoja siltojen vaurioista kunnossapidon ohjelmointia ja erikoistarkastuksia varten. Tarkastuksessa kaikki vauriot, toimintahäiriöt, tukkeumat ja painumat kirjataan erityisille tarkastuslomakkeille. Kuntotietoja verrataan aiempiin tietoihin, jolloin voidaan seurata vaurioiden kehittymistä ja esitettyjen korjaustoimenpiteiden toteutumista. (Liikennevirasto 2000b, 33–35.)

Rautatiesilloista on olemassa siltarekisteri, johon rekisterin ylläpitäjä tallentaa sillansuunnittelusta saatavat hallinnolliset tiedot ja tarkastuksista kerätyt kuntoon liittyvät tiedot tietokantaan. Vuosittain laadittava siltojen hallintaraportti sisältää siltarekisteriin tilastoitua tietoa, päätarkastusten loppuraportteja, kuvauksen siltojen kuntotasosta sekä arvion kunnossapitotoimenpiteisiin tarvittavista määrärahoista. (Liikennevirasto 2000b, 33.)

### 5.3 Kehitysehdotukset tiedonhallintaan

Tällä hetkellä radanpidon rekistereitä on 31 kappaletta. Rekisterit ovat kaikki jollakin tavalla liitoksissa toisiinsa. Etsityn tiedon luotettavuus joudutaan siis varmistamaan useamman rekisterin kautta. Rekistereiden ongelma on myös se, että niissä oleva tieto ei ole kaikkien saatavilla. Kunnossapidon ja rakentamisen liiketoimintayksiköt eivät pääse suunnittelun ylläpitämiin rekisteritietokantoihin lainkaan käsiksi. Heillä on käytössään ainoastaan Liikenneviraston julkiset tietokannat, jotka eivät välttämättä sisällä ajantasaisinta tietoa.



Näin ollen tarkentavat tiedot joudutaan aina pyytämään erikseen rekistereiden ylläpitäjiltä. Radan kunnossapitoa ja rakentamista suoritettaessa rekisteritiedot helpottaisivat töiden suorittamista huomattavasti.

Rekisterien tietojen paikkansapitävyyden kannalta on koettu ongelmalliseksi se, että rakennuskohteissa tehtävistä muutoksista ei ilmoiteta rekistereiden ylläpitäjille. Projekteissa tehtävät päällysrakennemuutokset arkistoidaan lähes poikkeuksetta asianmukaisesti. Kyseisten tahojen välillä tiedonvälitystä tulisi kehittää huomattavasti. Tällä hetkellä on meneillään muutamia projekteja, joissa on erikseen nimetty laatuinsinööri tai vastaava henkilö, joka vastaa tehtyjen muutosten arkistoinnista ja niiden toimittamisesta rekistereiden ylläpitäjille. Tällaista toimintaa tulisi lisätä pienemmissäkin rakennushankkeissa, jolloin voitaisiin varmistua ajantasaisesta tietojenvälityksestä kyseisten tahojen välillä. Vanhoilta rataosilta ei ole välttämättä saatavissa rakentamisen aikaisia tietoja, koska ne ovat aikanaan tehty paperille ja arkistointiajat ovat umpeutuneet, jolloin materiaalia on hävitetty. Useissa tietokannoissa on havaittavissa samaa ongelmaa. Sillat ovat tällä hetkellä ainoita, joista säilytetään kaikki tarkastus- ja korjaustiedot niiden koko olemassaoloajalta. Kyseistä ongelmaa ei välttämättä tiedosteta tällä hetkellä, mutta tulevaisuudessa kun vanhat rataosat tulevat perusparannettavaksi, on rakennusvaiheiden aikainen materiaali tarpeellista. Rekistereiden parantamisessa tärkeässä roolissa ovat rakennuttaja konsultti ja tilaaja. Uusien rataosien käyttöönottoprosessien yhteydessä on tärkeää toimittaa uusien rataosien tiedot ajallaan rekisterien ylläpitäjille.

## 6 PÄÄLLYSRAKENTEEN HALLINTARAPORTIN SISÄLTÖ

Hallintaraportin perusteella on tavoite luoda yleiskuvaus jostain tietystä rataosasta ja pyrkiä käyttämään sitä apuna kunnossapitotarpeen määrittämisessä. Raporttia apuna käyttämällä pyritään luomaan selkeä ja tiivistetty näkemys tulevien kunnossapitotoimenpiteiden ajankohdasta.

### Rataosan perustiedot

Rataosan perustiedoista on tärkeä käydä ilmi rataosan tarkka sijainti, alku- ja loppukilometri, kyseessä olevan radan rakennusvuosi tai mahdollinen uusimisvuosi, sähköistystiedot ja päällysrakenteen luokka sekä rataosan vuosittainen liikennemäärä ja liikenteen laatu. Liikenteen määrä ja laatu vaikuttavat olennaisesti päällysrakenteen osien kulumiseen ja siksi onkin tärkeää tietää radalla kulkeva vuosittainen bruttotonnimäärä suhteessa uusimisvuoteen. Kunnossapitotaso ja kyseisen rataosan kunnossapidosta vastaava taho ovat myös erittäin tärkeää tietoa.

### Päällysrakennetiedot:

- Päällysrakenneluokka, päällysrakenteen ikä
- Kiskopaino, kiskoviat ja kiskoille tehdyt ultraäänitarkastukset
- Pölkkytyyppi ja niiden kunto yleisesti, esim. mahdollinen rapautuminen
- Tukikerroksen materiaali-, rakeisuus- ja kovuustutkimukset, maatutkaus
- Kiinnitystyyppi
- Päällysrakenteelle tehdyt uusimistoimenpiteet ja niiden ajankohta
- Tulevat perusparannuskohteet tai kehityshankkeet

Suurin osa tiedoista löytyy rataosakohtaisesti ylläpidettävistä rekistereistä. Mikäli tietoa ei ole rekisterissä, se käy todennäköisesti ilmi kunnossapitajan tekemistä tarkastusmateriaaleista.

Kunnonhallintaraporttiin merkitään eri päällysrakenteen osien tarkat tiedot. Kiskojen osalta käy ilmi kiskopaino, kiskotusvuosi, kiskoissa mahdollisesti esiintyvät kiskoviat sekä tehdyt ultraäänitarkastukset ja kunnossapitohiontatiedot.

Pölkkyjen osalta ilmoitetaan pölkkytyyppi ja asennusvuosi. Raporttiin merkitään pölkkyjen yleinen kunto, mahdolliset rapautumat ja halkeamat sekä puupölkkyjen osalta mahdolliset lahoamiset. Mikäli rataosalle on tehty hajavaihtoa, niin tiedoista käy ilmi koska ja kuinka pitkältä matkalta.

Tukikerroksen tiedoista käy ilmi käytetty materiaali ja ikä. Kuntotiedoissa perehdytään tarkemmin mahdollisesti esiintyviin vaurioihin, kuten painumat, jauhautuminen ja mahdollinen hienoaines. Raporttitiedoissa on myös ilmoitettu, mikäli maatutkaus ja puhdistusseulonta on tehty kyseiselle rataosalle ja onko seulonnan yhteydessä asennettu routaeristystä.

Kiinnitystiedoissa käy ilmi kiinnitysten asennusvuosi ja käytetty tyyppi. Kuntotiedoissa on ilmoitettu viallisten ja puuttuvien kiinnikkeiden määrä.

Raportissa esitettyjen tietojen perusteella tulisi käydä ilmi, minkälainen on tarkastetun rataosan yleiskunto ja eri päällysrakenteen osien kunto erikseen. Raportin tietoja apuna käyttäen voidaan helpommin määrittää eri päällysrakenteen osille tehtävät normaali kunnossapidosta poikkeavat korjaustoimenpiteet tai mahdolliset rakenteiden uusimistoimenpiteet.

### Yhteenveto

Kunnossapitäjä tuottaa kunnossapidon puitteissa materiaalia radan teknisestä kunnosta tekemiensä tarkastuksien perusteella. Radantarkastusvaunun tekemillä mittauksilla saadaan tietoa radan geometrian kunnosta. Radantarkastusvaunun mittaustulosten perusteella saadaan yleinen käsitys rataosan palvelutasosta. Tarkastusvaunulla tehdyissä tarkastuksissa ei kuitenkaan havaita yksityiskohtaisia puutteita eri päällysrakenteen osista. Radan tarkastusvaunun tarkastustuloksien ja tämän päällysrakenteen hallintaraportin avulla voidaan muodostaa tarkempi käsitys eri rakenneosien teknisestä kunnosta sekä rataosuuden yleisilasta. Radantarkastusvaunulla havaitut virheet radan geometriassa viittaavat mahdollisesti tukikerroksessa esiintyviin ongelmiin. Päällysrakenteen kunnonhallintaraportin perusteella voidaan tarkastella tukikerrosta ja sille tehtyjä toimenpiteitä tarkemmin. Kunnossapidon suunnittelu ja eri rakenteiden uusimistarpeen ennustaminen helpottuu hallintaraportin avulla. Rataosien perusparannushankkeiden suunnittelu helpottuu käyttämällä radan tarkastustuloksia ja päällysrakenteen hallintaraporttia apuna.

Työssä aiemmin jo mainittiin, kuinka nopeat henkilöliikenteen junat ja raskaat tavaraliikenteen akselipainot kuormittavat radan rakenteita. Tämänhetkisellä suunnittelulla pyritään arvioimaan rataosien ja radan rakenteiden kestoikä. Ei ole aina kovin yksiselitteistä arvioida, kuinka kauan jokin tietty rataosa pysyy kunnossapitoluokan sille asettamissa vaatimuksissa. Kasvaneet liikennöinti-nopeudet ja raskaat tavaraliikenteen akselipainot aiheuttavat nykyiselle rataverkolle ja ennen kaikkea radan rakenteille epätasaista kulumista. Tulevaisuuden haaste on pystyä pitämään radat liikennöintikelpoisina kasvavien nopeuksien ja tavaraliikenteen kuljetusmäärien noustessa. Radantarkastustulokset, kunnossapitäjän tekemät tarkastukset ja tässä työssä tuotettu päällysrakenteen kunnonhallintaraportti (liite 1) toimivat hyvinä työkaluina päällysrakenteen elinkaaren arvioinnissa.

## 7 TYÖN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työssä etsittiin vastauksia eri päällysrakenteen komponenttien elinkaareen vaikuttavista tekijöistä. Liikenne aiheuttaa suurimman kuormituksen radan päällysrakenteille. Suuret nopeudet ja liikennöintipainot saavat aikaan komponenteissa epätasaista kulumista. Kaarteissa kalusto kuluttaa kiskoja yleensä suoria osuuksia enemmän. Kunnossapidolla on tärkeä rooli pitää radat kunnossapitotason edellyttämässä kunnossa. Oikein kohdistetuilla kunnossapito-toimenpiteillä voidaan useasti ehkäistä suurempien vaurioiden syntyminen. Suomessa esiintyvät laajat lämpötilojen vaihtelut saavat aikaan erilaisia kiskoihin kohdistuvia voimia, jotka täytyy pystyä pitämään kurissa oikeilla komponenteilla.

Tehtyjen henkilöhaastatteluiden perusteella nousi yksi keskeinen asia esiin. Pitäisi saada paljon nykyistä enemmän rahaa olemassa olevan rataverkon kunnossapitoa ja rakentamisinvestointeja varten. Tällä hetkellä useat rataosat ovat olleet jo vuosikausia perusparannuksen tarpeessa. Aiemmissa kappaleissa mainittiin, kuinka esimerkiksi kiskot olisi hyvä vaihtaa hyvissä ajoin ennen niiden laskennallista rajaa. Rahoituksen puute aiheuttaa kuitenkin sen, että jokainen komponentti on vaihtohetkellä lähes loppuun kulunut, jolloin niitä ei pystytä välttämättä siirtämään hyötykäyttöön muulle rataverkolle. Kyseinen toimintatapa aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia kunnossapidolle, kun joudutaan vaihtamaan yksittäisiä komponentteja sieltä täältä, sen sijaan että voitaisiin parantaa koko rataosa samalla kertaa. Vähäliikenteellisillä rataosilla nykyisellä toimintatavalla voidaan varmistaa rataosan liikennöintikelpoisuus. Tärkeimmillä rataosuksilla se kuitenkin aiheuttaa tilanteita, joista tälläkin hetkellä useat rataosuudet kärsivät, eli perusparannus olisi tehtävä mahdollisimman pian.

Työssä aiemmin mainittiin, mitä kaikkia eri asioita kunnossapitäjä tarkastaa. Tarkastukset ovat kaikki hieman erilaisia ja kohdistuvat eri osiin. Tarkastuksissa kerättyä tietoa ei tällä hetkellä saada hyödynnettyä niin laajalti, kuin olisi tarpeellista. Yllättävin tekijä oli, että suurinta osaa kerätystä tiedosta ei välttämättä säilytetä kuin 5-10 vuotta. Kiskoviat ja siltatarkastuksissa kerätyt tiedot ovat lähes ainoita tietoja, joita säilytetään pitemmiltä ajoilta. En koe tarpeelliseksi perustaa uusia rekistereitä, koska niitä on tällä hetkellä jo varsin runsaasti. Nykyisten rekistereiden hyötykäyttöä voitaisiin parantaa merkittävästi, mikäli käyttäjäkuntaa laajennettaisiin eri liiketoimintayksiköiden sisällä, esimerkiksi lisäämällä tietoisuutta rekisterien olemassaolosta. Uusien käyttäjien kautta saataisiin uudenlaista palautetta, jonka avulla nykyisiä rekistereitä voitaisiin uudistaa ja parantaa käyttäjäystävällisempään suuntaan.

Mainitsin haastatelluille henkilöille eri rekistereistä, joita suunnittelun liiketoimintayksikkö ylläpitää. Joillekin tämä tieto tuli täytenä yllätyksenä. Tarkempien keskusteluiden perusteella monet totesivatkin, että olemassa olevista rekistereistä olisi varmasti hyötyä heidän nykyisessä työssään ja päinvastoin. Näin ollen olisi erittäin tärkeä saada erilaisia näkökulmia nykyisten rekistereiden jo olemassa olevan tiedon hallintaan ja mahdollisen uuden tiedon li-

säämiseksi. Mielestäni olisi erittäin hyödyllistä VR-konsernin kannalta että eri liiketoimintayksiköiden välistä yhteistyötä ja tiedonjakoa lisättäisiin huomattavasti. Yksiköissä on paljon osaamista ja tietoa, joka tulisi saada hyödynnettyä ja kohdennettua nykyistä paremmin yhteisiä päämääriä ajatellen. ”Suurten ikäluokkien” tieto-taito tulisi saada siirrettyä meille nuoremmille, ja samassa yhteydessä voisimme yhdessä kehittää toimintaa nykyisiä vaatimuksia paremmin vastaaviksi. Tämä olisi kilpailuetu konsernille kiristyvässä markkina-tilanteessa.

## LÄHTEET

Esveld, Coenraad. 2001. Modern Railway Track 2nd edition. Hollanti: MRT Productions.

Jönsson, Per-Anders. 2007. Dynamic Vehicle-Track Interaction of European Standard Freight Wagons with Link Suspension. Doctoral Thesis. Royal Institute of Technology, Tukholma.

Kinnunen, Aarno. Vanhempi konsultti, VR Track Oy, suunnittelu. Henkilöhaastattelut: 27.3.2013, 24.6.2013 ja 28.6.2013.

Korkeamäki, Samuel. 2011. Rataan kohdistuva kuormitus liikkuvan kaluston ja radan vuorovaikutuksessa. Helsinki: Liikennevirasto.

Koskela, Oona-Lina. 2011. Ratojen elinkaariajattelu ja ratahankkeiden kannattavuuslaskennan ongelmat. Helsinki: Liikennevirasto.

Lavapuro, Maija. Vastaava työnjohtaja, VR Track Oy, kunnossapitoalue 3. Henkilöhaastattelu 22.3.2013

Lichtberger, Bernhard. 2005. Track Compendium 1st edition. Hampuri: Eurailpress.

Liikennevirasto. 1995. Ratatekniset ohjeet (RATO): 1 Yleiset perusteet.

Liikennevirasto. 1998. Ratatekniset ohjeet (RATO): 19 Jatkuvakiskoraiteet ja vaihteet.

Liikennevirasto. 2000a. Ratatekniset ohjeet (RATO): 15 Radan kunnossapito.

Liikennevirasto. 2000b. Ratatekniset ohjeet (RATO): 8 Sillat.

Liikennevirasto. 2002. Ratatekniset ohjeet (RATO): 11 Radan päällysrakenne.

Liikennevirasto. 2004. Ratatekniset ohjeet (RATO): 13 Radan tarkastus.

Liikennevirasto. 2008a. Ratatekniset ohjeet (RATO): 3 Radan rakenne.

Liikennevirasto 2008b. Ratatekniset ohjeet (RATO): 18 Rautatietunnelit.

Liikennevirasto. 2009. Ratatekniset ohjeet (RATO): 9 Tasoristeykset.

Liikennevirasto. 2010. Minirapsu. Lielähti-Parkano 2010 tiedot.

Liikennevirasto. 2012. Kiskovikojen Hallintaraportti 2012.

Liikennevirasto. 2013a. Ratatekniset ohjeet (RATO): 4 Vaihteet.

Liikennevirasto. 2013b. Ratatekniset ohjeet (RATO): 14 Vaihteiden tarkastus ja kunnossapito.

Nummelin, Markku. 1994. Rautatievaihteet: Kehitys, rakenne ja kunnossapito. Helsinki: VR Pääkonttori.

Pandrol. 2013. Viitattu 15.5.2013.  
<http://www.pandrol.com/html/products/eclip.htm>

Peltokangas, O. Luomala, H. & Nurmikolu, A. 2013. Radan pystysuuntainen jäykkyys ja sen mittaaminen. Helsinki: Liikennevirasto.

Postvagnen. 2013. Viitattu 15.5.2013. <http://www.postvagnen.com>

Ratahallintokeskus. 2005. Raiteentarkastustulokset ja niiden tulkinta.

Saarelainen Seppo, Makkonen Lasse. 2008. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen radanpidossa. Helsinki: Ratahallintokeskus.

Tunninen, Niko. 2007. Vähäliikenteisten Ratojen Päällysrakennevaihtoehdot. Diplomityö. Teknillinen Korkeakoulu.

Tuominen, Marko. 2004. Rautatieinfrastruktuurin elinkaarikustannukset. Helsinki: Ratahallintokeskus.

Vossloh. 2013. Viitattu 15.5.2013. <http://www.vossloh-usa.com>.

VR Group. 2013. Viitattu 18.7.2013. <http://www.vr-konserni.fi>

VR Koulutuskeskus. 2010. Radan päällysrakennekoulutuksen koulutusmateriaali.

VR Track. 2008-2013. Radan kävelytarkastus- ja korjausraportti rataosalta Tampere-Pohjois-Louko.

VR Track. 2012. Radanpidon rekisterit – Vuosiyhteenveto 2012.

VR Track. 2013. Viitattu 14.5.2013. <http://www.vrtrack.fi>

RADAN PÄÄLLYSRAKENTEEN HALLINTARAPORTTI TAMPERE – PARKANO  
VÄLISELTÄ RATAOSUDELTA

Kunnonhallintaraportti				
<b>Perustiedot:</b>				
Rataosa	Tampere - Parkano			
Alkukm	187+389	Loppukm	262+483	
Rakennusvuosi	1971			
Sähköistys	<input checked="" type="checkbox"/>	kyllä	<input type="checkbox"/>	ei
Päällysrakenneluokka	D			
Kunnossapitotaso	1A			
Kunnossapitäjä	VR Track Oy			
Liikenteen laatu	<input checked="" type="checkbox"/>	tavara	<input checked="" type="checkbox"/>	henkilö
				Mbrt/v
				19,7
Suurin sal. akselipaino	225 KN			
Suurin sal. nopeus	100 km/h	200 km/h		
<b>Päällysrakennetiedot</b>				
Kiskopaino	60 E1	Kiskotusvuosi	1997-1998	
Kunnossapitohionta	<input checked="" type="checkbox"/>	suoritettu	<input type="checkbox"/>	ei suoritettu
		244-262 km		
		Vuonna 1999		
Kiskoviat	3 luokan vikoja 50 kpl			
Kiskon katkeamat	<input type="checkbox"/>	havaittu/kpl	<input checked="" type="checkbox"/>	ei havaittu
Ultraäänitarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	tehty pvm	<input type="checkbox"/>	ei tehty
		06/2012		
Pölkkytyyppi	<input checked="" type="checkbox"/>	betoni	<input type="checkbox"/>	puu
				Asennusvuosi
				1995-1997
Pölkkyjen kunto	<input type="checkbox"/>	rapautuminen	<input checked="" type="checkbox"/>	halkeamat
				5 kpl
Hajavaihto	<input checked="" type="checkbox"/>	tehty	<input type="checkbox"/>	ei tehty
		1 kpl		
Tukikerros	<input checked="" type="checkbox"/>	sepeli	<input type="checkbox"/>	sora
tukikerrosluokka	F	iskun kestävyys	LARB12	
Maatutkaus	<input type="checkbox"/>	tehty	<input checked="" type="checkbox"/>	ei tehty
Tukikerroksen kunto	<input type="checkbox"/>	jauhautuminen	<input checked="" type="checkbox"/>	painumat
				697 rm
Tukikerroksen ikä	<input type="checkbox"/>	< 10 vuotta	<input checked="" type="checkbox"/>	10-20 vuotta
			<input type="checkbox"/>	> 20 vuotta
Puhdistusseulonta	<input type="checkbox"/>	< 5 vuotta	<input type="checkbox"/>	5-15 vuotta
			<input checked="" type="checkbox"/>	ei tehty
Routaeristys	<input checked="" type="checkbox"/>	on	<input type="checkbox"/>	ei ole
Kiinnitystyyppi	<input type="checkbox"/>	Vossloh W14	<input checked="" type="checkbox"/>	Pandrol
	<input type="checkbox"/>	Naulakiinnitys	<input type="checkbox"/>	Heybach
			<input type="checkbox"/>	Suora raideruuvi
			<input type="checkbox"/>	muu
Kiinnitysten kunto	<input checked="" type="checkbox"/>	puuttuvia	177 kpl	<input type="checkbox"/>
				viallisia
<b>Ensisijainen korjauskohde:</b>				
Kiskoille tehtävä kunnossapitohionta ja seuraavan kymmenen vuoden aikana tukikerrokselle on tehtävä todennäköisesti puhdistusseulonta.				
Yleiskunto		Hyvä	Kohtalainen	Välttävä
			x	
Erityisiä korjaustarpeita:		peruskunnossapito riittävä		
Geometriavirheitä pääasiassa, kunnossapitotukemista suoritettava tällä hetkellä vuosittain. Pidemmällä aikavälillä tukeminen vahingoittaa jo vaurioitunutta tukikerrosta entuudestaan, jolloin harkittava vaihtoehtoisesti puhdistusseulontaa tukikerroksen parantamiseksi.		Tällä hetkellä korjaustarpeet pystytään hoitamaan peruskunnossapidon puitteissa.		