



# **SILLANKORJAUS RAUTATIEYM- PÄRISTÖSSÄ**

Tommi Rautiainen

Opinnäytetyö  
Helmikuu 2014  
Rakennustekniikka  
Infrarakentaminen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikka  
Infrarakentaminen

TOMMI RAUTIAINEN:  
Sillankorjaus rautatieympäristössä

Opinnäytetyö 51 sivua, joista liitteitä 8 sivua  
Helmikuu 2014

---

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin rautatiesillan korjausprosessia. Työssä esiteltiin yksi esimerkkikohde, johon liittyvät työvaiheet käytiin vaihe vaiheelta. Lisäksi kiinnitettiin huomiota erityisesti rautatieympäristössä tarvittaviin erikoismenetelmiin ja lupasioihin, joita tiesiltatyömailla ei tarvitse ottaa huomioon.

Työssä selvitettiin aluksi yleistä tietoa siltojen materiaaleista ja määritelmistä. Tämän jälkeen käytiin läpi radan päällysrakennetta, joihin kuuluu esimerkiksi erilaiset ratapölykyt, kiskot ja niiden kiinnitysmenetelmät sekä rataympäristössä käytössä olevia erikoisrakenteita. Seuraavaksi opinnäytetyössä käsiteltiin radan ja sillan tyypillisimmät korjaustyövaiheet, niiden kriittisimmät kohdat, kuten vedeneristystyöt, erilaiset kuivatusratkaisut ja varusteiden uusiminen korjaustyökohteessa.

Seuraavassa vaiheessa kiinnitettiin huomiota turvalliseen työskentelyyn rautatieympäristössä. Sähköistetyllä rataosuudella työskennellessä täytyy tietää monta asiaa, ennen kuin siellä voidaan turvallisesti tehdä töitä. Kaikilla työntekijöillä täytyy olla tietyt kurssit käytynä, jotta voi edes tulla rautatieympäristöön töihin. Myös tarvittavien lupien saaminen ennen töiden aloittamista, jännitekatkosta lähtien, käydään työssä läpi.

Viimeisenä kohtana käsiteltiin oikea esimerkkikohde, joka sijaitsee Vantaan Myyrmäessä. Kohteen korjaus tapahtui kesän 2013 aikana, ja siitä käytiin läpi urakan aikataulu, kriittisimmät työvaiheet sekä kohteelle vaativimmat turvallisuusriskit. Rautatiesillan korjausprosessin onnistumisen kannalta tärkeimpänä tekijänä voidaan pitää aikataulussa pysymistä, koska sakot viivästymisestä ovat huomattavan suuria. Lisäksi työskentelyaikojen huomioon ottaminen, pätevyyden omaavien työntekijöiden saanti sekä olosuhteiden vaikutus työskentelyyn vaikuttavat urakan onnistumiseen.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Department of Construction  
Civil Engineering

TOMMI RAUTIAINEN:  
Bridge repair in the railway environment

Bachelor's thesis 51 pages, appendices 8 pages  
February 2014

---

This thesis was about the process of repairing a railroad bridge and there was one example destination presented. The work phases of this example were gone through step by step. In addition it pays attention especially to the special methods and permit issues in a railroad milieu that one does not have to take into consideration in ordinary road bridge construction areas.

In the beginning the thesis goes through some basic information of the materials used in bridges as well as definitions of certain processes. In the next section the thesis addresses superstructure of the railroad track. For example different kinds of track boulders, rails and their attachment methods as well as some other special structures used in railroad milieus. From this section thesis continues into the most typical reparation phases of the railroads and –bridges. Their most critical points such as water insulation work, different kinds of dehumidifying solutions and renewing gear in the reparation destination.

The next chapter was about how to work safely in the railroad milieu. When working in the electrified railroad one needs to know a number of things concerning safety issues. Every employee needs to go through all of the necessary courses before they are even allowed to work in railroad sites. Permit issues, for example voltage cut, are gone through before starting to work.

A real-life case sums up the thesis. The construction site is located in Myyrmäki, Vantaa. The reparation of the example destination took place in the summer of 2013. The thesis goes through the timetable, the most critical work phases and the most significant safety risks of the contract. The most important factor considering the whole reparation process is probably staying in the timetable since fines that are issued from the delays are remarkably large. Additionally the contractor should take notice into a few more factors which could affect into success of the contract. These factors are for example daily working schedule, hiring qualified employees and how the changing conditions could affect into working.

---

Key words: bridge repair, railway environment, schedule, safety

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	YLEISTIETOA RAUTATIESILLOISTA.....	8
2.1	Yleisimmät ratasiltatyypit.....	8
2.1.1	Terässillat.....	8
2.1.2	Betonisillat.....	8
2.2	Yleisiä sillan määritelmiä.....	9
2.3	Väliaikaiset rakennusratkaisut.....	10
2.3.1	Väistöraidemenetelmä.....	10
2.3.2	Apusiltamenetelmä.....	10
2.3.3	Elementtimenetelmä.....	10
2.3.4	Sivusiirtomenetelmä.....	11
3	RADAN PÄÄLLYSRAKENNE SILLALLA.....	12
3.1	Yleistä tietoa radan rakenteesta.....	12
3.1.1	Määritelmiä.....	12
3.1.2	Ratapölkyt.....	12
3.1.3	Kiskot.....	13
3.1.4	Yleisimpiä kiskonkiinnitysmenetelmiä.....	14
3.2	Rakennetyypit.....	15
3.2.1	Tukikerrokseton silta.....	15
3.2.2	Tukikerroksellinen silta.....	15
3.3	Erikoisrakenteet.....	17
3.3.1	Suojakiskot.....	17
3.3.2	Liikuntasaumalaitteet.....	17
4	TYYPILLISIÄ RAUTATIESILLAN KORJAUSTÖITÄ.....	19
4.1	Vedeneristystyöt.....	19
4.1.1	Eristys kumimatolla.....	19
4.1.2	Eristys polyuretaanielastomeerilla.....	20
4.2	Kuivatusrakenteiden uusiminen.....	20
4.2.1	Tippuputket.....	21
4.2.2	Pintavesiputket.....	21
4.3	Halkeamien korjaus.....	22
4.3.1	Reunapalkin impregnointi.....	22
4.3.2	Halkeamien injektointi.....	23
4.4	Teräsrakenteiset varusteet.....	23
4.4.1	Kaiteiden korjaus.....	23

4.4.2	Laakereiden huoltokäsittely .....	25
5	TURVALLISUUS .....	27
5.1	Yleistä asiaa junaturvallisuudesta .....	27
5.2	Sähköistetty rata .....	28
5.2.1	Suojaetäisyydet .....	29
5.2.2	Maadoitus .....	30
5.2.3	Jännitekatko .....	31
5.3	Pätevyudet .....	31
5.3.1	Ratatyöturvallisuuspätevyys .....	32
5.3.2	Ratatyöstä vastaava .....	32
5.3.3	Turvamies .....	33
6	ESIMERKKIKOHDE .....	34
6.1	Kohteen esittely .....	34
6.2	Aikataulut .....	34
6.2.1	Työmaan kokonaisaikataulu .....	34
6.2.2	Työmaan työskentelyajat .....	35
6.3	Työturvallisuus .....	35
6.3.1	Kohteelle tyypilliset turvallisuusriskit .....	35
6.3.2	Työmaahan perehdyttäminen .....	36
6.4	Työvaiheiden toteutus .....	36
6.4.1	Purkutyöt .....	37
6.4.2	Vedeneristystyöt .....	37
6.4.3	Päällysrakennetyöt .....	38
6.5	Laadunvarmistus .....	39
6.5.1	Laatusuunnitelma .....	39
6.5.2	Työnaikainen laadunvarmistus .....	40
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	41
	LÄHTEET .....	43
	<b>LIITTEET</b> .....	44
	Liite 1. Korjaustyöselitys .....	44
	Liite 2. Suunnitelmakuvat, yleispiirustus ja laiturialue .....	44

**ERITYISSANASTO**

ATU	aukean tilan ulottuma
Jk-raide	jatkuvakiskoraide
Lk-raide	lyhytkiskoraide
Pk-raide	pitkäkiskoraide
Raili-puhelin	häätäpuhelin, jolla soitetaan liikenteenohjaukseen hätätilanteessa
RSU	ratatyön suojauslittuma

## 1 JOHDANTO

Rautatiesillan korjausprosessi on haastava työ, jonka toteuttaminen vaatii hyvää suunnittelua ja aikataulussa pysymistä. Isoissa hankkeissa rautatieliikenne saatetaan joutua katkaisemaan osittain tai kokonaan korjaustöiden ajaksi, jonka takia aikataulussa pysyminen on todella tärkeää. Tästä syystä korjaukset pyritään tekemään ajankohtina, jolloin rautatieliikenne on muutenkin vähäistä ja haittaa töistä on mahdollisimman vähän.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää rautatiesiltojen erilaisten korjauskohteiden yleisimpiä työvaiheita ja aikataulutusta sekä päällysrakenteen rakentamis- ja korjaustöitä. Lisäksi työssä perehdytään rautateillä käytössä oleviin turvallisuusmääräyksiin ja turvalaitteisiin.

Opinnäytetyössä esitellään esimerkkikohte, jossa käydään läpi koko korjausprosessi vaihe vaiheelta. Kohteesta esitellään suunnitelmat ja alustava aikataulu, joita verrataan lopullisiin työvaiheisiin ja työn keston. Esimerkkikohteesta tarkkaillaan erilaisia kriittisesti muuttuvia tekijöitä, jotka saattavat vaikuttaa työn laatuun ja aikatauluun. Myös työn viivästymisestä aiheutuviin kustannusvaikutuksiin kiinnitetään huomiota ja mitä haasteita sekä erityispiirteitä rautatieympäristössä rakentaminen vaatii. Näiden perusteella tehdään päätelmiä, miten työt kohteessa onnistuivat ja millä mahdolliset virheet olisi voinut välttää.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on antaa selkeä käsitys lukijalle rautatiesillan korjausprosessista ja antaa ymmärrys eri työvaiheista ja niiden kestosta. Työstä laaditun aineiston on tarkoitus helpottaa lukijaa ymmärtämään rautatiesillan haastavimmat kohdat ja työvaiheet.

## 2 YLEISTIETOA RAUTATIESILLOISTA

### 2.1 Yleisimmät ratasiltatyypit

#### 2.1.1 Terässillat

1960-luvulle saakka yleisimpänä rakennusmateriaalina oli teräs, jonka selkeänä etuna oli rakenteen pieni oma paino verrattaessa betonisiltaan. Hyviä puolia terässilloissa oli myös suuri lujuus sekä mahdollisuus valmistaa teräsrakenteita elementteinä konepajoissa, jolloin työmaalla ei tarvinnut kuin koota ja asentaa elementit paikoilleen. Lyhyet terässillat rakennettiin yleensä levypalkkisiltoina ja pidemmät rakennettiin ristikkosiltoina, jotka tehtiin pääasiassa hitsaamalla.

Terässillan huonoina puolina voidaan pitää junakuormasta aiheutuvaa suurta taipumaa, värähtelyjä, teräksen väsymistä sekä toistuvia huoltomaalauksia. Pienten alikulkusiltojen haittana oli niiden keveys, jonka takia oli vaarana, että ne siirtyisivät paikoiltaan ajoneuvoliikenteen törmäyksen seurauksena. Tämä voisi johtaa junan suistumiseen raiteilta.

Vanhat terässillat ovat ongelmallisia siinä, että kiskot tukeutuvat suoraan teräsrakenteeseen pölkkyjen välityksellä. Tällöin radan tukeminen ja perusparannusten tekeminen on hyvin vaikeaa. Tukikerroksen puuttuminen kasvatti dynaamisen kuormituksen sysäyslisää, jonka takia uusille terässilloille tehtiin myöhemmin betonikansi, joka mahdollisti tukikerroksen rakentamisen.

#### 2.1.2 Betonisillat

Nykyään rakennettavista rautatiesilloista selkeästi suurin osa on rakennettu teräsbetonista. Betonin etuja ovat helppo työstettävyys erilaisiin muotoihin muottien avulla ja helppo siirrettävyys työmaalle. Hyvin tehty betonisilta kestää pitkään ilman, että sille tarvitsee tehdä mittavia huoltotöitä.



Haittapuolena betonisilloissa on sen suuri oma paino, jonka takia on kehitetty erilaisia ratkaisuja, millä saataisiin kevennettyä rakenteita. Tällaisia poikkileikkausratkaisuja ovat esimerkiksi onteloilla kevennetty laatta ja kotelopalkki, joita todellisuudessa käytetään hyvin harvoin.

Taulukko 1: Yleisimmät siltatyypit eri jännemitoilla

Jännemitta	Siltatyyppi
2...20 m	Teräsbetoninen laattasilta, laattakehäsilta
18...24 m	Jännitetty teräsbetoninen laattasilta
22...35 m	Jännitetty teräsbetoninen palkkisilta
10...35 m	Teräspalkkisilta
30...50 m	Jännitetty teräsbetoninen kotelopalkkisilta, betonikantinen teräspalkkisilta
yli 50 m	Teräsristikkosilta

## 2.2 Yleisiä sillan määritelmiä

Sillan pääosat koostuvat alusrakenteista ja päällysrakenteista. Alusrakenteisiin kuuluvat paalutukset, maatuet, välituet sekä holvi- ja kaarisiltojen kantamuurit, kun taas päällysrakenteisiin kuuluvat kannatinrakenne, kansirakenne pintarakenteineen, varusteet ja laitteet. Rautatiesilta on yleisnimi sellaiselle sillalle, jota kuormittaa rautatieliikenne.

Sillan päämittoja ovat:

- Kokonaispituus, joka tarkoittaa siipimuurien päiden välistä etäisyyttä sillan reunalinjoja pitkin mitattuna.
- Jännemitta on sillan tukilinjalta seuraavalle tukilinjalle mitattu pituussuuntainen etäisyys.
- Vapaa-aukko on sillan tukirakenteista mitattu kohtisuora etäisyys alikulkevaan väylään nähden.
- Kokonaisleveys, joka kuvaa sillan kantavan rakenteen ulkoreunojen etäisyyttä keskilinjaa vastaan kohtisuorassa suunnassa.

## **2.3 Väliaikaiset rakennusratkaisut**

Nykyään täysin uusia rautatiesilloja rakennetaan entistä harvemmin, koska uutta rataosuutta ei juurikaan rakenneta. Uudet sillat rakennetaan lähes aina olemassa olevalle liikennöidylle rataosuudelle, jolloin junaliikenteen kulku on mahdollistettava turvallisesti ilman suurempia aikataulumuutoksia liikenteelle. Tällaisia vaihtoehtoja ovat esimerkiksi väistöraide, apusilta ja elementeistä rakennetut sillat.

### **2.3.1 Väistöraidemenetelmä**

Väistöraide tehdään silloin, jos sillan vieressä on tilaa rakentaa väliaikaiset raiteet liikenteelle ilman suuria kustannuksia. Väistöraide tarvitsee sillan vieressä paljon tilaa, koska rautatiellä ei saa olla kovin jyrkkiä kaarteita. Suurimmat kustannukset tulee sähköistetyillä raideosuuksilla, koska sähkönsiirtäminen väistöraiteelle on kallista. Silta-tyypit, jotka soveltuvat kyseiselle työtavalle, ovat paaluille perustetut jatkuvat palkki- ja laattasillat, joiden kaivutyöt voidaan tehdä ilman ongelmia.

### **2.3.2 Apusiltamenetelmä**

Apusilta on vaihtoehtoinen ratkaisu väistöraiteeseen. Apusillat ovat 14/20 metrisiä teräspalkkeja, jotka asetetaan rataan omille perustuksille ja niitä on mahdollista asentaa useampia peräkkäin, jolloin saadaan rakennettua esimerkiksi alikulkusilta, jossa on kolme aukkoa. Pienet alikäytävät voidaan rakentaa ilman tukiseiniä, mutta suurempia aukkoja on tuettava tukiseinillä, jotka lyödään apusillan perustusten eteen.

### **2.3.3 Elementtimenetelmä**

Elementtirakenteiset sillat nostetaan liikennekatkon aikana paikalleen, jolloin työstä aiheutuu mahdollisimman vähäistä haittaa rautatieliikenteelle. Elementtikansia käytetään vanhojen päällysrakenteiden korvaamiseen uusilla käyttäen vanhoja alusrakenteita.

### 2.3.4 Sivusiirtomenetelmä

Tässä menetelmässä sillan kansi rakennetaan mahdollisimman valmiiksi purettavan radan vieressä. Jännitekatkon aikana, jonka ajankohta on usein rautatiesilloilla juhannus, jolloin riittävän pitkä jännitekatko on mahdollista saada, vanha osa puretaan ja uusi siirretään paikalleen tunkkaamalla. Menetelmä tunnetaan myös nimillä siirtomenetelmä tai sivussarakentamismenetelmä.

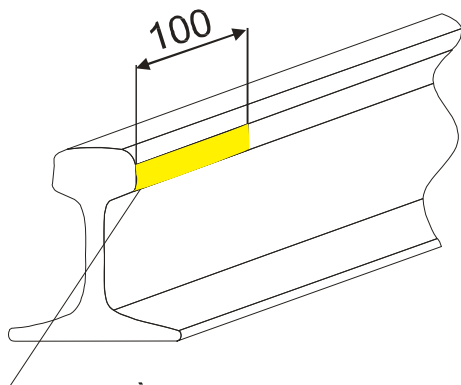


tehtävinä on antaa kestävä ja mahdollisimman tasainen alusta kiskolle sekä suurentaa tukikerrosta kuormittavaa pinta-alaa. Vaatimuksena valittavalle pölkylle on kestää rasi-  
tukset pitkälläkin aikavälillä ja antaa edellytykset sähköiselle eristykselle. (Rato 11, s. 19-25)

Yleensä mäntypuista rakennettua kyllästettyä puuratapölkkyä voidaan käyttää kaikilla tukikerrosmateriaaleilla, mutta betonipölkkyä käytettäessä tukikerroksen tulee olla raidesepeleitä. Toisena eroavaisuutena on tukikerroksen paksuus, sillä betonisella pölkkyllä paksuuden tulee olla vähintään 550 millimetriä, kun taas puisella pölkkyllä riittää 450 millimetriä. Betoniratapölkyn etuna voidaan pitää sen käyttöikää verrattuna puisen, sillä betonisen ratapölkyn käyttöikätaavite on 40 vuotta ja puisen 30 vuotta. Koska betoniratapölkkyt muotoillaan liikettä tehokkaasti vastustavaksi ja niiden metripaino on noin 2,5-kertainen verrattuna puuratapölkkyyn, ne pysyvät huomattavasti paremmin paikoillaan kuin puiset. (Rato 11, s. 19-25)

### 3.1.3 Kiskot

Suomessa käytetään leveäjalkaista Vignole-kiskoprofiilia, jonka vähimmäisvetomurtulujuus on oltava suurempi kuin  $680 \text{ N/mm}^2$ . Kiskon varteen on merkitty kohomerkin-  
nön valmistavan tehtaan tunnus, valmistusvuoden kaksi viimeistä numeroa, roomalaisilla numeroilla valmistuskuukausi, kiskon profiili, valmistusmenetelmän tunnus ja teräksen laatu. Mikäli kiskot ovat vanhoista osakiskoista hitsauslaitoksella tehtyjä uusiokäyttöön tarkoitettuja kiskoja, on niiden kulkureunaan maalattu keltainen spraymerkki helpottamaan asennusta (kuva 2). (Rato 11, s. 34-40, Rato 12, s. 7)



KUVA 2. Kiskon kulkureunaan osoittava merkki

Kiskonpituudet vaihtelevat eri kiskojen välillä, mutta hyvin yleisesti käytetään 25 metrisiä tai 50 metrisiä kiskoja. Nämä mitat ovat tyypillisiä ainakin 54 E1 ja 60 E1 kiskotyypeille. Kiskoja kierrätetään niin, että pääraiteilta poistuvat vanhat kiskot siirretään yleensä heikommille raideosuuksille, jolloin niiden elinkaari kasvaa ja koko Suomen rataverkon taso pysyy riittävän hyvänä. (Rato 11, s. 34-40)

Kiskoja käsiteltäessä täytyy ottaa huomioon nostovälineiden oikeanlaisuus, ettei kisko vahingoitu sitä siirrettäessä tai nostaessa. Aina kun kiskoja käsitellään, sen täytyy olla pystyasennossa. Vedettäessä kiskoja pituussuuntaansa, se ei saa olla kosketuksissa muihin metalleihin, ettei se vahingoitu. Sivusuunnassa kiskojen asennus paikoilleen tulee tehdä tarkoitukseen soveltuvilla kiskonsiirtolaitteilla.

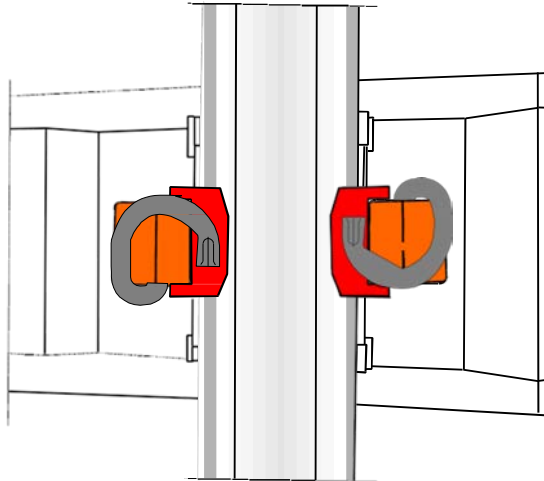
#### **3.1.4 Yleisimpiä kiskonkiinnitysmenetelmiä**

Kiskon kiinnityksen tehtävänä on kiinnittää kisko ratapölkkyyn niin, ettei kisko pääse liikkumaan. Kiinnitysten avulla junakuormasta aiheutuvat voimat siirretään pölkkyjen välityksellä tukikerrokseen, ja raiteen jäykkyys kasvaa myös kiinnitysten ansiosta. Kiskonkiinnitykset jaetaan betoni- ja puupölkkykiinnityksiin.

Puupölkkyissä kiinnitystavat jaetaan erillisiin ja yhdistettyihin kiinnityksiin. Yksi parhaista kiinnitystavoista on Hey Back- kiinnitys, joka tunnetaan myös nimellä jousi- ja ruuvikiinnitys. Muita kiinnitystapoja ovat esimerkiksi ratanaula-, jousinaula-, ja kiila-kiinnitys. (Rato 11, s. 47)

Betonipölkkyissä käytetään nykyään kahta erilaista kiinnitysmenetelmää, jotka määräytyvät käytettävien ratapölkkytyyppien mukaan. Ne ovat Vossloh Skl 14- ja Pandrol eclip- kiinnitykset. Skl 14- kiinnitystä varten pölkkyyn esiasennetaan välilevy, kulmakappaleet, raideruuvit, aluslaatat, Skl 14- jouset sekä raideruuvien holkit. Kiskon asennuksen jälkeen raideruuvit löysätään, jousi asetetaan paikoilleen kiskon jalan päälle, jonka jälkeen raideruuvit kiristetään uudelleen. Pandrol- jousikiinnittimet valetaan betonipölkkyyn. Ennen kiskon asentamista, täytyvät välilevyt laittaa paikoilleen, tämän jälkeen kisko siirretään paikoilleen, jonka yhteydessä sivueristimet laitetaan kiinnittimen

ja kiskon väliin. Tämän jälkeen kisko kiinnitetään e-clip jousien avulla niin, että jousen jousikiinnittimessä oleva pää on kiinnittimen reunan tasossa (kuva 3). (Rato 11, s. 60)



KUVA 3. Pandrol e-clip kiinnitys

## 3.2 Rakennetyypit

### 3.2.1 Tukikerrokseton silta

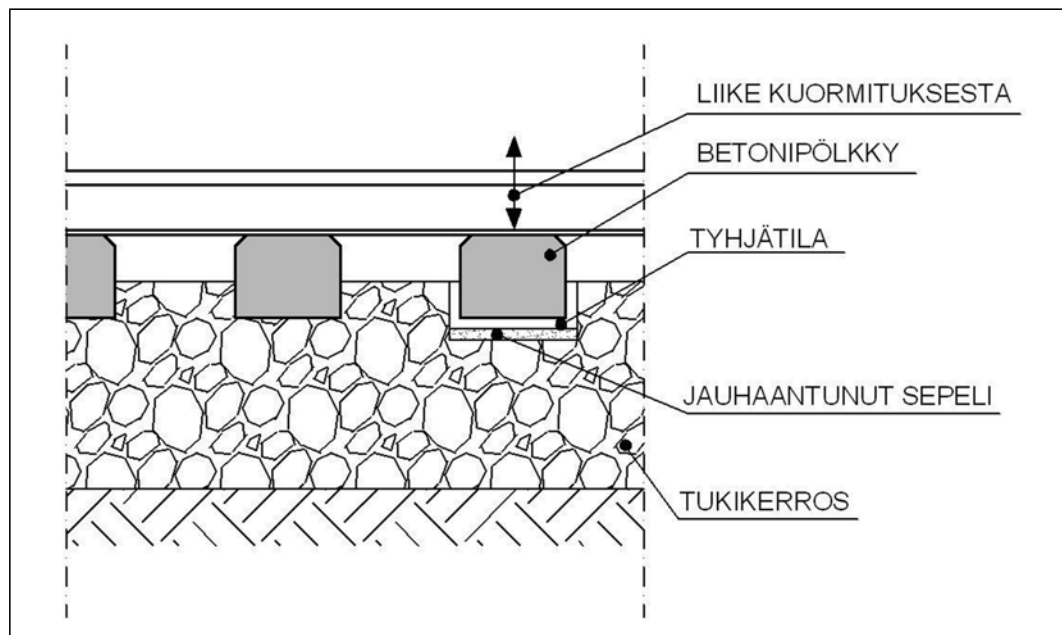
Vanhoilla terässilloilla, joiden jänneväli on suhteellisen pitkä, kiskot on kiinnitetty suoraan sillan kantavaan rakenteeseen, mutta yleisemmin kiinnitys on tapahtunut puisen siltapölkyn avulla kansirakenteeseen. Alun perin tukikerroksettomia siltoja on rakennettu sen takia, että sillan oma paino on saatu pieneksi jättämällä painava tukikerros pois. Tukikerroksettoman sillan huonoimpana puolena voidaan pitää sen huonoja jousto-ominaisuuksia. Käyttämällä joustomassaa pölkkyjen alla, voidaan jousto-ominaisuuksia saada parannettua lähelle tukikerroksellisen sillan tasoa. (Rato 8, s. 19)

### 3.2.2 Tukikerroksellinen silta

Nykyään kaikki uudet rautatiesillat rakennetaan tukikerroksellisiksi silloiksi. Tukikerros on aina vähintään 550 millimetrin paksuinen sepelitukikerros, jonka lisäksi paksuutta

täytyy varautua lisäämään 200 millimetriä tarvittaessa. Sepelin valumisen estämiseksi silloille rakennetaan reunapalkit tai vaihtoehtoisesti silta toteutetaan kaukalopalkkisiltana. Tukikerroksessa käytettävä sepeli on painavaa, jonka takia sillan oma paino ja rakennekorkeus kasvavat. Tämä täytyy ottaa huomioon mitoituksessa ja rakennuskustannuksissa. (Rato 8, s. 19)

Raideliikenteen värinä aiheuttaa raidesepelin hankautumista ja kulumista ajan myötä. Sen seurauksena syntyy pölyä, josta seuraa haittaa sekä radalla liikkuvalla kalustolle että lähiympäristölle. Eniten haittaa tästä on vedenläpäisevyydelle, koska vesi ei pääse yhtä helposti poistumaan tukikerroksesta. Hienoainesta kertyy eniten pölkkyjen alle, jolloin niiden alle voi syntyä tiivistynyt kova kerros, jonka yläpuolella on tyhjätila silloin, kun radalla ei ole kuormaa (kuva 4). Ajan saatossa betonipölkkyjen iskeytyessä kovaa tukikerrosta vasten tarpeeksi monta kertaa, saattaa pölkky murtua tai katketa. Tämän takia tukikerros on uusittava määrävälein, jolloin korjataan myös rikkoutuneet pölkkyt.



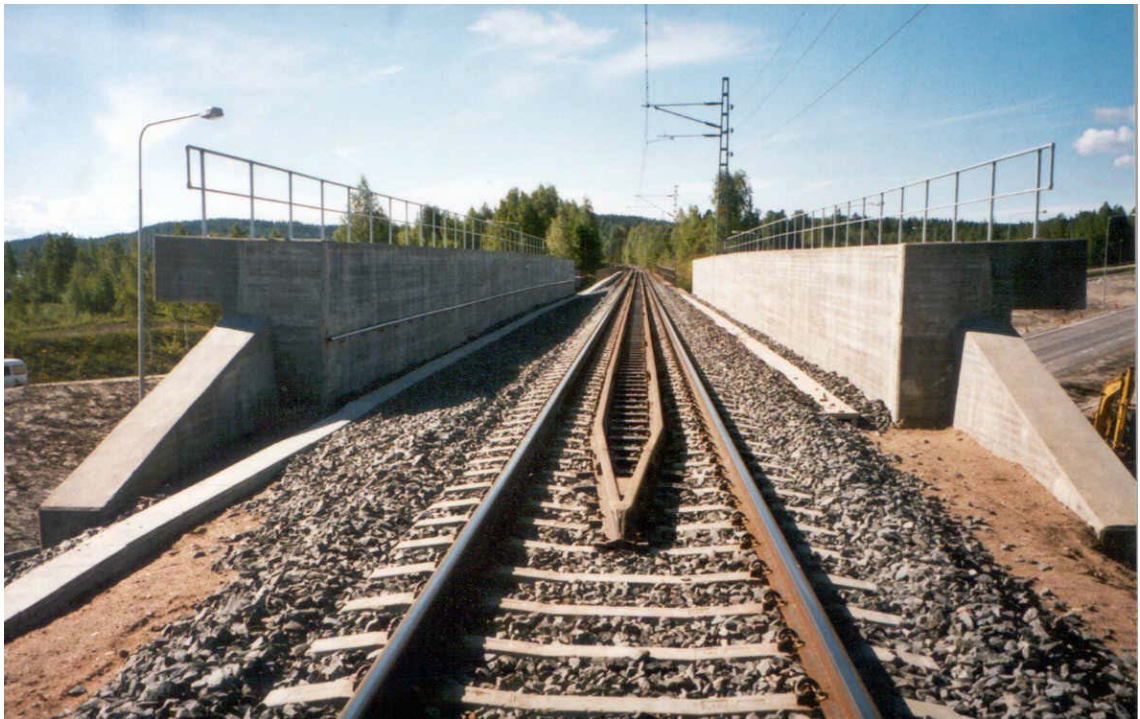
KUVA 4. Tukikerroksen hankautumisesta aiheutunut tyhjätila



### 3.3 Erikoisrakenteet

#### 3.3.1 Suojakiskot

Suojakiskot asennetaan rautatiesillalle sen takia, ettei raiteilta suostunut juna putoaisi sillalta sekä suojamaan siltarakenteita näiden törmäykseltä. Suojakiskon on tarkoitus ohjata suistunut pyörä niin, ettei se aiheuta suurta vahinkoa sillan rakenteille. Suojakiskot asennetaan aina kulkukiskojen sisäpuolelle, mutta tarvittaessa esimerkiksi tukikerroksettomissa silloissa on käytettävä myös ulkopuolista suojakiskoja, jos turvallisuutta ei muilla rakenteilla voida estää (kuva 5). Suojakiskona käytetään joko kiskoprofiilia tai muototerästä riippuen sallitusta nopeudesta. Mikäli ajonopeus sillalla on suurempi kuin 160 km/h, suositeltava suojakiskotyyppi on teräksinen kulku-ura ajokiskon molemmille puolille. Suojakiskot tulee eristää aina niin, etteivät ne häiritse raidevirtapiiriä. (Rato 8 s. 16-18)



KUVA 5. Suojakiskot

#### 3.3.2 Liikuntasaumalaitteet

Liikuntasaumalaite on rakenne, joka estää liikuntasaumaan kohdistuvien voimien siirtymisen rakenneosasta toiseen ja sallii rakenneosien liikkeen (Kuva 6). Liikuntasauma-

laitetta käytetään yleisimmin sillan päällysrakenteen ja maatuen välisessä saumassa. Pahimmat liikuntasaumalaitteista aiheutuvat ongelmat ovat laitteen kiinnityksen irtoaminen ja vuotavista saumoista alapuolisille rakenteille aiheutuvat korroosiovauriot. Hoidon laiminlyöntien takia liikuntaraot ovat täynnä moskaa, mikä aiheuttaa profiilin rikkoutumista ja irtoamista. Liikuntasaumalaitteiden kunnolliseen puhtaanapitoon tulee panostaa, koska se on halpa keino ehkäistä vaurioita ja säästää kunnostus- ja uusimiskustannuksissa. Myös veden pois johtamiseen liikuntasaumalaitteen päältä on kiinnitettävä huomiota.



KUVA 6. Liikuntasaumalaitteen asennusta

## 4 TYYPILLISIÄ RAUTATIESILLAN KORJAUSTÖITÄ

### 4.1 Vedeneristystyöt

Sillalle tehtävän vedeneristyksen tarkoituksena on suojata sillan kantta ylhäältäpäin tulevalta kosteudelta. Vedeneristykseltä vaaditaan vesitiiviyyden lisäksi hyvää leikkauslujuutta, elastisuutta alhaisissa lämpötiloissa sekä kestävyyttä. Tiivis vesieristys edistää kosteuden haihtumista, vähentää jäätymis-sulamisreaktiota ja pienentää vaurioita aiheuttavan rakenteen sisäisen paineen kasvua.

#### 4.1.1 Eristys kumimatolla

Vanhan suojabetonin päälle asennetaan kaksoissaumattu EPDM-kumimatto, jonka kokonaispaksuus on 2,25 millimetriä. Limittyvien pintojen on oltava puhtaita ja limityksien tulee olla virtaussuunnan mukaisia. Saumojen päälle asennetaan 150 millimetriä leveät eristysmattokaistat, jotka kiinnitetään kuumailmapuhaltimella sekä eristysmattokaistanauhan reunat tiivistetään.

Maton reunat liimataan kuivaan alustaan vähintään 300 millimetrin leveydeltä liimalla tai kumibitumilla. Sillan pituussuuntaiset reunat kiinnitetään lisäksi ruostumattomasta teräksestä tehdyin kiinnitysosin. Kiinnityksen reuna tiivistys varmistetaan polyuretaanisaumamassalla. Sillan pituussuunnassa eristysmatot ulotetaan maatumien taustapintaan.

Kun EPDM-kumimatot on asennettu paikoilleen, tehdään kumimattoon reiät syöksytörien kohdille. Matto liimataan syöksytörien laipan yläpintaan kontaktiliimalla. Liiman kuivuttua syöksytörien sisään asennetaan laipallinen kumiputki, jonka ulkohalkaisija on 162 millimetriä ja seinämävahvuus 1 millimetri. Kumiputken laippa liimataan vedeneristyksen päälle kontaktiliimalla. Syöksytörien päälle asennetaan haponkestävästä teräksestä valmistetut irralliset säleiköt.

Vedeneristeen mekaaniseksi suojaksi asennetaan kaksi kerrosta rouheukumilevyjä, jotka ladotaan ristiin siten, että niiden saumat ovat eri kohdilla. Kumirouhelevyjen päälle levi-

tetään KL 4 suodatinkangas. Vedeneristyksen alustassa ei saa olla teräviä särmiä, jotka voivat aiheuttaa vedeneristyksen rikkoutumisen. Asennettavassa vedeneristyksessä tai sen saumoissa ei saa olla myöskään reikiä. Puutteellisesti liimatut saumat korjataan ja samalla varmistetaan, ettei eristyksessä ole ryppyjä eikä vettä kerääviä poimuja.

#### **4.1.2 Eristys polyuretaanielastomeerilla**

Polyuretaanielastomeeri on nestemäisenä levitettävä vesieristys, joka soveltuu erityisesti sillan kansilaatassa olevien halkeamien paikkaukseen, epätasaisille alustoille sekä kansilaataan, jossa on paljon tiivistettäviä läpivientejä. Sitä voidaan käyttää koko sillankannella tai suuressa rasituksessa oleviin kohtiin, kuten sillan reunoihin. Eristettävän pinnan tulee olla vähintään +5 astetta, täysin kuiva sekä puhdistettu pölystä eikä ilmankosteus saa ylittää 85 prosenttia. Valmiin eristyksen paksuus on oltava keskimäärin 2,5 millimetriä, mutta vähintään 2,0 millimetriä joka paikassa. Huonona puolena voidaan pitää sään vaikutusta levitykseen, sillä sateisella ilmalla täytyy käyttää siirrettäviä sääsuojia, jotka hidastavat työntekoa huomattavasti.

Tiivistysaineen levitys tapahtuu yleensä lastan avulla, ja se kerroksia täytyy tulla vähintään kaksi pinnan karkeudesta riippuen. Eristysmassa voidaan levittää joko ruiskuttamalla tai käsityönä siveltimellä tai telalla. Aine sotkee helposti ympärillä olevat rakenteet, joten huolellinen suojaus ennen töiden aloittamista on tärkeää. Laadunvarmistus on tärkeää tehdä, jotta voidaan varmuudella todeta vedeneristystyön onnistuneisuus. Tärkeimpiä laadunvarmistuksessa todettavia ovat alustan puhtaus sekä kosteus, valmiin eristyksen riittävä paksuus, saumojen tiiveys ja veden poistuminen valmiin eristyksen päältä.

#### **4.2 Kuivatusrakenteiden uusiminen**

Rautatiesilloilla, kuten muissakin silloissa, kuivatus on hyvin tärkeää, ettei rakenteisiin pääse vettä. Pinta- ja suotovedet täytyy ohjata järjestelmällisesti sillalta pois, jonka takia on kehitetty erilaisia tapoja ohjata vedet sillalta maahan. Puutteellisista kuivatuslaitteista aiheutuu pahoja vaurioita erityisesti teräsbetonirakenteille, jolloin ne saattavat menettää

kestävyyttänsä. Tärkeimpiä kuivatuslaitteita ovat esimerkiksi erilaiset putket, joita pitkin vesi ohjataan pois sekä kaivot.

#### **4.2.1 Tippuputket**

Tippuputki on ruostumattomasta teräksestä valmistettu, 48 millimetriä halkaisijaltaan oleva putki, joka johdetaan sillan kannen läpi, jotta vesieristyksen päälle päässyt vesi pääsee valumaan pois. Tippuputket asennetaan sillan reunaan, kannen poikkileikkauksen alimpaan kohtaan. Tarvittaessa, jos silta on leveä, on syytä asentaa tippuputkia myös keskialueelle.

Tippuputkien yläosa on usein varustettu suppilolla, joka liimataan betoniin huolellisesti niin, että vedet ohjautuvat niihin tehokkaasti. Putkien alaosa ei saa jäädä myöskään liian lähelle kannen alapintaa. Putkista tuleva vesi sekä talvella niihin jäätyvät jääpuikot eivät saa olla haitaksi siltarakenteelle tai alla kulkevalle liikenteelle. Tarvittaessa sillan kannen alapintaan asennetaan yhtenäiset, ruostumattomasta teräksestä valmistetut, vaakakourut, jotka kuljettavat vedet sadevesiviemäriin.

#### **4.2.2 Pintavesiputket**

Rautatiesillan korjauksessa vanhat pintavesiputket vaihdetaan uusiin, jotta pintavedet voidaan ohjata paremmin pois sillan kannelta. Pintavesiputket ovat halkaisijaltaan 140 millimetriä ja ne valmistetaan ruostumattomasta teräksestä. Vedet ohjataan kannella ritiläkansilla varustettuihin pintavesikaivoihin, jotka menevät päällysrakenteen läpi. On hyvin tärkeää muistaa, että yläpinnan kaadot tehdään kaivoihin päin, jotta vesi valuu vapaasti oikeaan suuntaan, eikä lammikoidu kannelle. Jos kyseessä on asemarautatiesilta, asennettaessa on huomioitava, että ritiläkansi ei tule päällysteen pintaa korkeammalle, koska muuten se hajoaa esimerkiksi talvella lumia auratessa.

Kannen alapuolella vedet johdetaan tarvittaessa suppiloilla ja syöksytorvilla maahan. Syöksytorvissa on hyvä olla tarkastusluukut, jotta tarvittaessa putket voidaan aukaista

sitä kautta. Pv-kaivot sijoitetaan sillan pilareiden kohdille niin, että ne muodostavat selkeän kokonaisuuden siltapaikan kuivusrakenteiden kanssa.

### 4.3 Halkeamien korjaus

Betonin jatkuva sulaminen ja jäätyminen aiheuttavat rapautumista ja pintojen halkeilua, jotka vaativat aika ajoin korjaustoimenpiteitä. Usein rautatiesillan korjausprojekteissa juuri nämä työt ovat pääosassa, koska ne vievät paljon aikaa ja ovat melko kalliita korjaustöitä. Betonin rapautumista ja raudoituksen korroosiota edesauttavat seuraavat seikat:

- pakkassuolarasitusta tai suolojen tunkeutumista huonosti kestävän betonin käyttö alusrakenteissa
- betonointivirheet, kuten betonin riittämätön tiivistäminen, puutteellinen jälkihoito ja korjaamattomat valuviat
- voimakkaasti rasitettujen pintojen jättäminen ilman suojausta
- vuotavat tai avonaiset liikuntasaumalaitteet
- betonipinnan riittämätön puhdistus suoloista ja muista epäpuhtauksista.

#### 4.3.1 Reunapalkin impregnointi

Jos betonipinnat joutuvat alttiiksi veden ja suolojen tunkeutumiselle, pinta suojataan impregnoimalla. Impregnointiaine muodostaa vettä hylkivän kerroksen betonin pinnassa olevien huokosten seinämiin. Tällöin betonin huokosrakenne pysyy avoimena. Ennen aineen levittämistä betonipinta pitää olla suihkupuhdistettu määrättyyn asteeseen ja imuroitu rakennuspölystä. Huono puoli impregnoinnissa on, että työ joudutaan toistamaan tietyn ajan välein riippuen käytettävästä materiaalista. Jos vanhassa betonipinnassa on pintaa syvemmillä ulottuvaa verkkohalkeilua, impregnointia ei voi käyttää vaan halkeamat joudutaan injektoimaan. ( Tiehallinto, Silko 2.252)

### 4.3.2 Halkeamien injektointi

Kun vetojännitys ylittää betonin vetolujuuden, syntyy halkeamia. Syitä halkeamien syntyyn voivat olla:

- väärin tehty raudoitus
- ylikuormitus
- pakkasrapautuma
- puutteellinen jälkihoito
- betonointivirheet
- rakenteen liikkuminen tai värinä

Betoniin syntyneet halkeamat täytyy korjata aina, kun niiden kautta pääsee vesi rakenteisiin. Myös syy halkeaman syntyyn täytyy selvittää. Injektoimalla halkeillut betoni saadaan korjattua alkuperäiseen lujuuteensa, jolloin rakenteen kestävyys saadaan takaisin alkuperäistä vastaavaksi. Injektoinnin voi suorittaa vain siihen koulutettu henkilö, jolla on oikeanlaiset työvälineet. Työnsuorittaja tekee jokaisesta korjatusta halkeamasta raportin, mistä selviää kaikki tarpeellinen, kuten esimerkiksi halkeaman sijainti rakenteessa ja sen suuruus. (Tiehallinto, Silko 2.236)

## 4.4 Teräsrakenteiset varusteet

### 4.4.1 Kaiteiden korjaus

Rautatiesillan kaiteet voidaan korjata joko kunnostamalla vanhat, kuluneet kaiteet tai uusimalla kaiteet kokonaan. Yleensä tilanne katsotaan tapauskohtaisesti eli jos kaiteet ovat pahasti vääntyneitä tai muuten rikki ne usein uusitaan kokonaan. Toisaalta jos kaiderungot sekä sälekaiteet ovat ehjiä, niiden putsaus sekä maalaus saattaa riittää.

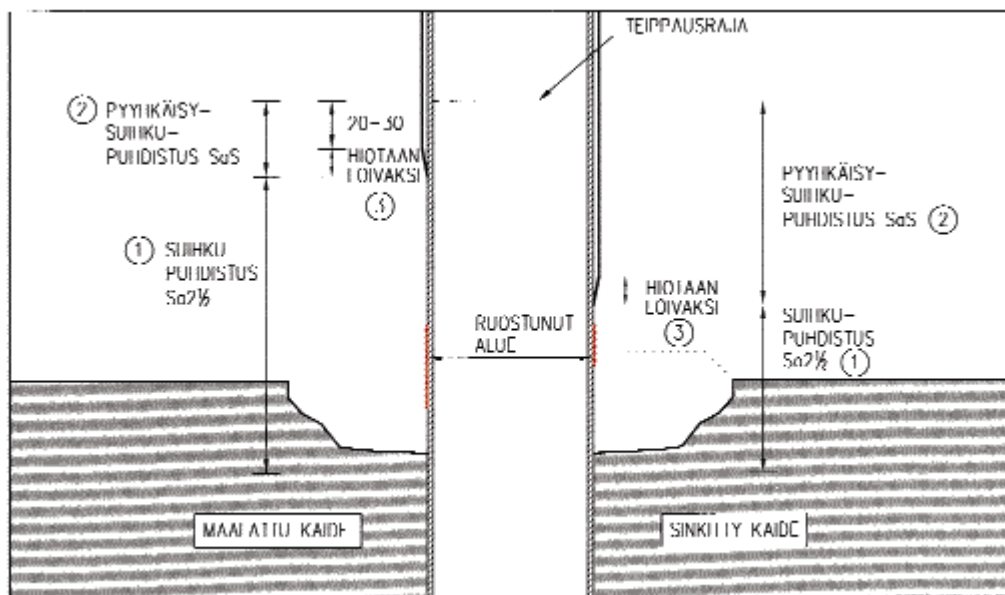
Tärkeimpiä uusimisperusteita kaiteelle ovat esimerkiksi:

- kaide liian matala
- kaide on pahasti ruostunut ja siinä on korroosioaurioita liikaa

- sillan reunapalkki uusitaan muun korjaustyön ohella

Jos kaide täytyy uusida, ensimmäisenä työvaiheena on vanhan, rikkinäisen kaiteen purku katkaisemalla kaidepylväät läheltä reunapalkin yläpintaa ja keräämällä vanha kaide pois. Seuraavaksi kaidepylvään juuret täytyy piikata auki noin 50 millimetrin syvyydeltä, josta pylväs katkaistaan, jonka jälkeen kolot paikataan juotoslaastilla. Laastin kuivuttua uudet kaiteet voidaan asentaa. (Tiehallinto Silko 2.331)

Vanhan kaiteen korjaaminen alkaa niin, että vanhat kaidesäleiköt irrotetaan ja viedään jatkokäsittelyyn, missä ne puhdistetaan ja maalataan uudelleen. Ruostuneet kohdat suihkupuhdistetaan ja paikalle jäävän maalin tai sinkin reuna hiotaan loivaksi (kuva 7). (Tiehallinto, Silko 2.331)



KUVA 7. Kaidepylvään juuren esikäsittelyvaiheet

Puhdistuksen jälkeen juuri maalataan tai ruiskusinkitään, jonka jälkeen voidaan tehdä juurikoroke. Muut kaiderungot puhdistetaan ja paikkamaalataan niistä kohdista, kun on tarpeellista. Tämän jälkeen uudelleenkäsittellyt kaidesäleiköt voi asentaa takaisin paikoilleen. Täytyy huomioida, että jos sälekaiteet eivät ole vielä valmiita laitettavaksi paikalleen, täytyy kaiderunkojen väliin tehdä väliaikaiset putoamissuojat. (Tiehallinto, Silko 2.331)



#### 4.4.2 Laakereiden huoltokäsittely

Sillan kannen alla sijaitsevat teräslaakerit tarvitsevat huoltokäsittelyn, koska ajan myötä ne ruostuvat. Syitä ruostumiselle ovat muun muassa avonaisesta liikuntasaumasta laakereihin päässyt vesi, huonosti rasvatut vierintäpinnat ja vaillinainen esikäsittely ennen maalausta. Normaalisti huoltokäsittely tehdään muiden sillan korjaustöiden yhteydessä, mutta nykyään on käytetty myös urakkakohteena useiden siltojen laakereiden korjausta yhtenä urakkana.

Ennen töiden aloittamista työympäristö suojataan vähintään peitteiden avulla. Joissakin silloissa laakerit on suojattu ruostumattomasta teräksestä tehdyllä suojavanteella, mikä vähentää laakereihin kohdistuvien haittavaikutusten määrää, mukaan lukien ilki-valta (kuva 8). Suojavanne estää myös pölyn ja lian pääsyn laakereihin, joka vähentää mekaanista kulumista. Työt alkavat suojavanteen poistamisella, jonka jälkeen aloitetaan laakereiden esikäsittely. Ensin laakeritasolta putsataan kaikki maa-aines, jonka jälkeen laakerit ja laakeritaso pestään painepesurilla puhtaaksi. Laakerien pinnasta puhdistetaan alkalipesulla rasvat, öljyt ja suolat, jonka jälkeen ruoste ja vanha maali poistetaan kaapimella ja teräsharjalla. Esikäsittelytöiden lopuksi metallipinnat kuivataan kuumailmapuhaltimella ja varmistetaan, että betonipinnat ovat pysyneet puhtaina. Tämän jälkeen pinnat maalataan ja vierintäpinnoille levitetään laakerirasva. Mikäli laakerit ovat niin huonossa kunnossa, ettei niiden huoltaminen onnistu paikallaan, ne irrotetaan ja huoltokäsittely tehdään maalaamossa. (Tiehallinto, Silko 2.353)



KUVA 8. Laakereiden teräksinen suojavanne

## 5 TURVALLISUUS

### 5.1 Yleistä asiaa junaturvallisuudesta

Ennakoilmoitusjärjestelmällä (ETJ) ilmoitetaan ennakkoon tiedossa olevista liikenteeseen vaikuttavista ratatöistä ja niiden vaikutuksesta aikataulun mukaiseen liikenteenhoitoon. Urakoitsija huolehtii ennakoilmoitusjärjestelmään tulevien tietojen ilmoittamisesta rakennuttajan kautta ohjausalueelle vähintään kolme viikkoa ennen toimenpidettä, jonka jälkeen ETJ- koulutettu henkilö kirjaa tiedot ennakoilmoitusjärjestelmään. Ennen rakennustyöhön ryhtymistä urakoitsijan on tilattava Liikenneviraston turvallisuusyksiköltä menettelytapaohjeet ja tilauskaavakkeet ennakoilmoitusjärjestelmän käyttöä varten.

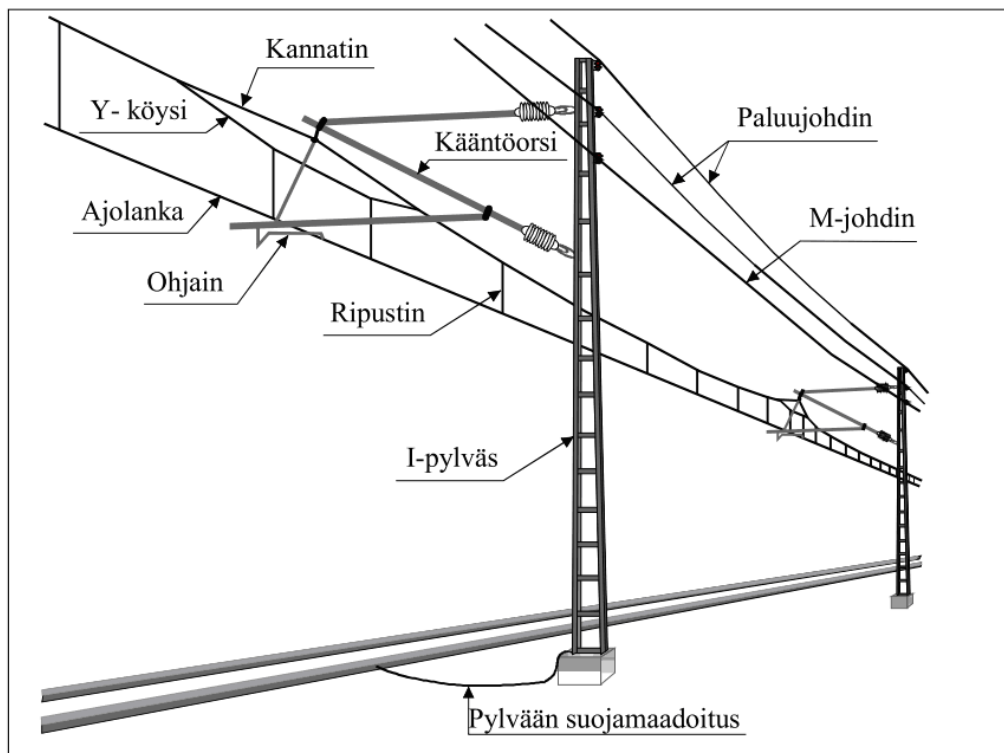
RT-ilmoitus on kirjallinen ilmoitus, jolla työmaan junaturvallisuudesta vastaava henkilö ilmoittaa junasuorittajalle junaturvallisuuteen vaikuttavan työn tekemisestä. Ilmoitus on annettava kaikista töistä, jotka voivat estää tai haitata junaliikennettä. Ilmoitus viedään suoraan alueen junasuorittajalle tai ilmoitetaan puhelimella tai radiopuhelimella. Ilmoituksen toimittaminen junasuorittajalle ei vielä anna lupaa työn aloittamiseen vaan varaukseen on työstä vastaavan henkilön saatava erillinen lupa junasuorittajalta. Työstä vastaava henkilö on vastuussa siitä, että rata rakenteineen on työn jälkeen liikennekelteisessä kunnossa. Työstä vastaava henkilö myös ilmoittaa työn päättymisestä junasuorittajalle.

Aukean tilan ulottumassa työskennellessä täytyy ottaa raidevaraus, joka tarkoittaa juna-liikenteen keskeyttämistä työskenneltävältä raiteelta. Raidevarausta otettaessa on tärkeää, että varauksen antaja sekä varauksen ottaja ovat varmasti molemmat tietoisia työskenneltävästä alueesta, ettei vaaratilanteita pääse syntymään. Töiden päätyttyä varauksen ottaja ilmoittaa aina raidevarauksen päättymisestä. Mikäli töissä tapahtuu viivästyksiä, eikä raidevarausta voida päättää ajallaan, urakoitsija vastaa aiheuttamistaan kustannuksista ja haitoista, jotka tällä työmaalla olivat 1700 euroa jokaiselta alkavalta 15 minuutilta.

## 5.2 Sähköistetty rata

Sähköistetyllä radalla työskentely on vaarallista, jos ei tiedä kaikkia mahdollisia vaaratarkkoja. Kaikkien sähkölaitteiden läheisyydessä työskentelevien työntekijöiden on oltava opastettuja tehtävään ja sähköturvallisuutta koskeviin säädöksiin sekä vaatimuksiin. Sähköradalla on käytössä 25 000 voltin suurjännite, joka on hengenvaarallinen, mutta oikeinkäytettynä se mahdollistaa liikennekapasiteetin lisäyksen ympäristöystävällisesti ja tehokkaasti. (Liikennevirasto, turvallinen työskentely, s. 6-7)

Sähköradan rakenne koostuu muun muassa ratajohdon johtimista ja niiden kannatusrakenteista, erilaisista muuntajista, pylväistä ja kiskoista (kuva 9). Kaikki johtimet sekä rakenteet ovat vaarallisia, ellei niitä ole maadoitettu ja erotettu jännitteestä.

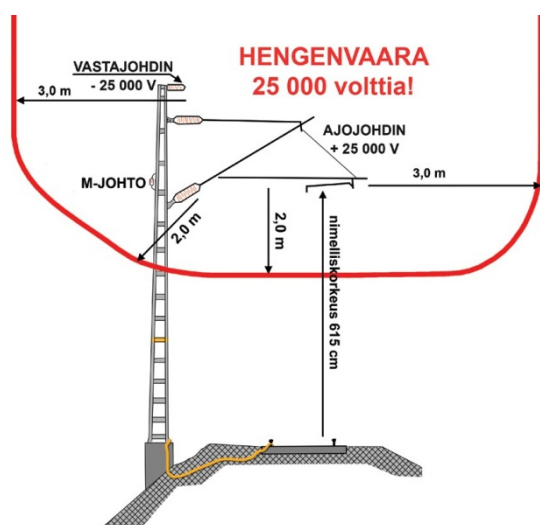


KUVA 9. Ratajohtorakenne

### 5.2.1 Suojaetäisyydet

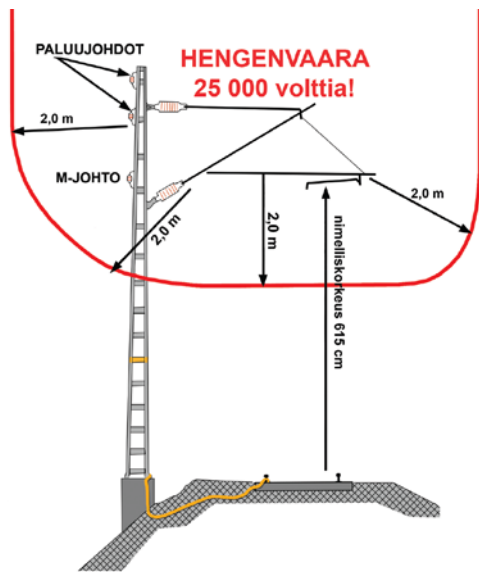
Rautatien läheisyydessä liikuttaessa tai työskenneltäessä on otettava huomioon useita asioita. Ratatyön suojaulottuma, jonka lyhennys on RSU, on alue, jonka sisällä ei saa tehdä töitä ilman ratatyölupaa tai turvamiestä. Ratatyön suojaulottuman rajana on 2,5 metriä uloimmasta kiskosta kohtisuoraan ulospäin. Toinen raja on sähköradalla olevan pylväslinjan sisäpuoli. Ensisijaisesti liikkuminen tapahtuu tämän alueen ulkopuolella, eikä alueelle mennä kuin välttämättömissä tilanteissa. Radan ylittämiseen käytetään eritasoristeyksiä, jos se on mahdollista. (Liikennevirasto, turvallinen työskentely, s. 6-7)

Työkoneita käytettäessä tulee olla erityisen huolellinen, ettei koneen mikään osa mene liian lähelle ajojohtimia. Pienimmät sallitut työskentelyetäisyydet sähköradan jännitteisistä osista on alapuolella kaksi metriä ja sivulla kolme metriä (kuva 10). Konekuski voi tarvittaessa käyttää koneessa nostokorkeuden rajoitinta, mikä helpottaa työskentelyä huomattavasti, koska silloin ei tarvitse miettiä osumista jännitteisiin osiin. (Liikennevirasto, turvallinen työskentely, s. 17-18)



KUVA 10. Työkoneiden suojaetäisyydet

Työntekijän työskennellessä lähellä sähköradan jännitteisiä osia pienin sallittu etäisyys on kaksi metriä (kuva 11). Tämä koskee työntekijän minkä tahansa kehon osaa tai käsiteltävän työkalun etäisyyttä jännitteisiin osiin. Erityisen huolellisia kannattaa olla pitkiä esineiden, kuten tikkaiden, käytössä. Jännitteisten rakenteiden yläpuolella työskentely on täysin kiellettyä ilman sähkölaitteiston käytönjohtajan erillistä lupaa. (Liikennevirasto, turvallinen työskentely, s. 10-11)



KUVA 11. Työntekijän suojaetäisyydet

Ajojohtimen katketessa siihen on syytä pitää vähintään kahdenkymmenen metrin suojaetäisyys, koska maahan koskettaessaan se aiheuttaa hengenvaarallisen askeljännitteen. Johdinta ei saa itse alkaa korjaamaan, vaan viasta on ilmoitettava käyttökeskukseen ja alue on rajattava varoituksena muille alueella liikkuville henkilöille.

### 5.2.2 Maadoitus

Ajolangan maadoitus tehdään siksi, että sähköradalla voidaan tehdä töitä turvallisesti. Työmaadoittamisella tarkoitetaan hyvin johtavan yhteyden tekemistä maan ja virtapiiriin johtimien välille. Työkohteeseen saattaa päästä eristyksen pettämisen, johtimien keskinäisen kosketuksen tai muun syyn seurauksena jännite, jonka takia on turvallisuussyistä tärkeää tehdä työmaadoittaminen. Työmaadoitus tehdään jännitteettömän sähköratarakenteen ja paluuvirtakiskon välille. (Liikennevirasto, turvallinen työskentely, s. 18-29)

Hätämaadoitus tehdään onnettomuustilanteissa yleensä vauriopaikan molemmin puolin, ettei onnettomuuspaikalla tule lisää vaaratilanteita. Hätämaadoituksen tekee ensisijaisesti sähköalan ammattihenkilö, mutta tarvittaessa sen voi tehdä myös tehtävään koulutettu veturimieshistö, työkonenukijettaja tai palokuntaan kuuluva henkilö.

Työkoneiden, kuten torninosturin, runko on maadoitettava työn ajaksi, jos kone tai sen taakka voi osua vähimmäisetäisyyksiä lähemmäksi sähköradan jännitteisiä osia. Maadoitus tehdään töiden ajaksi paluuvirtakiskoon vähintään yhdellä 25 mm<sup>2</sup> kuparijohtimella ja maadoituksen tekee tehtävään opastettu henkilö. Mikäli töissä joudutaan irrottamaan esimerkiksi virtapiiriin kuulumattoman ratajohtopylvään suojamaadoitus, on kohteen ja paluuvirtakiskon välille tehtävä väliaikainen suojamaadoitus. (Liikennevirasto, turvallinen työskentely, s. 18-29)

### 5.2.3 Jännitekatko

Jännitekatko tarvitaan, kun pienin sallittu työskentelyetäisyys alitetaan tai ei voida olla varmoja sähköturvallisuudesta töitä tehdessä. Urakoitsija tekee sopimuksen jännitekatkosta Liikenneviraston hyväksymän sähköradan kunnossapitäjän kanssa, joka hoitaa jännitekatkomenettelyn. Jännitekatkoon liittyvät seuraavat toimenpiteet:

- Jännitekatkopyyntö
- Kytkenähdotus
- Jännitekatkoilmoitus
- Erottaminen jännitteestä
- Jännitteen kytkemisen estäminen
- Jännitteettömyyden toteaminen
- Päätyö- ja muiden työmaadoitusten tekeminen
- Työn aloittamislupa
- Työn päättymisilmoitus
- Työ- ja päätyömaadoitusten poistaminen
- Kytkenä

### 5.3 Pätevyudet

Rautateillä ei voi työskennellä kuka tahansa, sillä radalla tehtävissä töissä täytyy ottaa huomioon asioita, joista muilla työmailla ei tarvitse huolehtia. Työt tehdään välillä ai-

van junaliikenteen läheisyydessä, mikä tarkoittaa turvallisuusriskiä. Tämän takia jokaisella rautateillä työskentelevällä, sekä työntekijällä että työnjohtajalla, on oltava ratatyöturvallisuuspätevyys, joka mahdollistaa turvallisen työskentelyn. Muita rautatietöissä tarvittavia pätevyksiä ovat esimerkiksi ratatyöstä vastaava sekä turvamies. Myös muilta työmailta tutut, kuten työturvallisuus- ja tulityökortti tulevat olla voimassa työn niin vaatiessa.

### **5.3.1 Ratatyöturvallisuuspätevyys**

Ratatyöturvallisuuspätevyys on siitä tärkeä, että se on pakollinen kaikille, jotka työskentelevät rata-alueella. Pätevyyden saadakseen ei tarvitse olla aikaisempaa kokemusta alasta. Ratatyöturvallisuuspätevyyskurssi kestää yhden päivän ja pätevyys on voimassa seuraavat viisi vuotta, jonka jälkeen pätevyyden ylläpito tapahtuu kertauskoulutuksella.

Henkilö, joka on suorittanut kurssin, voi liikkua radalla, tehdä yleisiä ratatöitä ja turvallisuuden tai liikenteenohjaukseen liittyvien rakenteiden korjaustöitä. Pätevyyden omaava henkilö ymmärtää perusasiat sähköradasta, rautatiealueella tapahtuvan työnneon vaarakohdat, erilaiset turvallisuusmääräykset sekä toiminnan vaara- ja onnettomuustilanteissa.

### **5.3.2 Ratatyöstä vastaava**

Ratatyöstä vastaava henkilö nimetään aina, kun tehtävät ratatyöt vaarantavat tai estävät liikennöinnin raiteella, vaikuttavat radan rakenteeseen tai edellyttävät liikennöinnin keskeyttämistä työturvallisuuden takia. Kurssi on viisipäiväinen ja sen tehtävänä on opettaa koulutettavaa tuntemaan liikenteenhoidon toimintaperiaatteet ja menettelytavat. Henkilö voi toimia ratatyöstä vastaavana, jos hänellä on voimassa ratatyöturvallisuuspätevyys sekä terveydentila on tehtävään sopiva

Ratatyöstä vastaavan tulee olla aina ratatyöalueella tai sen läheisyydessä. Työt on suunniteltava niin, että ratatyöstä vastaava pystyy hallitsemaan turvallisuuden vaikuttavat asiat, vaikka ratatyöalueella työskentelee useita työryhmiä. Hänellä tulee olla aina mu-



kana ajan tasalla olevat liikenteenohjauksen yhteystiedot, junasuorittajan reittilista, rata-työilmoitus ja Raili-puhelin.

### 5.3.3 Turvamies

Turvamiehellä tulee olla varustuksina oranssin värinen varoitusvaatetus, jonka selässä lukee ”Turvamies”. Muita varustuksia ovat äänimerkinantolaite, Raili-puhelin tai matkapuhelin, johon on tallennettu liikenteenohjauksen ja käyttökeskuksen puhelinnumerot sekä käsiliikennemerkki 311 tilapäisessä tieliikenteen pysäytyksessä. Myös muut normaalit turvavarusteet tulee olla turvamiehellä käytössä.

Turvamiehen tehtävänä ratatyömaalla on varoittaa työntekijöitä lähestyvistä liikenteestä ajoissa niin, että he kerkeävät kerätä työvälineensä pois ja siirtyä turvallisesti ennalta sovitulle väistöalueelle. Yksi turvamies voi olla vastuussa korkeintaan kymmenestä työmiehestä tai kahdesta työkoneesta kerrallaan. Turvamies ei saa osallistua itse työn suorittamiseen eikä työnjohtotehtäviin tehtävää hoitaessaan. Ennen töiden aloittamista on turvamiehen kerrottava työn suorittajille, miten hän varoittaa lähestyvistä rautatieliikenteestä ja kuinka sen jälkeen toimitaan.

Turvamiehen on sijoitettava työssään niin, että hän näkee lähestyvän liikenteen tarpeeksi ajoissa. Jos tämä on mahdotonta esimerkiksi näköesteiden tai liian pitkän etäisyyden takia, käytetään kahta tai useampaa turvamiestä, jotta työskentely on turvallista. Käytettäessä kahta turvamiestä, heidän on oltava jatkuvassa yhteydessä toisiinsa, että molemmat ovat tietoisia lähestyvistä liikenteestä. Viestin välitystapoja tulee olla vähintään kaksi toisistaan riippumatonta tapaa, jolloin minimoidaan vaaratilanteiden syntyminen. Esimerkiksi radiopuhelinten lisäksi käytössä voi olla äänimerkinantolaite, jolla ilmoitetaan lähestyvistä liikenteestä, jos toiselta osapuolelta ei radiopuhelimella tule kuittausta välittömästi.

## **6 ESIMERKKIKOHDE**

### **6.1 Kohteen esittely**

Esimerkkikohteena on Vantaan Myyrmäessä sijaitseva asema-, laiturij- ja ratasilta. Se on rakennettu vuonna 1974. Silta sijaitsee Myyrmäen ostoskeskuksen itäpuolella. Sillan kummallakin sivulla on laiturialue ja laitureiden välissä on kaksi sähköistettyä paikallisjunaraidetta. Asema-, laiturij- ja ratasillat ovat paikallavalettuja teräsbetonisia jatkuvia laattasiltoja. Keskellä sijaitsevan rata-alueen päällysrakenne on kaukalopalkkimainen rakenne, johon laiturialueet liittyvät molemmin puolin liikuntasaumoilla erotettuna. Sil- lan päissä on maatuet ja keskellä pilarit, joista osa on laakeroitu yläpäistään. Rata- ja laiturisillan kokonaispituus on 289,6 metriä ja asemasillan 42,1 metriä ja sillassa on yhteensä 19 tukilinjaa. Tarkemmat tiedot ja suunnitelmakuvat kohteesta ovat Liitteenä 1 ja 2.

### **6.2 Aikataulut**

#### **6.2.1 Työmaan kokonaisaikataulu**

Myyrmäen asema-, laiturij, ja ratasiltatyömaa kuului isompaan, Kannelmäestä Myyrmä- keen ulottuvaan, päällysrakenteen- ja sillankorjausurakkaan, jonka kokonaisaikataulu oli 2.4.2013–31.10.2013. Myyrmäen silloilla työt alkoivat kuitenkin vasta 13.5.2013, jolloin sillanrakennuskohteen työmaata aloitettiin perustaa työmaakoppien tuonnilla ja sähköjen hoitamisella työmaalle. Myyrmäen siltojen osalta työn aikataulu pysyi lähes koko työmaan ajan ajallaan, eikä suurempia yllättäviä viivästyksiä syntynyt, jonka ansi- osta työt saatiin hyvissä ajoin ennen lokakuun loppua valmiiksi.

Tilaaaja oli asettanut kaksi sakollista välitavoitetta, jolloin tietyt työvaiheet olivat oltava tehtynä, ja junien oli päästävä kulkemaan rajoituksetta. Ensimmäisen välitavoitteen päi- vämäärä oli 15.7.2013 kello 4.20, jolloin itäinen raide tuli olla liikennöitävässä kunnos- sa koko urakka-alueella. Toinen välitavoite oli 12.8.2013, jolloin kaikki päällysrakenne- työt sekä siltojen vedeneristykset tuli olla valmiit.

## 6.2.2 Työmaan työskentelyajat

Myyrmäen laiturialueella työskennellessä ei ollut rajoituksia työajoista, joten töitä voitiin tehdä tarpeen vaatiessa ympäri vuorokauden. Liiallista melua ei töistä kuitenkaan saanut aiheutua. Mikäli töitä tarvitsi tehdä aukean tilan ulottuman sisäpuolella, töille oli määrätty erilliset työajat. Ensimmäisenä korjattiin itäinen raide, jonka jännite- ja liikennekatko oli 17.6.2013–11.7.2013 ja toisena läntinen raide, jonka katko oli 18.7.2013–12.8.2013. Näiden katkojen välissä oli niin sanottu totaalikatko, jolloin junat eivät kulkeneet urakka-alueella ollenkaan. Molemmat raiteet olivat poissa käytöstä 11.7.2013–18.7.2013 välisen ajan. Kun töitä tarvitsi tehdä liikennöidyllä raiteella totaalikatkon ulkopuolella, olivat työt tehtävä yötöinä, jolloin täytyi ottaa jännite- ja liikennekatko. Jokaiselle yölle oli mahdollista saada katko aikavälille 00.10–04.20, jolloin junat eivät kulkeneet urakka-alueella.

## 6.3 Työturvallisuus

### 6.3.1 Kohteelle tyypilliset turvallisuusriskit

Jokaisella työmaalla täytyy ottaa etukäteen huomioon erilaiset turvallisuusriskit, jotta vaaratilanteet ja tapaturmat voitaisiin välttää mahdollisimman hyvin. Rautatiesillalla työskennellessä on monia vaarallisia työvaiheita ja -kohteita, jotka tulee ottaa huomioon. Tällaisia ovat esimerkiksi:

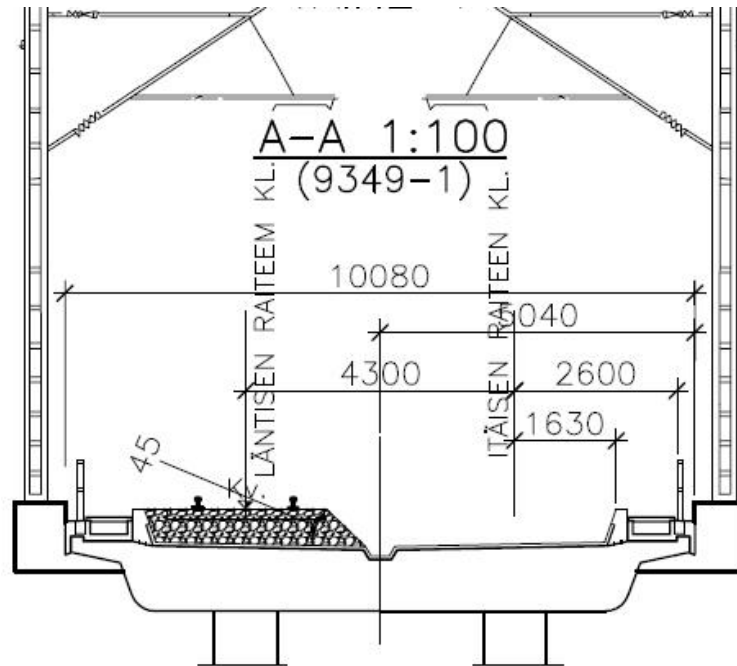
- sähköistetyllä junaradalla työskentely
- junaliikenteen aiheuttamat vaarat
- sillan kannelle asennetut sähkökaapelit
- nostolaitteilta työskentely
- siltapaikan vilkas henkilöliikenne
- vanhojen betonirakenteiden purku.

### **6.3.2 Työmaahan perehdyttäminen**

Jokainen työmaalle tuleva työntekijä täytyy perehdyttää työkohteeseen pääurakoitsijan toimesta ennen kuin hän saa työskennellä työmaalla. Perehdytyksessä työntekijä saa tarpeelliset tiedot ja ohjeet työhön kohdistuvista vaara- ja haittatekijöistä. Perehdytyksessä kerrotaan myös tarvittavien henkilövarusteiden ja –suojien pakollisesta käytöstä, sosiaalitulojen sijainti sekä ensiapuvälineiden ja sammutuskaluston paikat. Työmaalle tulevalta henkilöltä varmistetaan myös pakolliset pätevyudet, kuten työturvallisuus- ja rataturvapätevyudet, joiden täytyy olla voimassa. Lopuksi perehdyttäjä tekee vielä työmaakerroksen perehdytettävien henkilöiden kanssa, jolla varmistetaan työmaa-alueen rajat. Perehdyttäminen dokumentoidaan lomakkeella, jonka täytettyään ja allekirjoitettuaan työntekijä saa kypärään kiinnitettävän työmaakohtaisen kulkuluvan.

### **6.4 Työvaiheiden toteutus**

Koska työkohteena käsitellään rautatiesillankorjausta, keskitytään tässä kertomaan nimenomaan sillalla aukean tilan ulottumassa tapahtuvien purku-, vedeneristys- sekä päällysrakennetöiden toteutukseen. Toki rautatiesillalla on paljon samoja työvaiheita, kun tavallisella sillalla, mutta niihin työvaiheisiin ei tässä kohtaa sen enempää perehdytä. Työt tehtiin radan osalla kahdessa vaiheessa niin, että ensin purettiin ja alettiin rakentaa uudestaan radan itäistä puolta, jolloin junat kulkivat vain läntisellä puolella (kuva 12). Totaalikatkon aikana läntinen puoli purettiin ja itäinen puoli rakennettiin valmiiksi. Tämän jälkeen junat kulkivat vain itäisellä raiteella ja läntinen puoli rakennettiin valmiiksi.



KUVA 12. Itäinen raide purettuna

#### 6.4.1 Purkutyöt

Ennen varsinaisten purkutöiden aloittamista irrotettiin suojamaadoitus, joka asennettiin myöhemmin takaisin uuden raiteen asennuksen jälkeen. Purkutyöt aloitettiin katkaisemalla vanhat kiskot sahaamalla. Niiden katkaisupituus määräytyi vanhojen hitsausseamujen sijaintien sekä työalueen pituuden mukaan kuitenkin niin, että kiskojen vähimmäispituuden tuli olla vähintään kymmenen metriä. Tämän jälkeen kiskot irrotettiin vanhoista pölkyistä ja kuljetettiin pois niille varatuille alueille. Seuraavaksi vanhat betonipölkkyt kerättiin ja kuljetettiin pois rata-alueelta ennalta määrättyyn säilytyspaikkaan. Lopuksi kaikki tukikerroksen vanha raidesepeli poistettiin sillan kannen päältä ja vietiin pois. Sepelin poistossa oli hyvin tärkeää, ettei sitä jäänyt pieniäkään määriä sillan kannelle, koska vedeneristystöissä asennettavat kumimatot eivät saaneet rikkoutua yhtään.

#### 6.4.2 Vedeneristystyöt

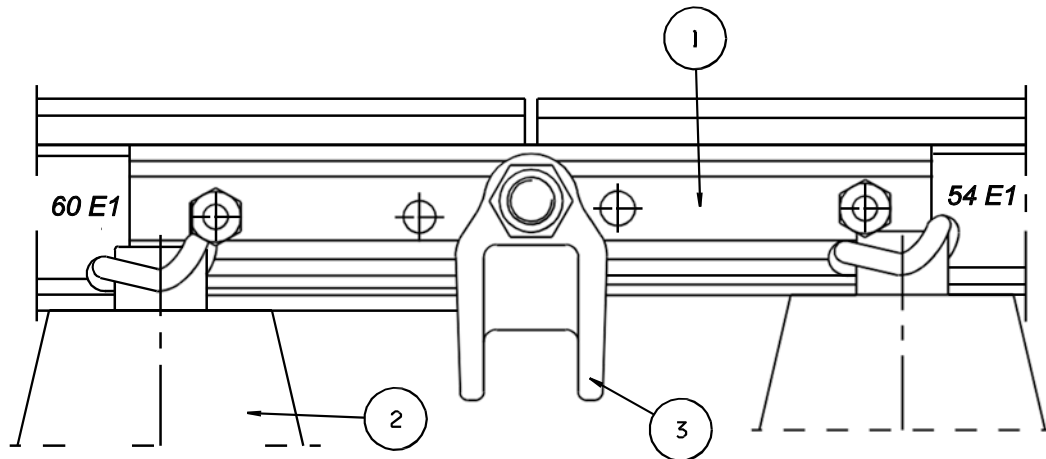
Vedeneristystyöt olivat yksi tärkeimmistä työvaiheista koko urakassa, koska aikataulu oli hyvin tiukka, mutta työt piti saada tehtyä ajoissa. Urakassa oli alun perin tarkoitus käyttää vesieristeenä polyuretaanielastomeeria, joka on hyvin riskialtis vesieristystapa, koska se vaatii täysin kuivat olosuhteet. Tämä taas tarkoittaa, että sateella täytyisi raken-

taa suojateltoa pystyäkseen vesieristää sillankansi. Teltan rakentaminen ja jatkuva siirtäminen kuluttaisi paljo aikaa ja miestyövoimaa. Tästä syystä päädyttiin käyttämään kumimattoa vesieristeenä, joka on taloudellisesti halvempi ratkaisu, eivätkä sääolot vaikuttaisi niin paljoa eristystöihin.

Vedeneristystyöt pääsivät käyntiin heti, kun raidesepeli oli saatu putsattua sillan itäpuolen kannelta. Työssä tarvittiin paljon työntekijöitä, koska matot olivat rullalla ja niiden levittämiseen ja saumojen saumaukseen kului paljon aikaa. Koska mattoja ei voitu levittää koko rata-alueelle kerralla, täytyi ne mitata ja leikata sopivan kokoisiksi, jotta ne voitiin levittää myöhemmin länsipuolelle, kun sepeli oli saatu kerättyä siltä puolelta pois.

### **6.4.3 Päälysrakennetyöt**

Päälysrakennetyöt aloitettiin heti vedeneristystöiden päätyttyä. Tukikerros rakennettiin niin, että ensin rakennettiin raidesepelistä alaosa pohjasepelistä tasoon KV -270 millimetriä. Seuraavaksi uudet betonipölkkyt asennettiin pölkkyvälillä 610 millimetriä, jonka jälkeen kiskot tuotiin paikalleen ja kiinnitettiin pölkkyihin esiasennetuilla Vossloh Skl-14 kiinnityksellä. Kiskojen katkosten kohdalle asennettiin tilapäiset liityntäjatkot, jossa sidekiskot kiinnitettiin toisiinsa sideruuveilla ja sidekiskopuristimilla (kuva 13). Erillistä pohjasepelin tiivistystä ei tehty, vaan koko sepelitukikerros tiivistettiin koneellisen tuennan yhteydessä. Koneellinen tuenta tapahtui raiteentukemiskoneella, joka tuki raiteen geometrian suunnitelmien mukaiseksi. Lopuksi raiteet hitsattiin jatkuvakiskoraiteiksi, jolloin tilapäiset sidekiskot poistettiin.



KUVA 13. Tilapäinen liityntäjätkös, 1:Liityntäsidekisko, 2:Ratapölkky, 3: Sidekiskopu-  
ristin

## 6.5 Laadunvarmistus

### 6.5.1 Laatusuunnitelma

Ennen korjaustöiden aloittamista laadittiin laatusuunnitelma, jossa määritettiin erilaiset kokeet ja mittaukset, joilla todetaan työn riittävä laatu. Suunnitelma toimitettiin työn valvojalle viikkoa ennen töiden aloittamista ja siinä selvitettiin seuraavat asiat:

- työnjohto ja laaduntarkistusorganisaatio
- yleiskuvaus työn suorituksesta, työvaiheista sekä työmenetelmistä
- aikataulu eri työvaiheista
- työnaikainen laadunvarmistus, johon kuuluu muun muassa työnaikaiset mittaukset ja kokeet
- kelpoisuuden osoittaminen vaadittuihin vaatimuksiin.

Laatusuunnitelmassa esitetään tulosten dokumentointi sekä tarkastusten ja mittausten ajankohdat ja vastuuhenkilöt. Eri työvaiheista ja mittauksista tehdään pöytäkirjat, jotka kootaan tilaajalle luovutettavaan kelpoisuuskirjaan.

## 6.5.2 Työnaikainen laadunvarmistus

Urakoitsijan täytyy esittää korjaustavoista ja käytettävistä materiaaleista työsuunnitelma rakennuttajalle tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi. Urakoitsijan tulee myös pitää työmaapäiväkirjaa, josta pitää selvittää kaikki työpäivän aikana tapahtuneet työvaiheet, tehdyt laadunvalvontakokeet tuloksineen, käytössä olleet työkonet ja työntekijöiden lukumäärä. Päiväkirjaan merkitään myös päivämäärä ja ilman lämpötila kahdesti päivässä.

Kaikki työvaiheet tarkastetaan, tarvittaessa, yhteisesti valvojan ja urakoitsijan toimesta ennen päälle tulevia käsittelyjä, eivätkä tarkastukset vähennä urakoitsijan vastuuta lopulaadusta. Urakoitsija vastaa laadunvarmistukseen liittyvien tarkastusten järjestämisestä. Rakennuttaja voi teettää halutessaan kustannuksellaan laadunvarmistuskokeita, joiden jälkien paikkaus kuuluu urakoitsijalle. Urakoitsijan tulee ottaa myös huomioon kohteista aiheutuvat mahdolliset viivästymiset, jotka saattavat kiristää aikataulua. Tässä kohteessa tehtiin laadunvarmistusmittauksia esimerkiksi vedeneristystöistä, päällysrakennetöistä ja pylväsperustusten korjauksista.



## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Yksi tärkeimmistä tekijöistä onnistuneessa rautatiesillan korjausprosessissa on töiden aikatauluttaminen. Työmaa saattaa kestää useita kuukausia, jolloin on tärkeää, että kaikilla urakoitsijoilla on selkeä näkemys omista töistään ja niihin kuluvasta ajasta. On tärkeää oppia huomaamaan mahdolliset vaikeat työvaiheet ja riskitekijät, jotka saattavat aiheuttaa aikataulullisia viivästyksiä. Näihin on syytä varautua etukäteen olla yrittämättä tehdä liian tiukkaa aikataulua urakalle. Rautateillä töiden myöhästymisestä aiheutuvat sakot ovat huomattavan suuria verrattuna esimerkiksi tavalliseen tietyömaahan. Siksi on äärimmäisen tärkeää pysyä koko urakan ajan aikataulussa, jotta urakat ovat taloudellisesti kannattavia.

Liikennöidyllä rataosuudella työskentelyssä on muutamia tärkeitä asioita otettava huomioon, joita tavallisessa tietyömaassa ei tarvitse huomioida. Yksi tärkeimmistä on työvaiheet, jotka tarvitsevat paljon aikaa ja tilaa, jotta ne voidaan toteuttaa. Tällaisia työvaiheita ovat esimerkiksi radan sepelöinti ja uusien kiskojen asentaminen paikoilleen. Koska työt vievät paljon aikaa, täytyy junaliikenne saada poikki. Tämän takia tarvitaan pidempiaikainen liikennekatko, jolloin työt voidaan suorittaa. Liikennekatkon aikana työkoneet voivat huoletta työskennellä viereisellä raiteella, mikä helpottaa ja nopeuttaa työntekoa huomattavasti.

Rautatiesillalla on otettava huomioon työntekijöiden turvallisuuden lisäksi myös muut henkilöt ja junaliikenne. Esimerkiksi Myyrmäen laiturisillalla työskenneltäessä oli huomioitava koko ajan ohi kulkevan junaliikenteen lisäksi myös laiturialueella kulkevien ihmisten turvallisuuden takaaminen. Kaikki vähänkään mahdollista vaaraa aiheuttavat työt tuli tehdä silloin, kun ihmisillä ei ollut lupaa olla työmaa-alueella. Koska junien liikennekatkot olivat lyhyet, ja laiturialueella jouduttiin tekemään töitä myös katkojen jälkeen, täytyi työalue aina aidata huolellisesti. Myös sillan alla tehdyissä töissä täytyi olla huolellinen, koska ihmiset jättivät autojaan parkkipaikkoihin, joissa ne saattoivat vaurioitua.

Yksi kriittisimmistä työvaiheista esimerkkikohteen rautatiesillankorjauksessa oli vesieristysten uusiminen. Alun perin suunniteltu polyuretaanielastomeerieristys korvattiin kumimatolla, jonka oletettiin olevan tähän kohteeseen aikataulullisesti parempi ratkaisu.

Tämä osoittautui urakan valmistumisen kannalta oikeaksi ratkaisuksi, mikä mahdollisti radan käytettävyyden junaliikenteelle ajallaan.

Haasteellista isoissa rautatiesillankorjaustyömaissa tuntuisi olevan riittävä ratatyöturvallisuuspätevyyden omaavien työntekijöiden saanti. Jo pelkästään sillankorjaukseen pätevien henkilöiden saaminen oli haasteellista monien muiden pääkaupunkiseudulla olevine siltatyömaiden takia, mutta rautatiesillalla työskentelevillä täytyy jokaisella olla käytyä myös ratatyöturvallisuuskurssi käytyä. Koska kovinkaan monilla ei sellaista ollut, aiheutti se suurta päänvaivaa, mistä tällaisia henkilöitä saataisiin nopealla varoitusaajalla. Tästä syystä urakan aikana jouduttiin järjestämään ylimääräisiä kursseja, jotta saatiin työntekijöille tarvittava lupa työskennellä rautatieympäristössä.

Rautatieympäristössä työskentelyssä täytyy ottaa huomioon niin sanottuja turhia kustannusmenekkejä. Esimerkiksi turvamiesten käyttö tietyissä työvaiheissa on iso taloudellinen menetys suurissa työkohteissa. Turvamiehiä saatetaan tarvita useita koko urakan ajan, eikä heistä ole töiden etenemisen kannalta mitään hyötyä, koska heidät on palkattu työturvallisuuden varmistamisen takia. Toki on hyvin tärkeää, ettei työtapaturmia satu, mutta suuri taloudellinen menetys jokainen turvamies pidemmän päälle kuitenkin on.

Muita rautatiesillalla työskentelyyn vaikuttavia kustannuksiin liittyviä asioita tai työvaiheita ovat esimerkiksi raidevaraukset, liikennekatkot, jännitekatkot, erilaiset tarkastukset ja maadoitustyöt. Nämä kaikki tulee ottaa huomioon jo urakkalaskennassa, mikä saattaa jäädä huomioimatta vähän rautatieympäristössä töitä tehneeltä henkilöltä. Jo itsessään työnaikaiset maadoitustyöt vaativat yllättävän paljon aikaa, koska sillalla on paljon erilaisia teräsosia, jotka täytyy maadoittaa turvallisuussyistä. Myös liikenne- ja jännitekatkojen hankkiminen maksaa, ja vaikka yksittäisen katkon saaminen ei olisikaan kovin kallista, niin pitkällä aikavälillä niistäkin tulee melko suuri taloudellinen menetys.

Olosuhteiden huomioon ottaminen jo ennen töiden aloittamista on suuressa roolissa varsinkin sillankorjaustyömaalla. Eli siis töiden suunnittelu ennalta on hyvin tärkeää sekä työntekijöiden että työnjohdon osalta. Tässä paras valttikortti on kokemus, joka edesauttaa huomattavasti. Siksi olisi hyödyllistä, että kokeneet työntekijät ja työnjohtajat neuvoisivat ja opettaisivat esimerkiksi uusia, nuoria työnjohtajia heti alusta alkaen.

## LÄHTEET

Liikennevirasto. 2013. Turvallinen työskentely.

[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/esite\\_2013\\_turvallinen\\_tyoskentely\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/esite_2013_turvallinen_tyoskentely_web.pdf)

Liikennevirasto. 2013. Ratatekniset ohjeet osa 8. Rautatiesillat.

[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo\\_2013-43\\_rato8\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-43_rato8_web.pdf)

Liikennevirasto. 2002. Ratatekniset ohjeet osa 11. Radan päällysrakenne.

[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rato\\_11\\_radan\\_paallysrakenne.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rato_11_radan_paallysrakenne.pdf)

Liikennevirasto. 1998. Ratatekniset määräykset ja ohjeet osa 12. Päällysrakennehitsaus.

[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rato\\_12\\_paallysrakennehitsaus.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rato_12_paallysrakennehitsaus.pdf)

Tiehallinto. 2003. Halkeamien injektointi voimia siirtäviksi 2.236.

<http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio2/s2236.pdf>

Tiehallinto 2004. Betonipinnan impregnointi 2.252.

<http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio2/s2252.pdf>

Tiehallinto. 2003. Kaidepylvään juuren kunnostus 2.331.

<http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio2/s2331.pdf>

Tiehallinto. 2004. Teräslaakerin huoltokäsittely 2.353.

<http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio2/s2353.pdf>

**LIITTEET**

Liite 1. Korjaustyöselitys

Liite 2. Suunnitelmakuvat, yleispiirustus ja laiturialue

31.12.2010

## 1 KORJAUSHANKKEEN YLEISTIEDOT

### 1.1 Kohde ja tilaaja

Kohde	Myyrmäen asema-, laiturij- ja ratasilta
Tilaaja	VR Track Oy Rautatiesuunnittelu Siltaryhmä PL 488 (Vilhonkatu 13) 00101 Helsinki
Yhteyshenkilö	Janne Wuorenjuuri puh. 040 8621373

### 1.2 Korjaussuunnittelija

Korjaussuunnittelija	Vahanen Oy Halsuantie 4 00420 Helsinki
Yhteyshenkilö	Pekka Räisänen (suunnitelman laatija) GSM 040 8266 768 faksi 0207 698 699 s-posti pekka.raisanen@vahanen.com
	Heikki Kapanen (suunnitelman tarkastaja) GSM 041 5152418 s-posti heikki.kapanen@vahanen.com

### 1.3 Sillan ja siltapaikan yleistiedot

Myyrmäen asema-, laiturij- ja ratasilta on rakennettu vuonna 1974. Silta sijaitsee Vantaan Myyrmäessä ostoskeskuksen itäpuolella. Sillan kummallakin sivulla on laiturialue. Laitureiden välissä on kaksi sähköistettyä paikallisjunaraidetta.

Sillan alittaa tukivälillä 2-3 Rajatorpantie sekä viereisissä aukoissa kevyenliikenteen väylät. Lisäksi sillan alittaa ajoneuvoliikenteelle tarkoitettua kulkuväylä tukivälillä 8-9 ja 11-12 aukoissa. Laiturisoltojen alla on autojen pysäköintitilaa. Sillan pituussuunnassa sillan alla on kevyenliikenteenraitti. Erityisesti aseman kohdalla sillan alla on paljon jalankulkuliikennettä sekä Myyrmäen ostoskeskukseen tapahtuvaa huoltoajoa.

Asema-, laiturij- ja ratasillat ovat paikallavalettuja teräsbetonisia jatkuvia laattasiltoja. Keskellä sijaitsevan rata-alueen päällysrakenne on kaukalopalkkimainen rakenne, johon laiturialueet liittyvät molemmin puolin liikuntasaumoilla erotettuna. Sillan päissä on maatuet ja keskellä pilarit, joista osa on laakeroitu yläpäistään. Rata- ja laiturisillan



31.12.2010

kokonaispituus on 289,6 m ja asemasillan 42,1 m. Sillassa on yhteensä 19 tukilinjaa. Asemasilta käsittää rata-alueita ja laiturialueita vastaavina rakenteina kuin ratasilta ja laiturisilta. Tästä johtuen suunnitelmissa käsitellään laiturisillan ja asemasillan laiturialueita yhtenä kokonaisuutena, laiturialueena. Vastaavasti ratasillan ja asemasillan rata-alueita käsitellään yhtenäisenä rata-alueena. Laiturit ja rata jatkuvat siltojen ulkopuolella maanvaraisena, mutta ne eivät kuulu tähän urakkaan.

#### 1.4 Yleiset ohjeet

Korjaustyössä on noudatettava tämän työselityksen ohella seuraavia asiakirjoja:

- Infra RYL 2006, Osa 3 Sillat ja rakennustekniset osat
- SILKO- ohjeet, Siltojen korjaus, Tiehallinto, Siltatekniikka, osat 1,2,3,4
- Betonipinnat By 40, Suomen betoniyhdistys r.y.
- B21 Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO), Ratahallintokeskus 2008
- Liikennejärjestelyt ja työturvallisuus tiellä tehtävässä työssä (TIEH 2270011-02), Liikenne tietyömailla (TIEH 2272000, TIEH 2200051-v-09, TIEH 2200053-v-09, TIEH 2200007-08 ja TIEH 2200057-09)
- Sillan rakentamisen valvontaohje – SVO, TIEL 2220001
- Eurokoodit 2010, Betonirakenteiden suunnittelu.
- Betonipinnan poistamisohjeita siltojen korjauksissa, Tiehallinto 30.9.2005
- Betonirakenteiden korjausohjeet By 41, Suomen betoniyhdistys r.y

#### 1.5 Lyhyesti erikoistarkastusten tuloksista

Myyrmäen asema-, laiturij- ja ratasillalle on tehty erikoistarkastus vuonna 2010. Erikoistarkastuksen suoritti insinööritoimisto Vahanen Oy.

Erikoistarkastuksen perusteella on suositeltu seuraavia korjaustoimenpiteitä:

- Töhröjen puhdistus
- Alusrakenteiden laastipaikkaukset
- Reunapalkkien puhdistus, vesipiikkaus, laastipaikkaus, ylitasoitus ja pinnoitus
- Halkeamien epoksi-injektointi
- Kaiteiden tippureiät
- Kaidepylväiden juurten kunnostus
- Portaiden kaiteiden pinnoitus
- Sillan sälekaiteiden pinnoitus
- Laakereiden huoltokäsittely
- Kannen alapinnan puhdistus ja laastipaikkaukset
- Pintarakenteen uusiminen

#### 1.6 Korjaustyön yleiskuvaus

Tämä korjaussuunnitelma on laadittu erikoistarkastusraportissa suositeltujen toimenpiteiden ja tilaajan tekemien valintojen mukaisesti.



31.12.2010

Urakoitsijan on huomioitava liikuntasamanauhan ja liikuntasumalaitteen poikkeuksellisen pitkä toimitusaika. Kohteen koko huomioiden, myös muiden materiaalien saatavuus tulee varmistaa hyvissä ajoin.

Myyrmäen asema-, laituri- ja ratasillan korjaus sisältää pääpiirteittäin seuraavat työt:

- Kannen alapinnan ja alusrakenteiden liikuntasuomien vuotojälkien puhdistus ja yksittäisten vauriokohtien laastipaikkaukset
- Reunapalkkien puhdistus, vesipiikkaus, kaidepylvään juurten ruostesuojaus, korotusvalu, laastipaikkaus ja pinnoitus
- Halkeamien epoksi-injektointi (reunapalkit ja kannen alapinta)
- Laiturialueen kaiteiden tippureikien teko
- Reunapalkkien vieressä olevien kaapelikanavakourujen tippureikien teko ja vedenpoiston järjestäminen ulkoisella viemäröinnillä
- Radan- ja laiturin reunaelementtien uusiminen
- Kanavaelementtien lisääminen laiturialueen kaapelikanavakouruihin
- Sillan sälekaiteiden pinnoitus (laiturialueet ja portaat)
- Laakereiden huoltokäsittely
- Pintarakenteen uusiminen

Samanaikaisesti liikenneviraston urakan kanssa, tehdään Vantaan kaupungin urakka. Vantaan kaupungin urakkaan kuuluu muun muassa laiturialueiden uudet päällysteet, asemarakennukset, siltojen ulkopuolella olevat laiturialueet, portaat sekä kaiteiden näkyvät osat.



31.12.2010

## 2 LAADUNVARMISTUS

### 2.1 Laatusuunnitelma

Korjaustyön tekijä tekee korjaustyöstä laatusuunnitelman, jossa määritellään kokeet ja mittaukset työltä ja materiaaleilta vaaditun laadun saavuttamiseksi ja todentamiseksi. Laatusuunnitelma toimitetaan työn valvojalle viikkoa ennen töiden aloittamista.

Laatusuunnitelmassa esitettäviin asioihin kuuluu mm:

- työjohto ja laaduntarkastusorganisaatio
- yleiskuvaus töiden suorituksesta, työvaiheista ja työmenetelmistä (ellei erillistä teknistä työsuunnitelmaa ole laadittu; kuten mm. betonointitöistä tulee olla)
- rakentamisaikataulu työvaiheiden tarkkuudella, tarkka-aikataulu liikennekatkojen aikana tehtävistä töistä
- työnaikainen laadunvarmistus (työtä edeltävät ja sen aikana tehtävät tarkastukset, kokeet, mittaukset ja muut laadunvalvonta- ja laadunohjaustoimenpiteet, työvaihekohtaiset laatu- ja tekniset työsuunnitelmat)
- kelpoisuuden osoittaminen, joka perustuu suunnitelmissa ja Infra RYL:n eri kohdissa esitettyihin lopputuotteen laatua ja kelpoisuuden osoittamista koskeviin vaatimuksiin.

Laatusuunnitelmassa esitetään tulosten dokumentointi sekä tarkastusten ja mittausten ajankohdat ja vastuuhenkilöt. Eri työvaiheista ja mittauksista tehdään pöytäkirjat, jotka kootaan tilaajalle luovutettavaan kelpoisuuskirjaan.

### 2.2 Työnaikainen laadunvarmistus

Urakoitsijan on esitettävä korjaustavoista ja -materiaaleista tekninen työsuunnitelma rakennuttajan tai sen valtuuttaman organisaation tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi.

#### Työnaikainen laadunvarmistus

Urakoitsija on velvollinen pitämään työmaapäiväkirjaa (tai päiväkirjoja), johon kirjataan kaikki työn laatuun vaikuttavat asiat ja laadunvarmistuksen edellyttämät toimenpiteet. Betonikorjaustöiden pöytäkirjaa (by 405 tai vastaava) käytetään betonikorjausten ajan. Työmaapäiväkirjaan on kirjattava vähintään seuraavat asiat:

- lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus kahdesti työpäivän aikana
- käsiteltävät rakenteet ja rakenneosat
- käsiteltävien alustapintojen kosteus ja lämpötila
- materiaalimenekki ja käsiteltyt pinta-alat rakenneosittain
- tehdyt laadunvalvontakokeet, näytteenotto paikat ja niiden tulokset





31.12.2010

Kaikki työvaiheet tarkastetaan, tarpeen mukaan, yhteisesti valvojan ja urakoitsijan toimesta ennen päälle tulevia käsittelyjä. Tarkastukset eivät vähennä urakoitsijan vastuuta käsittely-yhdistelmien loppulaadusta.

Urakoitsija vastaa laadunvarmistuksen toteuttamisesta, laadunvarmistuskokeista, näyteenotto-kohtien paikkauksesta ja näistä aiheutuvista kustannuksista. Urakoitsija vastaa laadunvarmistukseen liittyvien tarkastusten järjestämisestä. Rakennuttaja voi teettää kustannuksellaan laadunvarmistuskokeita, joiden jälkien paikkaus kuuluu urakoitsijalle.

Urakoitsijan on työjärjestyksessään otettava huomioon laadunvarmistuskokeiden vaatimat odotusajat. Urakoitsijan on ilmoitettava tilaajalle tulevista työvaihekatselmuksista vähintään kaksi vuorokautta ennen katselmuksen ajankohtaa.

#### Laadunvarmistuskokeet

Työvaihekohtaiset laatuvaatimukset ja niihin liittyvät laadunvarmistustoimenpiteet on esitetty kunkin työvaiheen yhteydessä kohdissa 4. PURKUTYÖT ja 5. KORJAUSTYÖT.

#### Materiaalit

Korjaustyöissä käytettävien materiaalien on oltava tämän suunnitelman mukaisia tai vastaavat ominaisuudet omaavia (SILKO- hyväksytyjä, jos näin on mainittu) tuotteita. Mikäli urakoitsija haluaa käyttää muita materiaaleja, on materiaalien vastaavuuden osoitusvelvollisuus urakoitsijalla ja materiaalit on esitettävä testituloksineen ja ominaisuuksineen suunnittelijan ja tilaajan hyväksyttäväksi.

Materiaalien varastoinnissa, sekoituksessa ja levityksessä on noudatettava työssä käytettävän materiaalitoimittajan kirjallisia ohjeita. Mikäli ohjeet ovat ristiriidassa korjaustyöselityksen kanssa, urakoitsijan on reklamoitava asiasta.

#### Kelpoisuuden osoittaminen ja sillan laaturaportti

Korjaustyöstä laaditaan erillinen laaturaportti (Infra RYL 42001.4.8).





