

Rautatiesiltojen korjaussuunnitteluohje



Rautatiesiltojen korjaussuunnitteluohje

Liikenneviraston ohjeita 12/2016

Kannen kuva: Sito Oy

Verkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-317-249-4

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Vastaanottaja

Säädösperusta

Korvaa/muuttaa

Kohdistuvuus

Voimassa
1.6.2016 alkaen

Asiasanat

rautatiesilta, korjaus, betoni, teräs, vedeneristys

Rautatiesiltojen korjaussuunnitteluohje Liikenneviraston ohjeita 12/2016

Tämä ohje on voimassa 1.6.2016 lähtien rautatiesiltojen korjaussuunnittelussa Liikenneviraston rataverkolla.

Ohjetta sovelletaan eurokoodijärjestelmässä yhdessä muiden Liikenneviraston siltojen ja taitorakenteiden tarkastus-, suunnittelu- ja rakentamisohjeiden kanssa.

Ylijohtaja



Mirja Noukka

Tekninen johtaja



Markku Nummelin

LISÄTIETOJA

Sami Nojonen

Liikennevirasto

puh. 0295 34 3495

Esipuhe

Rautatiesiltojen korjaussuunnitteluohje on Liikenneviraston ensimmäinen rautatiesiltojen korjaussuunnittelua koskeva erillinen ohje. Ohjeen tavoitteena on tuoda esille erityisesti rautatiesiltojen korjaamisesta ja korjaustyön suunnittelussa huomioitavia asioita, joita ei suoranaisesti SILKO-ohjeissa ole esitetty. Ohje perustuu VR Track Oy:n käytössä olleeseen HULKO-ohjeeseen ja saatuihin kokemuksiin rautatiesiltojen korjaamisesta.

Ohjeen laatimisesta vastanneeseen työryhmään kuuluivat Liikennevirastosta Jani Meriläinen, Sami Noponen ja Pekka Siitonen. Ohjeen päivityksen on toimittanut ja tuottanut Liikenneviraston toimeksiannosta, ohjeen työryhmän ohjauksessa, Ari Savolainen SITO Oy:stä.

Helsingissä, huhtikuussa 2016

Liikennevirasto
Tekniikka ja ympäristö -osasto

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	7
1.1	Ohjeen käyttö	7
1.2	Määritelmiä	7
2	RAUTATIESILTOJEN HOITO JA YLLÄPITO	9
2.1	Yleistä	9
2.2	Rautatiesiltojen korjaus	9
2.2.1	Suunnittelu	9
2.2.2	Korjaussuunnittelun lähtötiedot	10
2.2.3	Yksittäisten vaurioiden korjaukset	10
2.2.4	Tyypilliset korjaukset	11
2.2.5	Korjaustyön turvallisuus	11
2.2.6	Korjaussuunnitelmien ja korjausten dokumentointi	12
3	KORJAUSSUUNNITTELUOHJEITA RAKENNEOSITTAIN	13
3.1	Alusrakenne	13
3.1.1	Maatuet	13
3.1.2	Välituet	13
3.2	Reunapalkkirakenteet	13
3.2.1	Reunapalkkien korottaminen	13
	Reunapalkkien korottaminen paikallavalurakenteella	14
	Reunapalkkien korottaminen elementtirakenteella	14
3.3	Muu sillan päällysrakenne	15
3.3.1	Betonisillat	15
3.3.2	Terässillat	16
3.4	Radan päällysrakenne	17
3.4.1	Tukikerroksen nousu ja reunapalkin korkeustaso	17
3.4.2	Radan päällysrakenteen uusiminen sillalla	18
3.5	Vedeneristys	20
3.5.1	Yleistä	20
3.5.2	Vedeneristyksen uusiminen kermieristyksenä betonikannelle	21
3.5.3	Vedeneristyksen uusiminen nestemäisenä levitettävällä eristyksellä	21
3.5.4	Vedeneristyksen lisääminen suojabetonin päälle ja vedeneristyksen uusiminen kumimattoeristyksellä	22
3.5.5	Vedeneristyksen tekeminen teräskannelle	22
3.6	Kaiteet	23
3.6.1	Suunnitteluperusteet	23
3.6.2	Kaiteiden uusiminen ja korjaustyöt	23
3.6.3	Kaideverkkojen lisääminen	24
3.7	Liikuntasaumamat	24
3.7.1	Saumarakenteiden korjaustyöt	24
3.8	Muut varusteet ja laitteet	25
3.8.1	Hulevesien kuivatuksen korjaaminen	25
3.8.2	Syöksytorvet	25
3.8.3	Tippuputket	26
3.8.4	Laakereiden korjaustyöt	27
3.8.5	Kaapelikanavaelementit	27
3.8.6	Kolhaisusuoja	28

3.9	Siltapaikan rakenteet.....	29
3.9.1	Huoltokäytävärakenteet.....	29
3.9.2	Kulmatukimuurielementit.....	32
3.9.3	Sillan taustojen kunnostaminen.....	33
3.9.4	Siirtymälautojen lisääminen.....	34
3.9.5	Penkereen levennys.....	35
3.9.6	Muita ratkaisuja siltojen tulopenkereiden vahventamiseen.....	35
3.9.7	Poikittaisen salaojan lisäys sillan taustalle.....	36
3.9.8	Alikulkusiltojen alusrakenteiden suojaus (tiekaiteet).....	37
	VIITTEET.....	38

LIITTEET

Liite 1	Esimerkkejä korjaustyön vaiheistuksesta
---------	---

1 Johdanto

1.1 Ohjeen käyttö

Rautatiesiltojen korjaussuunnitteluohjetta käytetään rautatiesiltojen korjaussuunnittelussa. Liikenneviraston siltojen korjausohje (SILKO /1/) ja muut Liikenneviraston radanpidon suunnitteluohjeet täydentävät tätä ohjetta

(http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat_suunnittelijat/vaylanpidon_ohjeet/sillat/ratasillat) InraRyl-ohjeessa esitetyt /12/ laatuvaatimukset ovat voimassa pääsääntöisesti myös korjausrakentamisessa. Mahdolliset poikkeukset on esitetty joko tässä ohjeessa tai siltojen korjausohjeessa SILKO. Infraryl-ohjeessa rautatiesiltojen tiesilloista poikkeavat vaatimukset on osoitettu merkinnällä R.

1.2 Määritelmiä

Rautateihin ja rautatiesiltoihin liittyviä määritelmiä on esitetty mm. Liikenneviraston ratateknisissä ohjeissa (RATO) ja radanpidon turvallisuusohjeissa (TURO).

Aukean tilan ulottuma (ATU) on se pitkin raidetta ulottuva tila, jonka sisällä ei saa olla kiinteitä rakenteita tai laitteita, ”RATO osa 2 Radan geometria” /2/.

Ennakoilmoitusjärjestelmä (ETJ) on järjestelmä, jossa ylläpidetään ratatyön ennakosuunnitelmia sekä liikenteeseen vaikuttavia muutostietoja, jotka muuten olisi annettava liikenteenohjauksen ilmoituksella, ”Radanpidon turvallisuusohjeet” /3/.

Ennalta suunniteltu ratatyö on työtä, josta on laadittu ennakosuunnitelma, ilmoitettu ennen työn aloittamista ennakoilmoitusjärjestelmään ja josta on annettu Rt-ilmoitus /3/.

Korkeusviiva (Kv) on viiva, joka määrittelee raiteen korkeuden aluslevyn tai välilevyn alapinnan tasossa kiskon kulkureunan kohdalla /2/.

Kunnossapito tarkoittaa toimenpiteitä tai yksittäistä toimenpidettä, joilla rata, rata-alue sekä rakenteet ja laitteet pidetään käyttökunnossa, ”RATO osa 8 Rautatiesillat” /2/.

Pengerleveys on radan alusrakenteen, normaalisti välikerroksen, yläpinnan leveys /2/.

Radan päällysrakenne on radan rakenneosa, johon kuuluu tukikerros ja raide /2/.

Raide koostuu ratapölkkyistä, ratakiskoista, ratakiskojen kiinnitys- ja jatkososista sekä vaihteista ym. raiteen erikoisrakenteista /2/.

Raideväli on vierekkäisten raiteiden keskilinjojen välinen lyhin etäisyys /2/.

Rakennekerrokset (radan) ovat tuki-, väli-, eristys- ja suodatinkerros /2/.

Rata on rakenne, johon kuuluvat raide, tukikerros, penkere, turvalaitteet, sähköistys ja mahdolliset erikois- ja taitorakenteet, ”RATO osa 1” /2/.

Rautatiesilta on yleisnimi sillalle, jota kuormittaa rautatieliikenne /2/.

Ratatyön suojaulottuma (RSU) on se pitkin raidetta ulottuva tila, jonka sisällä ei saa työskennellä ilman ratatyölupaa tai turvamiesmenettelyä /3/.

Tukikerros pitää raiteen geometrisesti oikeassa asemassa ja asennossa, jakaa kuormia alusrakenteelle ja muodostaa raiteelle tasaisen ja kantavan alustan. Tukikerroksen materiaalina käytetään raidesepeä tai raidesoraa /2/.

2 Rautatiesiltojen hoito ja ylläpito

2.1 Yleistä

Rautatiesiltojen hoito ja ylläpito toteutetaan Liikenneviraston taitorakenteille asettamien periaatteiden mukaisesti. Rautatiesilloille eri vaiheissa tehtävät toimenpiteet jakautuvat hoito- ja ylläpitotehtäviin. Niiden avulla varmistetaan, että rakenteelle asetetut turvallisuuden ja käyttöiän tavoitetasot saavutetaan.

Siltojen ja muiden taitorakenteiden käytönaikaiset tarkastukset on esitetty "Taitorakenteiden tarkastusohjeessa" /4/ ja "Rautatiesiltojen vuositarkastusohje" /20/. Taitorakenteiden tarkastusohje toimii ylemmän tason ohjeena taitorakennekohtaisille erillisille tarkastusohjeille (esim. vuositarkastusohjeet, sillan tarkastuskäsikirjat).

Rautatiesiltojen hoitoon kuuluvat seuraavat toimenpiteet:

- puhtaanapito
- kävelytarkastukset
- kiskonliikuntalaitteiden tarkastukset talvella
- vuositarkastukset
- jatkuva tai tehostettu tarkkailu
- pienet korjaukset sekä huoltotoimenpiteet.

Siltojen ylläpitoon kuuluvat seuraavat toimenpiteet:

- yleistarkastukset
- erikoistarkastukset
- yksittäisten vaurioiden korjaukset
- sillan peruskorjaus.

2.2 Rautatiesiltojen korjaus

2.2.1 Suunnittelu

Korjaussuunnittelun osalta noudatetaan Liikenneviraston siltojen korjaus eli SILKO-ohjeita ja muissa Liikenneviraston siltoihin liittyvissä suunnitteluohjeissa annettuja ohjeita soveltuvin osin. Korjaussuunnittelun yhteyteen kuuluu olennaisesti riskien hallintasuunnitelman laatiminen /22, 23/.

Kantavien rakenteiden osalta on suunnittelu tehtävä Liikenneviraston eurokoodien soveltamisohjeiden, NCCI /6/ mukaisesti. Betonisiltojen osalta noudatetaan myös Liikenneviraston ohjetta "Betonisiltojen korjaussuunnitteluohje" /5/. Rautatiesiltojen korjaussuunnitelmat tarkastetaan Liikenneviraston ohjeen "Taitorakenteiden rakennussuunnitelmien tarkastus" /7/ mukaisesti. Kaikki rautatiesiltoihin liittyvät suunnitelmat hyväksytetään tarkastuksen jälkeen Liikenneviraston asiantuntijoilla.

Voimassa olevat Liikenneviraston ohjeet löytyvät Liikenneviraston internet-sivustolta kohdasta: www.liikennevirasto.fi/ohjeluetelo.

Riippuen korjaussuunnitelman laajuudesta kuuluu rautatieympäristössä sijaitsevan sillan suunnitelmien tarkastukseen mm. seuraavat tekniikka-alat: rakenne-, geo-, rata-, sähkö- ja turvalaitetekniikka. Sillan korjaussuunnitelman sisältö on kuvattu Liikenneviraston ohjeessa ”Betonisiltojen korjaussuunnitteluohje” /5/.

Sähkörataan liittyvien tai myöhemmin liitettävien taitorakenteiden osalta on suunnittelussa otettava huomioon myös rakenteiden maadoittaminen Liikenneviraston ohjeen ” Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitus-suunnittelu” /8/ mukaisesti. Maadoitus suunnitelmat toimitetaan Liikennevirastoon hyväksyttäväksi maadoitukseen perehtyneen asiantuntijan tarkastamana.

2.2.2 Korjaussuunnittelun lähtötiedot

Korjaussuunnittelun lähtötietona käytetään rakenteesta tehtyä erikoistarkastusta. Lähtökohtana onnistuneelle suunnitelmalle on myös korjaussuunnittelijan maastokäynti ja vauriokohtien katselmointi. Peruseriaatteena korjausrakentamisessa on, että vaurion syy poistetaan. Riittävän kattava ja laadukas erikoistarkastus laboratoriotutkimuksineen takaa tarvittavat lähtötiedot korjaussuunnitteluun ja oikeiden korjausmenetelmien valintaan sekä korjaustyön laajuuden määrittämiseen.

Riippuen korjaustoimenpiteiden laajuudesta tarvitaan erikoistarkastuksen ja sillan alkuperäisten suunnitelmapiirustusten lisäksi seuraavia lähtötietoja:

- olemassa olevien rakenteiden kartoitus ja mittaus
- radan kuntotiedot
- tiedot rataan siltapaikalle liittyvistä ratarakenteista (kuten sähköistys-, maadoitus- ja turvalaiterakenteet).
- sillalla ja siltapaikalla olevat putket, johdot, kaapelit jne.
- siltapaikan maastomalli, pohjatutkimukset.

Korjaussuunnittelun lähtötiedoksi selvitetään sillan päätypenkereiden korjaustarpeet ja kunnossapidon yhteydessä jo tehdyt korjaustoimenpiteet. Sillan taustan ja radan kunto sekä vauriot on huomioitava korjaussuunnitelmassa.

Raiderakenteesta on tiedettävä ainakin:

- päällysrakenteen poikkileikkaus
- ratapölkky- ja kiskonkiinnitystyyppit
- kiskotyyppi
- mahdollisen suojakiskorakenteen tyyppi
- radan geometriatiedot (vaaka- ja pystygeometria kallistuksineen) sillan alueella.

Sähköistys- ja turvalaiterakenteiden osalta siltapaikalla olevien pylväiden perusrakenteet ja harusankuroinnit on otettava huomioon korjaussuunnittelussa. Maadoitus suunnittelua varten on oltava selvillä sillan nykyinen maadoitusperiaate sekä maadoituksen liittämiskohdat.

2.2.3 Yksittäisten vaurioiden korjaukset

Yksittäisten vaurioiden korjaamisia voidaan tehdä yleisten korjausohjeiden: SILKO /1/, Siltojen hoidon ja ylläpidon laatuvaatimukset /9/, Siltojen hoidon ja ylläpidon tuotevaatimukset /10/ sekä rautatiesiltojen korjaussuunnitteluohje (tämä ohje) mukaisesti.

Näissäkin tapauksissa korjaustoimenpiteet on tehtävä suunnitelmallisesti ja toimenpiteet sekä laadunvarmistus dokumentoidaan. Yksittäisiä vaurioita voidaan korjata ilman erikoistarkastusta, jos:

- Vauriomekanismi ja vaurion synty tunnetaan **sekä** voidaan varmistua siitä, että korjaustoimenpide ei kiihdytä vaurioitumista.
- Siltarakenne on muutoin niin hyväkuntoinen, että täysimittainen erikoistarkastus ja peruskorjaus ei ole tarpeen.
- Kyseessä on työturvallisuuteen liittyvä korjaus.
- Korjaaminen on välttämätöntä rakenteen läheisyydessä liikkuvien ihmisten turvallisuudelle.
- Korjaustoimenpiteellä pysäytetään rakenteen laajempi vaurioituminen tai hidastetaan sitä (mm. paikalliset vesivuodot, paikallinen rapautuminen ja betonin lohkeilu).
- Korjaustoimenpiteen aikana tutkitaan rakenteen kunto siten, että korjaustyön onnistumisesta voidaan varmistua.

Rakenteen tai rakenneosan kantavuuteen vaikuttavien vaurioiden korjaus on tehtävä aina pohjautuen erikoistarkastuksen perusteella laadittuun korjaussuunnitelmaan.

2.2.4 Tyypilliset korjaukset

Radan tukikerroksen korjaustoimenpiteistä aiheutuu usein radan korkeusviivan nouseminen. Rautatiesilloilla tämä johtaa suunniteltua paksumpaan tukikerrokseen, joka vaatii enemmän tilaa kuin alkuperäinen suunniteltu tukikerros. Etenkin vanhemmissa silloissa tätä ei ole huomioitu ja sen johdosta tyypillisenä korjaustoimenpiteenä on suunnitella ja toteuttaa tukikerrosta tukevat rakenteet. Joissakin tapauksissa tukikerroksen reunat ovat levinneet radan normaalipoikkileikkausta leveämmälle, jolloin tukikerroksen uudelleen muotoilu saattaa olla riittävä toimenpide.

Paksumpi tukikerros aiheuttaa tyypillisesti siltaan korjaustoimenpiteitä, joita ovat mm. reunapalkkien korottaminen, sillan leventäminen tai sillan päätyjen ja päätyluiskien kunnostaminen. On myös mahdollista, että korkeusviivan nouseminen johtaa tarpeeseen asentaa suojakiskot /2/.

Vanhojen siltojen kaide-etäisyydet eivät kaikilta osin täytä ohjeiden RATO osa 8 /2/ ja Siltojen kaiteet /14/ vaatimuksia. Yleistä on myös se, että kaiteita tai huoltokäytäviä ei ole lainkaan. Työturvallisuuden varmistamiseksi silloille rakennetaan kaiteet sekä kasvatetaan kaide-etäisyyksiä ohjeiden mukaisiksi esim. teräsrakenteiden tai teräsrakenteisten huoltokäytävien avulla.

2.2.5 Korjaustyön turvallisuus

Siltojen korjausta koskevia työturvallisuusohjeita on esitetty SILKO-ohjeessa 1.111 /1/. Turvallisuusohjeet työskentelystä rautatieympäristössä on esitetty ohjeessa "Radanpidon turvallisuusohje" (TURO) /3/. Sähköistetyllä rataosalla työskennellessä on noudatettava edellä mainitun ohjeen lisäksi ohjetta "Sähkörataohjeet" /11/.

Radalla ja radan läheisyydessä rakentaminen asettaa korjausrakentamisen aikatauluun sekä toteuttamistapaan liittyviä vaatimuksia ja rajoituksia, jotka on otettava huomioon suunnittelussa.

2.2.6 Korjaussuunnitelmien ja korjausten dokumentointi

Korjaussuunnitelmaan tulee sisältyä korjaussuunnitelman yleispiirustus, mihin merkitään suunnittelukuorma ennen ja jälkeen korjauksen. Korjaussuunnitelmassa esitetään mm. Betonisiltojen korjaussuunnitteluohjeen /7/ kohdassa 13 mainitut asiat. Mahdolliset toteutuksen aikaiset muutokset suunnitelmiin hyväksytetään tilaajalla.

Toteumapiirustukset laatii urakoitsija, ellei hankekohtaisesti muuta sovita. Urakoitsija vastaa toteutumätiedoista ja on velvollinen dokumentoimaan korjaustyön siten, että dokumentoinnin pohjalta voidaan laatia tai laadituttaa toteumapiirustukset. Toteumatieto liitetään kelpoisuusaineistoon.

Rautatiesiltojen korjaussuunnitelmien ja korjausten dokumentointi tehdään valmismuotoisillaan olevan ohjeen Rekisterin päivitysohje (OSA I–IV) mukaisesti.

3 Korjaussuunnitteluohjeita rakenneosittain

3.1 Alusrakenne

Pohjanvahvistustoimenpiteiden vastaavalla suunnittelijalla on oltava FISE Oy:n myöntämä poikkeuksellisen vaativan luokan (tai AA-luokan pätevyys toteamisajanjaksona) pohjarakennesuunnittelijan tai kalliorakennesuunnittelijan pätevyys.

3.1.1 Maatuet

Kloridirasitettujen maaturakenteiden osalta purkulaajuus ja toimenpiteet on valittava rasiustason mukaan/1/. Etumuurien vuotavat halkeamat on injektoitava.

3.1.2 Välituet

Välitukien ja pilarien korjaussuunnittelusta on ohjeistus Betonisiltojen korjaussuunnitteluohjeessa /5/.

3.2 Reunapalkkirakenteet

3.2.1 Reunapalkkien korottaminen

Reunapalkkien korotusrakenteiden toteutuksessa noudatetaan soveltuvin osin SILKO-ohjetta 2.211 Reunapalkin uusiminen /1/. Suunnittelun lähtötiedoksi tehdään tutkimukset ohjeen Siltojen erikoistarkastusten laatuvaatimukset mukaan /21/.

Korotusrakenteet suunnitellaan Liikenneviraston soveltamisohjeiden NCCI /6/ mukaisesti. Suunnittelussa on tarkastettava myös vanhan rakenteen kestävyys ja kapasiteetti. Rakenteiden tulee kestää lepopaine mukaan lukien 20 cm korotusvara sekä reunaan kiinnittyviin rakenteisiin kohdistuvat kuormat ohjeiden NCCI 1 /6/ ja Siltojen kaiteet /14/ mukaisesti. Kohdassa 3.4.1 on esitetty mitoitusperiaatteita reunapalkin korottamisen osalta.

Vanhan, paikalleen jäävän, rakenteen pakkasvauriot ja lujuus on selvitettävä. Rakenteesta otetuista näytteistä on suositeltavaa tehdä seuraavat tutkimukset, jokaiselta alkavalta sillan kummankin reunan 40 m pituudelta:

- vetolujuus 3 kpl
- ohuthieanalyysi 2 kpl

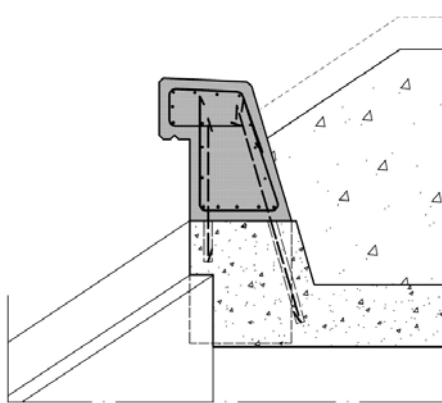
Näytteet on pyrittävä ottamaan niin, että ne antavat riittävän luotettavan kuvan nykyisen rakenteen ominaisuuksista. Näytteiden analysoinnin perusteella määritetään purkamisraja ja rakenteelle kohdistuvat toimenpiteet.

Liitteessä 1/1 on esimerkki reunapalkkien ja kansilaatan reunojen korottamisen työvaiheista.

Reunapalkkien korottaminen paikallavalurakenteella

Reunapalkin korottaminen paikalla valamalla on yleensä rakenteen kannalta paras vaihtoehto. Vanhan sillan reunapalkin tai kansilaatan reunan huonokuntoiset betonirakenteet puretaan ennen paikalla valua.

Paikalla rakentaminen aiheuttaa pääsääntöisesti häiriötä junaliikenteelle, mikä on huomioitava toteutusratkaisua valittaessa. Myös korjauskohteen sijainti vaikuttaa valintaan, sillä paikalla rakentaminen syrjässä olevaan kohteeseen saattaa aiheuttaa toimenpiteisiin verrattuna huomattavia lisäkustannuksia. Paikallavalurakenteen osalta myös muottien ja telineiden rakennettavuus on huomioitava.

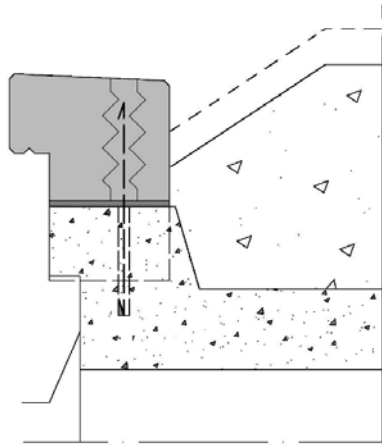


Kuva 1. Paikalla valettu, korotettu reunapalkki (esimerkki)

Reunapalkkien korottaminen elementtirakenteella

Reunapalkki korotetaan elementtirakenteella, kun paikalla valettavaa korotusosaa ei ole mahdollista tehdä tai kun se tulisi huomattavan paljon kalliimmaksi. Elementtirakenteisena toteutettu reunapalkin korotus aiheuttaa usein vähemmän liikennehaittoja kuin paikallavalurakenteet. Toisaalta elementtirakenteena toteuttaminen edellyttää nykyisen reunapalkkirakenteen hyvää kuntoa ja tarkkaa mittaustietoa. Elementtirakenteisina korotuksina on käytetty joko erillistä korotusrakennetta tai korottamisen korvaavaa sillan huoltokäytävää.

Korottamisen yhteydessä korjataan tarpeellisessa laajuudessa vanha reunapalkki ja kansilaatan reuna luotettavan kiinnityksen varmistamiseksi.



Kuva 2. Elementtirakenteella korotettu reunapalkki (esimerkki)

Elementtirakenteen suunnittelu edellyttää riittävän tarkkaa kartoitustietoa sillan rakenteesta. Elementit suunnitellaan sopivan kokoisiksi siten, että paikalla tehtäviä liitoksia ja valettavia saumoja on mahdollisimman vähän ja ne on helppo tehdä. Elementtien suunnittelussa on otettava huomioon valmistus- ja asentamistoleranssit.

Elementteihin suunnitellaan hyväksytyt nostolaitteet siten, että kukin elementti on nostettavissa "oikeassa" asennossa paikalleen. Nostolaitteet tai -lenkit eivät saa läpäistä rakenteen vedeneristystä. Nostolenkit tai niiden osat, jotka jäävät rakenteeseen on suojattava jälkivalulla tai niiden on oltava ruostumattomasta teräksestä valmistettuja.

3.3 Muu sillan päällysrakenne

3.3.1 Betonisillat

Kantaviin betonirakenteisiin liittyvien vaativien rakenteellisten korjaustoimenpiteiden vastaavalla suunnittelijalla on oltava FISE Oy:n myöntämä poikkeuksellisen vaativan luokan (tai toteamisajanjaksona AA-luokan pätevyys) betonirakenteiden suunnittelijan pätevyys.

On otettava huomioon, että kaukalopalkkisiltojen palkit toimivat sillan kantavana rakenteena. Pääkannattimen vaurioituminen saattaa johtaa kantavuuden vaarantumiseen. Osa nykyisistä betonisista rautatiesilloista on valettu huokostamattomasta betonista, minkä takia ne ovat alttiita pakkasvaurioille. Jännitetyissä rakenteissa suojausputkien injektointi voi olla toteutettu puutteellisesti ja jänneteräs saattaa olla vetyhaurasruumurtumalle altista KA-jännettä, minkä takia jänteiden tai tankojen mahdollinen korroosio on erityisen vaarallista.

Pinnat, joihin kohdistuu mekaaninen rasitus, pinnoitetaan mekaanisen rasituksen kestäväällä impregnointiaineella, jonka on oltava vettähylkivä, geelimäinen ja Liikenneviraston SILKO-tuote. Tapauskohtaisesti Liikenneviraston hyväksymänä kaukalopalkkien suojaaminen on mahdollista myös joko pinnoittamalla tai vedeneristyksellä käyttäen SILKO-tuotteita.

Jännitettyihin betonisiltoihin jälkikäteen tehtävät ankkureiden poraukset sekä piikkaukset on suunniteltava huolellisesti jänneteräkset huomioon ottaen. Etenkin kaukalopalkkisiltojen jänneteräkset on kartoitettava ja otettava huomioon suunnitteluratkaisuissa. Suunnitelmissa on esitettävä miten jänneteräkset huomioidaan ja mitä toimenpiteitä työmaan on tehtävä jänneterästen vaurioitumisen estämiseksi.

3.3.2 Terässillat

Kantaviin teräsosiin liittyvien vaativien rakenteellisten korjaustoimenpiteiden vastavalla suunnittelijalla on oltava FISE Oy:n myöntämä poikkeuksellisen vaativan luokan (tai toteamisajanjaksona AA-luokan pätevyys) teräsrakenteiden suunnittelijan pätevyys.

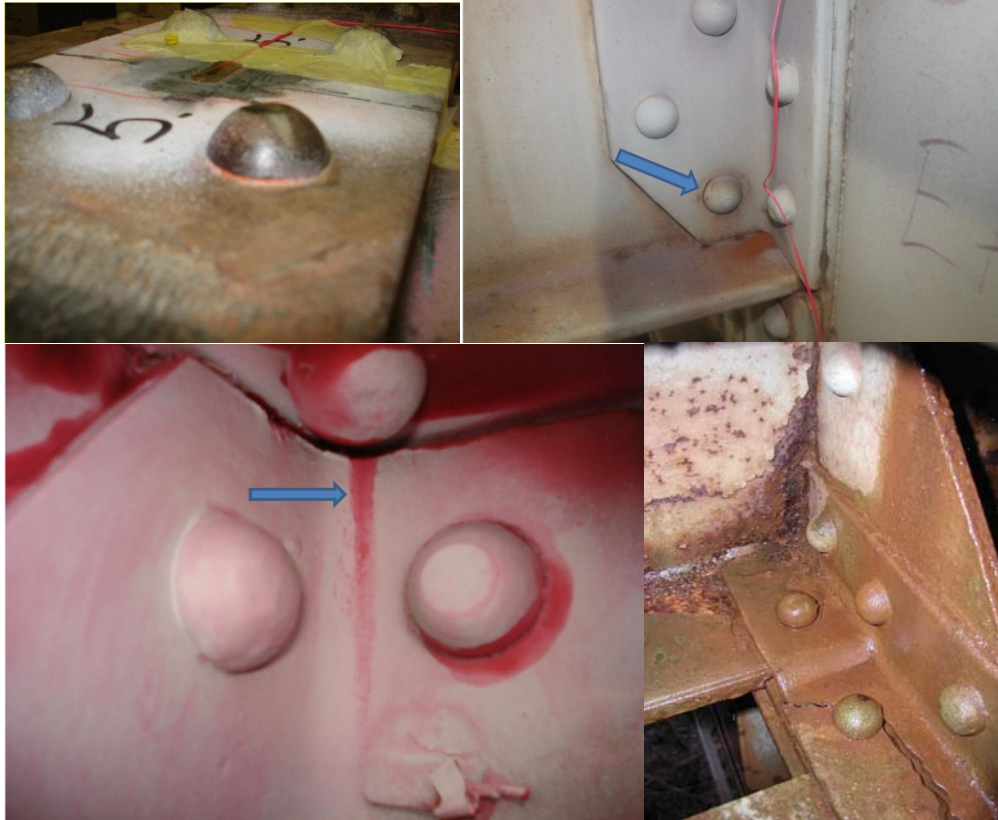
Terässiltojen väsytkuormitettujen teräsosien korjaussuunnittelussa on otettava huomioon vanhan teräksen laatu ja hitsattavuus. Rakenteelliset korjaustoimenpiteet on suunniteltava siten, että rakenteen kestävyys- ja väsytykestävyysominaisuudet ovat riittävät korjauksen jälkeenkin. Materiaalin iskutkeysominaisuudet on selvitettävä.

Korjattavien teräsosien ja liitosten osalta on toteutusratkaisuihin ja korjausrakan urakka-ajassa huomioitava materiaalitoimitusten vaatima aika. Niittiliitosten korvaamiseen käytettyjä M24...M30 kokoisia, pitkiä ruuveja ei välttämättä ole nopeasti saatavilla. Myös NL ja ML teräslaadusta tehtävien levyosien tapauksessa on otettava huomioon materiaalin saatavuus.

Liitosten korjaussuunnittelussa on otettava huomioon korjaustoimenpiteen vaikutus liitoksen jäykkyyteen ja sitä kautta rakenteen/ rakenneosan toimintaan ja voimien jakaantumiseen. Vanhat vaurioituneet niittiliitokset korjataan vaurion laajuuden ja rakenneosan perusteella seuraavasti:

- a. Yksittäisten niittien ollessa vaurioituneita korvataan ne soviteruuveilla. Soviteliitosten reiät porataan standardin SFS-EN 1090-2 kohdan 6.6.3 vaatimusten mukaan. Käytettäessä esijännittämättömiä ruuveja tehdään kiristys NCCI T /24/ kohdan 3.7.3 mukaisesti. Ruuvikokoonpanot on tällöin lukittava lukitusmuttereilla. Käytettäessä esijännitettyjä ruuveja tehdään kiristys standardin SFS-EN 1090-2 kohdan 8.5 mukaisesti, jolloin liitosten rakoja ja kokoonpuristumista seurataan tarvittaessa.
- b. Vaurion ollessa laaja, liitoksessa on selvästi havaittavaa väljyyttä tai suuri osa niiteistä on vaurioitunut, puretaan koko liitos. Kitkapinnat puhdistetaan ja esikäsitellään standardin SFS-EN 1090-2 kohdan 8.4 mukaisesti. Niitit korvataan esijännitetyillä ruuveilla standardin SFS-EN 1090-2 mukaisesti. Esijännitettyt ruuvit mitoitetetaan luokan C ruuveina ohjeen NCCI 4 kohdan 6.1.5 mukaisesti. Tällöin tulee liitoksen kokoonpuristumista seurata ja mahdolliset levyjen raot on kitattava.

Vastaavia korjaustoimenpiteitä voidaan soveltaa myös vanhojen ruuvikokoonpanoliitosten korjaamiseen. Näissä liitoksissa korvataan vaurioitunut ruuvi vastaavatyypisellä ja vastaavan toimintaperiaatteen mukaisella ruuvikokoonpanolla.



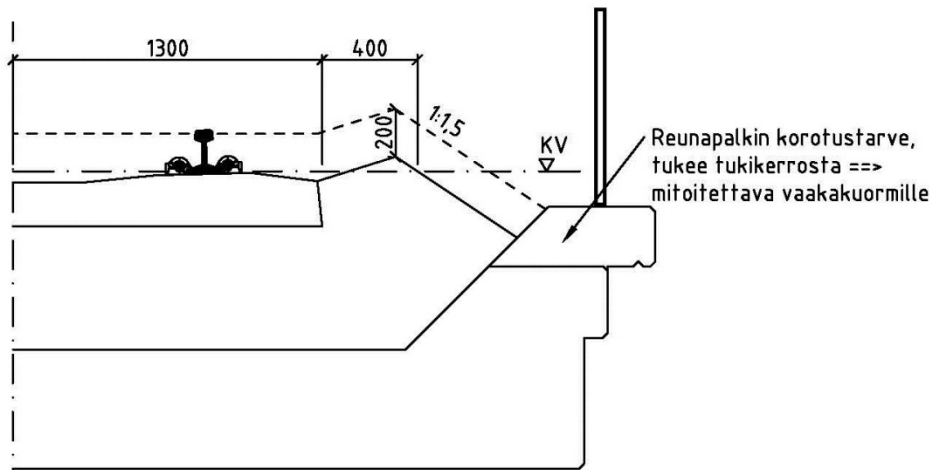
Kuva 3. Vaurioituneita niittiliitoksia (kitkakorroosio, niittien mustajauhe, särö ja halkeilu) [18].

3.4 Radan päällysrakenne

3.4.1 Tukikerroksen nousu ja reunapalkin korkeustaso

Radan korkeusviivan noustessa joko radan kunnossapitotoimenpiteiden tai suunnitelmallisen korottamisen myötä, vaikuttaa se myös rautatiesiltoihin. Tukikerroksen nouseminen ei saa johtaa raidesepelin varisemiseen reunapalkin yli. Tukikerroksen korottamisen vaikutukset on otettava huomioon myös sillan päissä, sillan taustan ja ratapenkereen tukemisessa. Usein korottaminen vaatii myös reunapalkkien ja siipimuurien jatkamisen tai sillan taustan tukemisen muulla tavoin (esim. tukimuur). Reunapalkin korotus (kohta 3.2.1), huoltokäytävien asentaminen (kohta 3.9.1) sekä siltapäättyihin liittyvät työt (kohta 3.9.2–3.9.5) ovat samanaikaisesti tehtynä yleinen rautatiesiltojen korjaustoimenpide.

Liikenneviraston ohjeessa NCCI 1 on mainittu, että ”Pengertä tukevien ja lähellä rataa sijaitsevien rakenteiden mitoituksessa tulee ottaa huomioon rautatieliikenteen pituus-, poikki- ja pystysuuntaiset kuormat” /6/. Sillan reunan rakenteiden suunnittelussa tai korjaussuunnittelussa on tarpeen ottaa huomioon vähintään 20 cm korotusvara. Poistamalla sillan reunalta ylitäyttö voidaan välttyä reunapalkin korotustarpeelta tai päädyn tukimuurin rakentamiselta.



Kuva 4. Tukikerroksen nostamisen aiheuttaman reunapalkin korotuksella. Radan normaalipoikkileikkaukset on esitetty ohjeessa RATO 11.

Reunapalkkien korottamiseen liittyy yleensä sillan kaiteen kunnostus tai kaide-etäisyyden tai -korkeuden muutos nykyohjeiden mukaiseksi. Kaide-etäisyyden kasvattaminen puolestaan pääsääntöisesti toteutetaan huoltokäytävälevennyksellä. Samassa yhteydessä on tarpeen mukaan tehtävä myös sillan päätypenkereiden leventtäminen huoltokäytävälle tapahtuvan kulkemisen helpottamiseksi /2/. Käytettäessä sillan päädyissä kulmatukimuurielementtejä on kaidetta tarvittaessa jatkettava elementeille tippumisvaaran takia.



Kuva 5. Rautatiesillan huoltokäytävä ja sen jatkaminen penkereellä

3.4.2 Radan päällysrakenteen uusiminen sillalla

Korjaussuunnittelussa on otettava huomioon sillalla oleva ratarakenne. Tehtäessä toimenpiteitä, jotka edellyttävät muutoksia ja toimenpiteitä ratarakenteeseen tai kohteissa, joissa kiskot uusitaan korjaustyön yhteydessä, on laadittava päällysrakenne- ja kiskotussuunnitelmat. Suunnitelmat laatii tai niiden laatimista ohjaa rata-suunnittelun asiantuntija ja ne laaditaan noudattaen Liikenneviraston Ratateknisiä ohjeita (RATO) sekä muita Liikenneviraston ohjeita liittyen rautateiden väyläsuunnitteluun sekä rautateiden rakenteisiin ja varusteisiin (www.liikennevirasto.fi).

Päällysrakennesuunnitelmassa esitetään radan päällysrakenteeseen liittyvät toimenpiteet. Suunnitelmassa esitetään ainakin seuraavat tekniset asiat:

- raidegeometria ja mittaukset
- liittyvä kiskotussuunnitelma
- toimenpiteet poistettaville, siirrettäville ja suojattaville rakenteille
- radan tukikerros
- raiteet
- jatkuvakiskoraiteet
- työnaikaiset tasoristeykset.

Kiskotussuunnitelmassa esitetään sillan kohdan uusi kiskotusjärjestely. Suunnitelmassa esitetään, kohteesta riippuen, seuraavia teknisiä asioita:

- sillan tukien väliset etäisyydet (liikepituus ja liikevarat)
- sillan nykyinen kiskotus
- uusi kiskotus
 - o raide, kiskot, kiskonkiinnityksen tyyppi
 - o pölkytys sillalla sekä sillan taustalla ja ratalinjalla
 - o pölkytyksen ankkurointi ratalinjalla
 - o suojakiskotus ja sen pölkytys
 - o kiskojen ja suojakiskojen kiinnitysdetaljit
 - o kiskonliikuntalaitteet
 - o tukikerroksen katkaisulaitteet.

Kiskotussuunnitelmassa esitetään kaikki tarvittavat osat ja tuotteet kiskotuksen uusimiseksi (osaluettelo, tuoteluettelo).

Suojakiskojen kohdalla käytetään tukikerroksisella sillalla aina betonisesta suojakiskoratapölkystä korotettua versiota, jossa ratapölkyn kiskojen välinen yläpinta on valettu vaakatasoon (siltapölkky).

Tukikerroksettomilla silloilla puiset ratapölkyt (pelkat) uusitaan tarvittaessa alkuperäisiä vastaavilla puisilla ratapölkkyillä. Uusien pelkkojen on oltava mittatarkkoja. Tämä vaatii rakenteen huolellisen mittauksen uusittavien pelkkojen molemmin puolin ja uusien pelkkojen työstön yksittäin jo ennen toimitusta työmaalle.

Joustopuissa voidaan asentaa joustopuilevyinä tai valettavana joustopuina puisen siltapölkyn alle. Joustopuun käyttäminen on suositeltavaa, kun on tarve vähentää raidemelua tai rakenteelle välittyvää värinää ja dynaamista pystykuormitusta. Puisten pölkkyjen pitkäaikaiskestävyys paranee, kun joustopuun asennus on onnistunut. Joustopuissa voidaan valaa myös erilliseen teräksiseen kouruun ERS-rakenteeksi (Embedded Rail System) /25/. Joustopuilevyjen ongelma puisten ratapölkkyjen alla on ollut levyjen huono paikalla pysyvyys johtuen liimaustyön vaikeudesta ja esimerkiksi hankalista niittiliitosten sijainneista. Käytettäessä valettavaa joustopuuta puupölkyn alla pölkyn vaihtaminen hankaloituu johtuen hyvästä tartunnasta. Korjaustyössä tarvittavan liikennekatkon pituutta arvioitaessa tulee ottaa huomioon joustopuun kovettumisaika.

3.5 Vedeneristys

3.5.1 Yleistä

Rautatiesiltojen vedeneristysrakenteena on 1980-luvulta lähtien käytetty pääsääntöisesti suojabetonilla suojattua 1-kermieristystä. Nykyään vedeneristykseksi asennetaan 2-kertainen kermieristys. Tiesilloista poiketen ei rautatiesilloissa ole vaadittu eristysalustan epoksitiivistystä eikä suihkupuhdistusta.

Vedeneristysten uusimisen tarve arvioidaan eristyksen kunnon ja iän perusteella. Vedeneristysten uusimisesta tai muista korjaustoimenpiteistä päätetään tutkimustuloksiin perustuvan erikoistarkastajan lausunnon sekä suunnittelijan näkemyksen ja tilaajan ohjeiden perusteella, huomioiden myös vedeneristysten ikä. Rautatiesiltojen vedeneristysten uusiminen on liikennöinnin vuoksi tehtävä pääsääntöisesti lyhyissä liikennekatkoissa nopeasti liikennehaitan minimoimiseksi. Vedeneristysten valintaan vaikuttaa käytettävissä oleva rakentamisaika ratatyövarauksineen sekä sen toteutettavuus. Lisäksi on kokonaisuutena huomioitava vedeneristysten merkitys rakenteen elinkaarelle. Jos korjaussuunnitelman mukaiseen vedeneristykseen ja liitosdetaljeihin tehdään muutoksia, ne on hyväksyttävä Liikennevirastossa.

Heikkokuntoisimmat vedeneristysrakenteet on toteutettu 1970- ja 1980-luvuilla. Tällöin vedeneristystenä käytettiin tavanomaisesti juutti- tai lasikangaseristeitä, jotka ovat vähitellen haurastuneet, rikkoontuneet ja alkaneet päästää kosteutta lävitseen. Kun eristysmateriaalina on juutti- tai lasikangaseristys tai eristyksen ikä on yli 40 vuotta, niin vedeneristys uusitaan.

Siltakansien pintarakenteet ja niiden valintakriteerit on esitetty ohjeessa NCCI 1 kohdassa H.11 /6/.

Mikäli korjausaikaa on riittävästi, vedeneristys uusitaan siten, että vanha vedeneristys poistetaan. Uudelle eristysalustalle vaatimukset on esitetty ohjeen InfraRYL kohdassa 42310.2 /12/ ja vedeneristysalustan kunnostuksen ohjeet SILKO-ohjeessa 2.240 /1/ ellei hankekohtaisesti toisin sovita. Kansilaatan yläpinnan kunto tutkitaan erikoistarkastuksen yhteydessä ja sen mukaan määritetään siihen kohdistettavat toimenpiteet. Vaurioitunut betonipinta on korjattava joko paikallisesti epoksi-hiekkaseoksella tai muotoiluvalulla (huomioitava liikennöinnissä). Toisaalta uuden kermieristysten voi asentaa vanhalle hyväkuntoiselle kannen pinnalle, vaikkei vanhaa bitumia ole kokonaisuudessaan poistettu.

Tippuputkien, syöksytorvien ja liikuntasauvojen kunnostaminen, muuttaminen, uusiminen ja lisääminen on yleensä tehtävä vedeneristysten uusimisen yhteydessä sillan kuivatuksen toimivuuden varmistamiseksi. Kuivatuksen periaate ja kallistukset selvitetään vanhoista suunnitelmista.

Vedeneristysten suojaustavan valinta riippuu vedeneristysten valinnan lisäksi rakentamisajasta ja vedenpoistojärjestelmästä. Suojabetonillisissa silloissa kallistukset on usein tehty osittain suojabetonin avulla, jolloin suojabetonin poistaminen edellyttää muutoksia sillan kannen kuivatukseseen sekä mahdollisesti myös liikuntasauvoihin.

Vedeneristykseen suojakerroksen tarkoitus on estää sepelin tms. vedeneristykseen aiheuttama mekaaninen rasitus. Raiteen kohdalla rasitus on erityisen suuri. Suojakerros ei saa olla esteenä tehokkaalle kuivatukselle.

Tukikerroksettomissa kiintoraiteisissa silloissa vedeneristys suojataan auringon UV-säteilyn ja mekaanisen kävelyrasituksen kestäväksi.

3.5.2 Vedeneristykseen uusiminen kermieristykseenä betonikannelle

Kermieristys tehdään InfraRYL 42310.3.2.1 mukaisesti /12/.

Eristyksen rakennetyyppi on NCCI 1:n mukaisesti:

- Kumibitumiliuos pohjustus (tai epoksi tiivistys, mikäli suojabetonia ei voida käyttää)
- Kaksikerroskermieristys käyttöluokan 2 mukaisilla kermieristysrakenteilla
- Suojabetoni 50 mm (tai kaksinkertainen kumirouhematto ristiin ladottuna, mikäli suojabetonia ei voida käyttää)
- Tukikerros

3.5.3 Vedeneristykseen uusiminen nestemäisenä levitettävällä eristyksellä

Nestemäisenä levitettävä eristys tehdään InfraRYL 42310.3.2.3 mukaisesti /12/.

Nestemäisenä levitettävä eristys on mahdollista tehdä myös suoraan vanhan suojabetonin päälle, kun sen kunto on selvitetty, todettu hyväkuntoiseksi ja soveltuvaksi eristysalustaksi kohtuullisin korjaustoimenpitein. Eristysalustan tulee täyttää InfraRYL kohdan 42310.2.1 mukaiset vaatimukset.

Eristyksen rakennetyyppi on NCCI 1:n mukaisesti:

- Tuotekohtainen tiivistysaine tai pohjuste
- Nestemäisenä levitettävä vedeneristys
- Suojabetoni 50 mm (tai kaksinkertainen kumirouhematto ristiin ladottuna, mikäli suojabetonia ei voida käyttää)
- Tukikerros

3.5.4 Vedeneristysten lisääminen suojabetonin päälle ja vedeneristysten uusiminen kumimattoeristyksellä

Uusi vedeneristys on mahdollista tehdä myös vanhan suojabetonin päälle, jos suojabetoni on hyväkuntoinen. Tarvittaessa suojabetoni kunnostetaan. Suojabetonin pinta puhdistetaan. Paikalliset kolot ja epätasaisuudet tasoitetaan epoksi-hiekkaseoksella, kun taas isommat kolot paikataan Liikenneviraston hyväksymällä nopeasti kovettuvalla paikkaus- tai juotoslaastilla (SILKO). Uuden eristysten tartuntaa haittaavat kohdat tai eristystä vahingoittavat nystyrät hiotaan.

Suojabetonin päälle tehtävä eristys toteutetaan joko kumimattoeristysnä tai nestemäisenä levitettävällä vedeneristyksellä. Eristysalustan sallittu kosteuspitoisuus määräytyy käytettävän vedeneristysmateriaalin ja InfraRYL kohdan 42310.2. alustan vaatimusten mukaan. Kumimattoeristyksellä erityisesti liimauskohtien tulee täyttää vaatimukset. Ennen eristämistä voidaan suojabetonirakenteen kuivatusta tehostaa esim. ennakkoon asennettujen sääsuojien avulla ja reuna-alueiden esikuivauksella. Tarpeen mukaan suojabetoni kuivataan heti eristystyön ratatyövarauksen alkuvaiheessa esimerkiksi infrapunalämmityslaitteilla.

Ohjeen Siltojen vedeneristysten SILKO-tuotevaatimukset /16/ mukainen EPDM-kumimattoeristys tehdään InfraRYL kohdan 42310.3.2.4.1 mukaisesti /12/.

Kumimattoeristys on rakentamisen kannalta nopea toimenpide. Kumimattoeristykseen liittyvä suurin ongelma on se, että eriste ei ole kiinni alustassaan kuin reuna-alueelta ja siten pienetkin paikalliset vuodot voivat levitä laajalle vedeneristysten alle, josta ne eivät pääse myöskään kuivumaan suotuisien sääjaksojen aikana. Kumimaton alle on pyrittävä järjestämään ilmankierto tai ainakin rei'itys kansirakenteeseen siten, että eristysten alle mahdollisesti kertyvä kosteus ja vesi poistuvat tarvittaessa. Kumimattoeristystä voi käyttää, jos muita mahdollisuuksia ei ole ja eristys on mahdollista asentaa luotettavasti siten, että rakenne reunaliitoksineen, läpivienti-
detaljeineen (tippuputket, syöksytorvet) jne. saadaan vesitiiviiksi.

Kumimattoeristys tehdään yhtenäisenä koko kansilaatan alueelle siten, että reunat nostetaan reunapalkin sisäreunoille. Matto liimataan kiinni läpivientien ympäriltä sekä reuna-alueiltaan sillan betonirakenteeseen vähintään 30 cm leveydeltä materiaali-toimittajan ohjeiden mukaisesti. Sen lisäksi reunat kiinnitetään mekaanisesti betonirakenteeseen kiinnitettävällä teräsprofiililla (ruostumaton tai haponkestävä teräs rasisolosuhteiden mukaisesti), jonka jälkeen saumarakenne suojataan kumibitumilla.

Eristysten rakennetyyppi on NCCI 1:n mukaisesti:

- Kumirouhematto 4 mm
- Kumimatto 2 mm
- Kumirouhematto 11+11 mm ristiin ladottuna
- Tukikerros

3.5.5 Vedeneristysten tekeminen teräskannelle

Noudatetaan InfraRYLlin kohtaa 42310.2.2 Alustan vaatimukset, teräskansi.

3.6 Kaiteet

3.6.1 Suunnitteluperusteet

Rautatiesiltojen kaiteet suunnitellaan ja toteutetaan Liikenneviraston ohjeen ”Siltojen kaiteet” mukaisesti /14/. Olemassa oleville rautatiesilloille rakennetaan kaiteet tai olemassa olevia kaiteita muutetaan kohdekohtaisesti harkinnan mukaan.

Vanhojen kaiteiden kunnostuksen yhteydessä joudutaan yleensä tekemään tasonostotoimenpiteitä kuten esimerkiksi kaide-etäisyyden kasvattaminen, kaiteen korottaminen ja kaideverkon lisääminen. Vanhoja rautatiesiltojen kaiteita harvoin korjataan, vaan huonokuntoiset kaiteet mieluummin uusitaan, jolloin työ voidaan tehdä vähemmällä liikennehaitoilla. Vanhat alumiinikaiteet vaihdetaan aina kunnostuksen yhteydessä teräskaiteisiin.

Mitoituksessa on otettava huomioon kuorman välittyminen kiinnikkeeltä siltarakenteeseen ja sen perusteella suunniteltava ja tarkastettava kiinnikkeiden pituus ja sijoittuminen. Kaide-etäisyys on varmistettava, kun sillalle sijoittuu sähköratapylviä /14/.

3.6.2 Kaiteiden uusiminen ja korjaustyöt

Betonisilloilla uudet kaiteet kiinnitetään reunapalkkirakenteeseen tai huoltokäytävään. Terässilloilla kaiteet asennetaan huoltokäytävään tai puuosiin asennettuihin vahvistettuihin kiinnityskohtiin. Kaidetolppajaot sovitetaan siltarakenteeseen huomioiden vaadittu kaide-etäisyys sekä sillan liikuntasamat.

Siltarakenteisiin kiinnitettävien kaiteiden ja niiden kiinnikkeiden on kestettävä löysytymättä junien aiheuttamat paineiskut, lumenaurauksen rasitukset ja junan aiheuttama tärinä. Kaiteiden ja rakenteiden kiinnityksissä puurakenteisiin (mm. puiset rata-pölkkyt tai erilliset puiset, kaidetta kantavat rakenteet) on käytettävä jousialuslevyjä (jousto vähintään 3 mm) ja lukkomuttereita. Betonirakenteeseen kiinnitettävät kiinnikkeet ankkuroidaan kemiallisella kiinnitysaineella tai juotoslaastilla.

Vanhat kaiteet puretaan siten, että rakenteeseen jäävät osat eivät vaikuta sillan pitkäaikaiskestävyyteen eivätkä sillan ulkonäköön. Vanhojen kolokiinnitteisten kaidepylväiden juuri piikataan esiin ja kaidepylväs katkaistaan vähintään 50 mm syvyydeltä reunapalkin yläpinnasta.

Kaiteet liitetään maadoitukseen molemmista päistään ja niiden on oltava sähköisesti jatkuvia päiden liitoskohtien välillä. Kaiteiden maadoituksessa noudatetaan Liikenneviraston ohjetta ”Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnittelu” /8/.

Lisäksi on otettava huomioon InfraRYL:n vaatimukset, kuten kohdan 42040.3.2.1.1 Valmistussuunnitelma ja kohdan 42451 Kaiteet, johteet ja kosketussuojaseinät vaatimukset /12/. Liikenneviraston hyväksymä rautatiesillan kaiteen tyyppisuunnitelma DK R on esitetty ohjeluetelossa /19/.

3.6.3 Kaideverkkojen lisääminen

Rautatiesillan kaiteisiin lisätään tarvittaessa Siltojen kaiteet ohjetta noudattaen korkeat suojaverkot tai vaurioituneet verkot uusitaan /14/.

Kaideverkolla ei saa tukea ylikorkeaa sepelikerrosta.

3.7 Liikuntasaumat

3.7.1 Saumarakenteiden korjaustyöt

Liikuntasaumojen tarkoituksena on mahdollistaa rakenteen liikkeet vallitsevissa olosuhteissa ja kuormitustilanteissa. Rautatiesiltojen liikuntasaumojen vesitiiveyteen ei ole kiinnitetty huomiota ennen kuin 1990-luvulla, jolloin uusille liikuntasamarakenteille on asetettu vesitiiveysvaatimus.

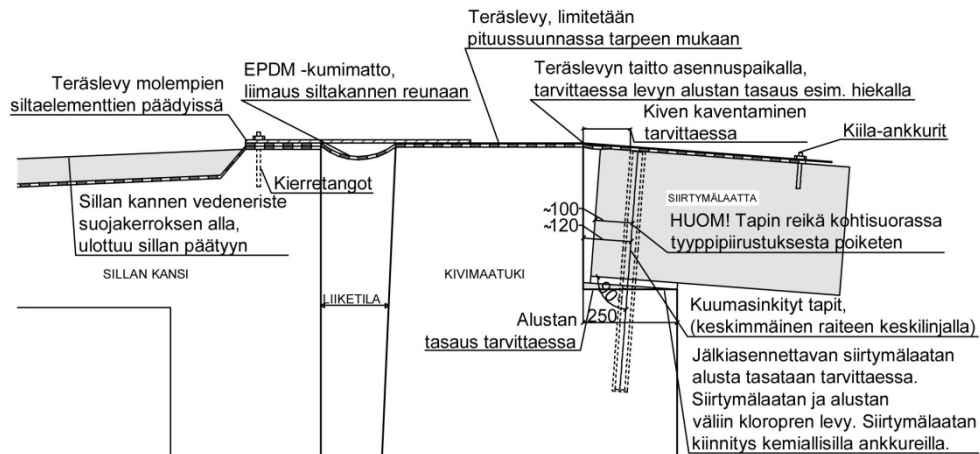
Vesivuodot aiheuttavat betonipinnoille kosteusrasitusta ja rapautumaa. Liikuntasauaman vesivuoto voi johtaa sillan pään, otsamuurin, laakeritason ja laakerin vaurioitumiseen tai jännitetyn sillan ankkurointialueella jänneterästen vaarallisen korroosion. Saumarakenteeseen tuleva vesi voidaan ohjata kannelle rakennettavaan uuteen syöksytorveen tai hallitusti pois saumasta kostuttamatta rakenteita.

Radan tukikerrossepeli erotetaan liikuntasauamasta ruostumattomalla teräksisellä suojalevyllä, joka suojaa liikuntasauaman ja estää sepelin pääsyn saumaan. Suojalevyn kiinnityksineen (kemiallisesti ankkuroidut ruostumattomat kiinnikkeet) on kestettävä liikuntasauamassa tapahtuvien lämpöliikkeiden, sepelin kitkarasituksen sekä raiteen kunnossapidon aiheuttamat rasitukset. Suojalevyn suunnittelussa on otettava huomioon sillan liikepituus.

Saumarakenteiden korjaustyössä noudatetaan soveltuvin osin ohjeita:

- InfraRYL 42410 Liikuntasaumat /12/
- SILKO 1.701 Liikunta- ja kutistumissaumat /1/

Liikuntasaumojen korjaaminen tai uusiminen on suunniteltava kohdekohtaisesti. Selvitetään toimiiko saumarakenne vai ei, mistä syystä saumarakenne ei toimi, mitä seurauksia on toimimattomasta saumarakenteesta ja mitä vaurioita havaitaan.



Kuva 6. Sillan päähän lisätty liikuntasauumarakenne (esimerkki). Teräsosat ja kiinnikkeet ruostumatonta terästä.

Kiskonliikuntalaitteiden yhteydessä, tukikerroksisilla silloilla, käytetään tukikerroksen katkaisulaitetta /2/.

3.8 Muut varusteet ja laitteet

3.8.1 Hulevesien kuivatuksen korjaaminen

Hulevesien kuivatuksen korjaaminen tehdään yleensä vedeneristyksen korjaustöiden yhteydessä. Tietyissä tapauksissa voidaan myös korjata pelkästään kuivatus, jos varmistetaan siitä, ettei toimimaton järjestelmä ole ehtinyt aiheuttaa vaurioita sillan vedeneristykseen ja sen alustaan.

Rautatiesiltojen pituuskaltevuus on pääsääntöisesti pieni ja hulevesien poistoon vaadittavat kallistukset on usein tehty suojabetonilla tai kansilaatan yläpinnan muotoilulla. Poistettaessa suojabetoni kokonaan vedeneristyksen uusimisen yhteydessä on varmistettava, että uuden rakenteen pinnan kallistukset ovat riittävät.

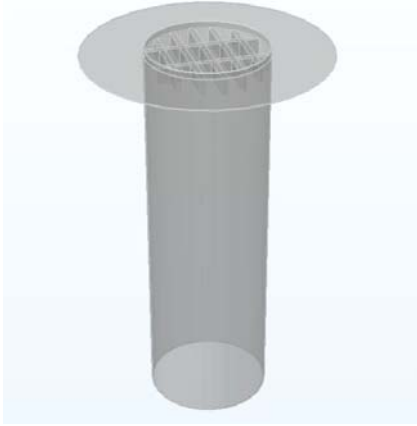
Rautatien ylittävissä silloissa syöksytorvilla ja tippuputkilla on oltava riittävä suojatäisyys jännitteellisistä langoista. Vedenpoistolaitteita ei myöskään saa sijoittaa alittavien väylien kohdille.

Vedeneristyksen suojakerros ei saa estää vesien poistumista eristyksen päältä. Kuivatus varmistetaan suunnittelemalla ja asentamalla riittävä määrä tippuputkia sekä kanavointeja. Raiteen kohdalla kanavointien on kestävä junan aiheuttama kuormitus.

3.8.2 Syöksytorvet

Syöksytorvien kunnostaminen ja jatkaminen tehdään ohjeen SILKO 2.632 /1/ mukaisesti. Suunnitelmassa on kuitenkin otettava huomioon, että vanhoilta syöksytorvilta poistuu vettä sekä suojabetonin että myös vedeneristyksen päältä, joten putkien kyljissä, vedeneristyksen yläpinnan tasolla, olevia vedenpoistoreikiä ei saa tukkia.

Valurautaiset vanhat syöksytorvet pyritään uusimaan, mikäli se on käytettävissä olevan korjausajan puitteissa mahdollista. Syöksytorvien uusimiseen liittyviä työvaiheita, kuten timanttioraustöitä, on mahdollista tehdä etukäteen lyhyillä ratatyövarauksilla.



Kuva 7. Periaatemalli syöksytorvesta.

Silloissa, joissa vedeneristys on suojattu suojabetonilla, on varmistettava vesien poistuminen vanhan vedeneristyksen päältä syöksytorven ympäriltä. Uuden vedeneristyksen tullessa suojabetonin päälle, jätetään putken porausreikä avoimeksi vanhan eristyksen päältä alas asti.

Uusittavat syöksytorvet kiinnitetään timanttioralla tehtyyn reikään nopeasti kovetuvalla kiinnitysaineella juotoslaastilla tai hiekka-epoksiseoksella. Pinnan esikäsitteily ja kiinnitys tehdään aineen käyttöohjeiden mukaan. Syöksytorven laippaa varten on rakenteeseen piikattava sitä vastaava syvennys.

Lyhyillä ratatyövarauksilla tehtävä uusiminen voidaan toteuttaa liimaamalla syöksytorvi rakenteeseen epoksiliimalla ja asentamalla väliaikainen sepelisuojus syöksytorven suojaksi. Vedeneristyksen uusimisen yhteydessä asennetaan lopullinen sepelisuojaverkko ja suojakerros.

Liitteessä 1/5 on esitetty toteutettuja ratkaisuja syöksytorven liittämistä kumimattoeristykseen.

3.8.3 Tippuputket

Tippuputkien lisääminen tehdään SILKO-ohjeen 2.611 ja jatkaminen toteutetaan SILKO-ohjeen 2.631 mukaisesti /1/.

Mikäli tippuputkia ei ole mahdollista käyttää, tehdään vedeneristyksen päälle kanavointi, jota pitkin vedet pääsevät valumaan syöksytorviin. Käytettäessä kumirouhemattoa suojakerroksena tulee ottaa huomioon, että yleensä myös kumirouhematto pidättää vettä, minkä takia salaojakanavoinnin toteuttaminen on tärkeää.

3.8.4 Laakereiden korjaustyöt

Vanhojen tukikerroksettömien teräsiltojen teräslaakereiden liikevarat eivät usein ole riittäviä sillan liikkeisiin nähden. Laakereiden liikevarat voivat loppua myös tukien siirtymien vuoksi tai sen vuoksi, että laakerit ovat siirtyneet paikoiltaan. Liikevaran loppumisesta aiheutuu siltarakenteelle rasituksia ja erityisesti ristikkosilloissa siltarakenteen toiminta saattaa muuttua oleellisesti.

Korjausmenetelmät laakereiden liikevaran korjaamiseen ovat joko nykyisen laakerin uudelleen asemointi tai laakerin uusiminen. Laakereiden korjaustyöstä tulee aina laatia korjaussuunnitelma, joka sisältää myös alustavan työvaihesuunnitelman. Teräslaakereiden huoltokäsittelyssä noudatetaan soveltuvin osin ohjetta SILKO 2.353 Teräslaakereiden huoltokäsittely /1/. Laakereiden uusimisessa noudatetaan soveltuvin osin ohjetta InfraRYL 42420 Laakerit ja nivelet /12/.

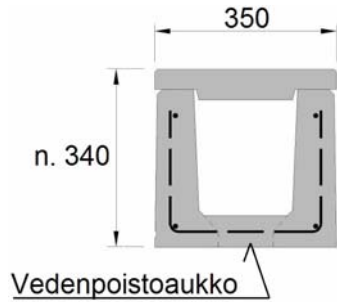
Vanhoissa korkealujuusteräksestä valmistetuissa rullalaakereissa on havaittu halkeamariskejä. Sen vuoksi ne tarkastetaan erikseen sovittaessa esimerkiksi ultraäänimittauksella, jolla voidaan tutkia myös muiden teräsrakenteiden vaurioita. Kriittisiä laakereita ovat ns. Kreutzin laakerit, joita on asennettu vuosina 1956-1976. Tyypillisesti laakeri on ohut, paksuus noin 142 mm, mutta mitta ja päädyn ulkonäkö voivat vaihdella jonkin verran. Kyseiset laakerit pyritään mahdollisuuksien mukaan uusimaan. Väliaikaisesti voidaan rakenteen kantavuus varmistaa tekemällä laakereiden viereen teräslevyistä apuuet.



Kuva 8. Uusittu laakeripalkki ja laakeri

3.8.5 Kaapelikanavaelementit

Kaapelikanavaelementtien vakiopituudet ovat 6 m ja 2 m. Elementtijako ja käytettävät elementit suunnitellaan kohde, siltapituus, liikuntasaumojen sijainti ja kanavan päättäminen huomioon ottaen. Kaapelikanavaelementtien saumat ja kannen liikuntasaumat tulee olla samalla kohdoin. Kaapelikanavat pyritään päättämään aina, kun on mahdollista, sillan molempien päiden taustoille asennettaviin kaapelikaivoihin.



Kuva 9. Kaapelikanavaelementin poikkileikkaus

Kaapelikanavaelementit voidaan asentaa myös reunapalkin päälle. Tällöin elementit kiinnitetään vähintään kahteen aiemmin reunapalkkiin juotettuun kierretankoon muttereilla ja niiden alapuoleisilla aluslevyillä. Kiinnikkeiden on oltava kuumasinkittyjä tai ruostumattomasta teräksestä valmistettuja. Ankkuritankojen kierretankojen päät eivät saa jäädä yli 10 mm mutterin yläreunaa ylemmäs eikä tankojen päihin saa jäädä teräviä reunoja, jotta ne eivät aiheuta vaurioita kaapeleihin niiden asennuksen yhteydessä. Sillassa mahdollisesti olevat jänneteräkset on otettava huomioon jo suunnittelun aikana porauskohtia määritettäessä sekä poratessa kiinnikkeiden varausreikiä. Kulikutasona toimivan kaapelikanavaelementin kannen korkeusasema on otettava huomioon viereisen kaiteen korkeudessa.

Elementti joko asennetaan ohuen paikkauslaastikerroksen varaan (purseiden saumaus) tai levitetään paikkauslaasti kanavan ulkoreunalinjoille ja täytetään keskialueen tyhjätila juotoslaastilla ankkurointien jälkeen. Asentamisessa voidaan käyttää apuna täytepaloja, joiden avulla säädetään sauman lopullinen paksuus ja elementin korkeusasema. Tavallisesta teräksestä valmistetuilla, pintakäsittelemättömillä, täytepaloilla on oltava saumassa vähintään 30 mm paksuinen suojakerros paikkauslaastia.

Reunapalkin korottaminen kaapelikanavaelementeillä voidaan toteuttaa, jos korotusrakenne ei toimi tukikerrosta tukevana rakenteena ja kun siltapaikalla tarvitaan tai tullaan tarvitsemaan kaapelikanavia. Ratkaisu on soveltuva kohteissa, jotka eivät ole ulkonäöllisesti erityisen vaativia.

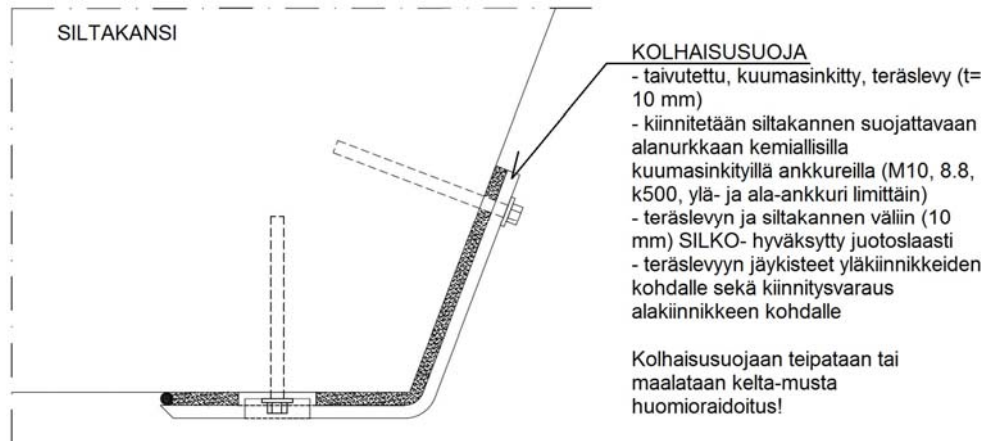
Kaapelikanavan ulkoreunan pystysaumot ja elementtien pohjasaumot tiivistetään reunapalkkien liikuntasaumoissa käytettävällä elastisella harmaalla saumamassalla SILKO 3.731 Saumausmassat /1/. Sisäreunan saumoja ei saumata veden poistumisen varmistamiseksi eli kaapelikanavaelementti ei saa padottaa vettä.

3.8.6 Kolhaisusuoja

Korjattavaan alikulkusiltaan suunnitellaan korjaussuunnittelun yhteydessä jälki-asennettavat kolhaisusuojat, kun

- sillassa on törmäysjälkiä
- mitattu vapaa alikulkukorkeus on vähemmän kuin 4,61 m.

Kolhaisusuojat tehdään esimerkiksi kuvan 10 mukaisesti.



Kuva 10. Esimerkki jälkiasennettavasta kolhaisusuojusta. Huomioraidoitus toteutetaan Liikenneviraston Liikennemerkkiohjeen mukaisesti (korkeusmerkki) /17/.

3.9 Siltapaikan rakenteet

3.9.1 Huoltokäytävärakenteet

Huoltokäytävärakenteet suunnitellaan Liikenneviraston soveltamisohjeiden NCCI /6/ mukaisesti. Niiden avulla toteutetaan riittävä tilavaraus huolto- ja tarkastushenkilöstön liikkumiselle. Huoltokäytävät mitoitetaan NCCI 1:n kohdan B.4.3.5 tungoskuormalle (5 kN/m²), ellei hankekohtaisissa suunnitteluperusteissa ole toisin mainittu. Myös kaidekuormat on otettava huomioon.

Vanhan sillan rakenteen mitoituksessa huoltokäytävään 5 kN/m² hyötykuorma voidaan olettaa onnettomuuskuormaksi. Kuorman jakaantuminen betonissa voidaan olettaa olevan 1:1 ja vanhan betonin lujuutta voidaan nostaa suunnittelulujuudesta + 5 MPa ilman tarkempia tutkimuksia, jos betonissa ei ole lujuutta alentavia vaurioita.

Huoltokäytävät suunnitellaan siten, että riittävä, ohjeiden mukainen kaide-etäisyys saavutetaan. Huoltokäytävärakenteet toteutetaan pääsääntöisesti kevyinä teräs-rakenteisina levennyksinä. Levennys rakennetaan teräsbetonirakenteena, jos massiivisemmalla ja jäykemmällä rakenteella saavutetaan käytävän toiminnalliset vaatimukset paremmin.

Huoltokäytävän kiinnitys siltaan

Huoltokäytävän asentamisesta siltaan tulee laatia aina siltakohtainen suunnitelma.

Siltarakenteen ja huoltokäytävän kiinnityskohdan tulee kestää kaikki huoltokäytävältä tulevat kuormat. Suunnittelijan tulee suunnittelun aikana tarkastaa ja varmistaa, että

- reunapalkki on riittävällä raudoituksella kiinnitetty kansirakenteeseen
- reunapalkkikorotukset on ankkuroitu luotettavasti vanhoihin reunapalkkeihin
- kivirakenteet ovat ehjät ja riittävän järeästi toisissaan kiinni.

Tarvittaessa rakennetta tulee vahvistaa. Vahvistamisesta laaditaan suunnitelma.

Reunapalkin tai kansilaatan reunan, johon huoltokäytävä kiinnitetään, kunto tarkastetaan erikoistarkastuksella, ellei rakenne ole uusi tai uudenveroinen ja sen kunto ja mitat voidaan varmistaa ilman erikoistarkastusta.

Tarvittaessa rakenne kunnostetaan ennen huoltokäytävän asennusta. Mahdollisia toimenpiteitä rakenteille ovat

- rakenteellisten halkeaminen injektointi voimia siirtäväksi
- rapautuneen ja huonokuntoisen betonin poisto ja laastipaikkaus tai valukorjaus.

Suunnittelijan tulee varmistua siitä, ettei ankkuroinnin tiellä ole jänneteräksiä. Myös betoniteräksiset pyritään väistämään mahdollisuuksien mukaan.

Huoltokäytävän yläpinnan korkeusasema on tavanomaisesti reunapalkin yläpinnan tasalla. Huoltokäytävällä ei saa olla kompastumista aiheuttavia rakenteita.

Alikäytävien ja alikulkusiltojen huoltokäytävien on oltava riittävän tiiviitä ja umpinaisia siten, että alittavalle väylälle ei putoa sepeliä. Huoltokäytävärakenteessa ei saa olla yli 20 mm suuruisia aukkoja tai rakoja.

Huoltokäytävä on suunniteltava sillasta tehtyjen tarkemittaustietojen perusteella. Suunnittelussa on huomioitava sillan mahdollinen kaarevuus. Siltaan kiinnitettyjen ratajohtopylväiden ja huoltokäytävän yhteensovittaminen on suunniteltava tapauskohtaisesti. Mikäli ratajohtopylväs katkaisee huoltokäytävän, tulee huoltokäytävän kaide kiertää yhtenäisenä ratajohtopylvään ympäri.

Huoltokäytäväntaso on päätettävä sillan päässä siten, että huoltokäytävältä pääsee siirtymään turvallisesti ja jouhevasti penkereelle. Tarvittaessa väliin tehdään portaat, jossa askelkorkeus saa olla korkeintaan 20 cm.

Tarvittaessa sillankaidetta on jatkettava sillan pään ohi siten, että poistuminen huoltokäytävältä on turvallista.

Huoltokäytävien kiinnitykset tehdään siten, että osien kiinnitys ei löysty junaliikenteen aiheuttamasta värinästä. Kriittisissä kohdissa ja liitoksissa on käytettävä tuplamutterikiinnitystä tai lukkomuttereita.

Teräsrakenteiset huoltokäytävät

Rakenteet toteutetaan InfraRYL:n kohdan 42050.4.2 /12/ mukaisesti kuumasinkitystä teräksestä. Teräsrakenteiden toteutusluokka on EXC2.

Kiinnikkeiden on oltava kuumasinkittyjä tai ruostumattomasta teräksestä valmistettuja. Vanhaan betonirakenteeseen asennettavat ankkurit ankkuroidaan kemiallisella kiinnitysaineella tai juotoslaastilla.

Kuumasinkittyjen rakenteiden vaurioitunut sinkitys voidaan korjata paikkamaalalla maaliyhdistelmällä EPZn(R) 80/2 maalinvalmistajan ohjeita noudattaen SILKOn kohdan 2.351 /1/ mukaisesti.

Maadoituksen kannalta on otettava huomioon, että maadoitusliitännät ovat sellaisissa kohdissa, että ne on mahdollista tehdä ja tarkastaa. Huoltokäytävä rakenteen on oltava kokonaisuudessaan sähköisesti jatkuva maadoitusliitännöiden välillä (ei käytetä eristäviä välitteitä kiinnityksissä ja huolehditaan, ettei maadoituskontakti katkea liikuntasuomissa). Päätykannakkeet tulee varustaa $\varnothing 11$ kokoisella rei'ällä maadoitusliitännän tekemistä varten.

Liikenneviraston hyväksymä teräsrakenteisen huoltokäytävän tyyppisuunnitelma DY on esitetty ohjeluetelossa /19/.

Teräsbetoniset levennysrakenteet

Teräsbetoniset levennys-/ huoltokäytävä rakenteet suunnitellaan aina kohdekohtaisesti. Oikein suunniteltu levennysrakenteen toimii kansirakenteen osana ja estää veden, sepelin, jään yms. putoamisen alittavan liikenteen päälle. Rakenteella saadaan korotettua sillan reunapalkki tukevasti ja luotettavasti.

Teräsbetonisten levennysrakenteiden suunnittelussa on huomioitava vanhan rakenteen kunto ja kantavuus, jotta lisäpaino ei aiheuta ongelmia rakenteen kestävyys tai painumien osalta. Usein levennysrakenteen suunnitellaan kantamaan poikittain, mutta jos nykyisen sillan kapasiteetti poikkisuuntaan ei ole riittävä, levennysrakenteet suunnitellaan kantamaan kuormat pituussuunnassa tuilleen.



Kuva 11. Teräsbetonisia levennysrakenteita

Levennysrakenteen suunnitteluperusteet riippuvat sen sijainnista ja toiminnasta. Rakenteen toimiessa huoltokäytävä rakenteena, suunnitellaan ne Liikenneviraston soveltamisohjeiden NCCI 1 /6/ kohdan B.4.3.5 tungoskuormalle (5 kN/m^2), ellei hankekohtaisissa suunnitteluperusteissa ole toisin mainittu. Kansirakenteen osana toimiva levennysrakenteen on suunniteltava ohjeen NCCI 1 mukaisille junakuormasta aiheutuille kuormituksille.

Levennysrakenteen betonirakenteiden rasitusluokkaryhmä, lujuusluokka, pakkasenkestävyysvaatimus ja betonipeitteen nimellisarvo määritetään Liikenneviraston ohjeen NCCI 2 taulukossa 4.1.

Kiinnikkeiden on oltava kuumasinkittyjä tai ruostumattomasta teräksestä valmistettuja. Vanhaan betonirakenteeseen asennettavat ankkurit ankkuroidaan kemiallisella kiinnityksineen tai juotoslaastilla.

Teräsbetonisen levennyksrakenteen yläpinta pinnoitetaan yleensä mekaanisen rasituksen kestävällä impregnointiaineella, jonka on oltava vettähylyvä, geelimäinen ja Liikenneviraston käyttöön hyväksymä (SILKO) impregnointiaine.

3.9.2 Kulmatukimuurielementit

Ensisijaisesti selvitetään voidaanko pengerrysleventää ilman rakenteita, mutta tarvittaessa rautatiesiltojen radan suuntaiset siipimuurit jatketaan kulmatukimuurielementeillä. Kulmatukimuurielementillä tuetaan sillan keilan yläosa esim. seuraavissa tapauksissa:

- sillan siipimuurit ovat liian lyhyet tai sillan keilat liian jyrkät
- korkeusviivan nousemisesta aiheutuvalle ratapenkereen leventämiselle tai radan pengerrysleventämiselle (ks. kohta 3.9.5) ei ole tilaa rautatiealueella
- siltaan asennetaan huoltokäytävät, joille järjestetään kulku sillan taustalta.

Kulmatukimuurielementit asennetaan sillan siipimuurin päätä vasten tai siipimuurin sivulle. Elementin perustamistaso suunnitellaan riittävän syväälle luiskaan. Pienin sallittava syvyys on luiskan pinnasta 20 cm. Eroosioherkissä tai epästabieleissa luiskissa perustamistasoa on tarvittaessa laskettava alemmas ja siirrettävä kauemmas keilan reunasta.

Elementtien sijoittaminen, korkeusasema ja keilojen sekä ratapenkereen muotoilu on suunniteltava kohdekohtaisesti. Suunnittelussa on otettava huomioon sillan siipimuurin alareunan korkeusasema ja muoto (siipimuurin alareunan peitesyvyyden on oltava vähintään 20 cm) sekä mm. huoltokäytävän korkeusasema.

Liikennöityjen ratojen vieressä sillan päädyn levennyssuunnitelmassa kuten kulmatukimuurien suunnitelmassa ja työtapsuunnitelmassa on esitettävä toteutukseltaan turvallinen rakennusratkaisu. Kaivu- ja täyttötöyt eivät saa aiheuttaa stabiliteetti- tai painumaongelmia.

Kun toimitaan radanpidon turvallisuusohjeiden mukaisesti, voidaan liikennöidyn raitteen viereen kaivaa tukimuurin peruskuopan luiska korkeintaan 1:1,5 kaltevuuteen alkaen etäisyydeltä 1,8 metriä radan keskiviivasta. Tarvittaessa raide on tuettava elementin asentamisen jälkeen.



Kuva 12. Kulmatukimuurielementin asennustyö

Kulmatukimuurielementit suunnitellaan kohdekohtaisesti ja niiden on oltava CE-merkittyjä. Väyläympäristön betonirakenteiden rasitusluokkaryhmä, lujuusluokka, pakkasenkestävyysvaatimus ja betonipeitteen nimellisarvo määritetään Liikenneviraston ohjeen NCCI 2 taulukossa 4.3 /6/.

Kulmatukimuurielementtien mitoituksessa otetaan huomioon NCCI 1:n kohdan B.4.3.5 tungoskuorma (5 kN/m²) ja sen aiheuttamalle maanpaine /6/. Junakuorman vaikutus ja liikennetäristä aiheutuva lisä otetaan huomioon muurin geoteknisessä mitoituksessa. Kulmatukimuriin asennetaan kaide, jos Siltojen kaiteet /14/ ohjeen mukainen sallittava pudotuskorkeus ylittyy.

Elementtien perustaminen suunnitellaan kohdekohtaisesti perustamisolosuhteiden mukaisesti. Elementit perustetaan alustäytön (vähintään 30 cm) varaan. Kaivualusta ja alustäyttö tiivistetään suunnitelman mukaiseen tiivistysasteeseen (tiiviyysvaatimus on vähintään 95 % parannetulla Proctor-kokeella määritetystä kuivatilavuuspainosta). Alustäytön tiiveys osoitetaan tiiveysmittauksilla InfraRYL mukaan. Mittauksiin voidaan käyttää Loadman pudotuspainolaitetta tai säteilymittauslaitetta (Troxler). Alustäyttö tehdään InfraRYL mukaisesta eristys- ja välikerroksen sorasta tai murskeesta. Alustäytön päälle levitetään enintään 50 mm paksu asennushiekkakerros.

3.9.3 Sillan taustojen kunnostaminen

Kun kyseessä ei ole penkereen vakavuusongelma, rautatiesiltojen taustojen kunnostustarpeet johtuvat

- tulopenkereiden tiivistymisestä liikennekuorman vaikutuksesta
- sillan liikkeiden aiheuttamasta penkereen löyhtymisestä tai
- tulopenkereiden painumasta
- pengerruiskun liian suuresta jyrkkyydestä pengermateriaalin nähdessä

Kunnossapidon tarkastusvaunumittauksen virheluokkien raja-arvot ovat esitetty ohjeessa RATO 13 /2/. Radalla voi myös olla stabiliteetti-ongelmia. Lisäksi ohjeessa RATO3 on vaatimus penkereen palautuvalle painumalle ja sen muutokselle sillan päädissä.

Rautatiesiltojen kunnostustöiden yhteydessä selvitetään sillan taustojen kunto radan liikennöitävyyden kannalta. Kuntotieto voidaan arvioida tehtyjen raiteen tarkastusajojen tiedoista. Ongelmat eivät välttämättä ole tarkastushetkellä näkyvissä sillä raiteen asema korjataan radan kunnostustoimenpiteillä, jotka eivät aina poista ongelman syytä.

Siltapäätisiin voidaan asentaa esimerkiksi siirtymälaitteita, paalulaitteita, geovahvistuksia, kivikorirakenteita tai erilaisia elementtikaukorakenteita estämään alusrakenteen lakoamista tai parantamaan penkereen stabiliteettia. Myös muut päätysten vahvistamiskeinot voivat olla mahdollisia.

Pohjanvahvistustoimenpiteiden vastaavalla suunnittelijalla on oltava FISE Oy:n myöntämä vaativien tai poikkeuksellisen vaativien kohteiden pohjarakennesuunnittelijan pätevyys.

3.9.4 Siirtymälaattojen lisääminen

Vanhojen siltojen päätyjen ja tulopenkereiden painumaongelmat on korjattu pääsääntöisesti rakentamalla siltaan siirtymälaatat. Painumaongelmien syy on kuitenkin aina selvitettävä tai arvioitava. Sen pohjalta tehdään päätös onko siirtymälaattojen lisääminen soveltuva ja riittävä toimenpide kyseisen ongelman korjaamiseksi.

Siirtymälaattojen asennus olemassa oleviin siltoihin tehdään pääsääntöisesti lyhyiden ratatyövarausten aikana, jolloin usein käytetään elementtirakenteisia siirtymälaattoja. Paikallavalettavia siirtymälaattoja voidaan käyttää kohteissa, joissa ratatyövaraus on riittävän pitkä tai riittävä työaika ja -tila varmistetaan käyttämällä apusiltarakenteita radan tukemiseen kaivannon yli. Apusiltarakenteet tosin aiheuttavat myös liikennehaittoja, jotka on otettava huomioon.

Suunnitteluvaiheessa on varmistettava, että siltakannen uloke, kehän jalka, kannen pää tai maatuen otsamuuri sekä sillan perustukset kestävät siirtymälaattojen kautta tulevat lisärasitukset.

Siirtymälaatat sekä niiden kannatus on suunniteltava Liikenneviraston eurokoodien soveltamisohjeiden mukaisesti. Siirtymälaattana käytetään Liikenneviraston tyyppi-piirustusten mukaisia tai niistä sovellettuja rakenteita. Siirtymälaatan liitos siltakanteen ja kannakkeet suunnitellaan kohdekohtaisesti. Kannakkeet voidaan toteuttaa joko teräs- tai teräsbetonirakenteisena. Kannatuksen ja sen kiinnikkeiden suunnittelussa on otettava huomioon vanhan rakenteen kestävyys. Vanhan rakenteen on kestettävä ankkuroinnin kiinnittäminen sekä välitettävä ankkureihin aiheutuva voima rakenteelle (ankkuripituudet ja suunnat sekä vanhan rakenteen raudoitus).

Teräsrakenteiden on oltava kuumasinkittyjä ja kiinnikkeiden joko kuumasinkittyjä tai ruostumattomasta teräksestä. Teräsrakenteisen konsolin, siltarakenteen ja siirtymälaatan sauman tiivyyteen on kiinnitettävä erityistä huomioita korroosioriskin minimoimiseksi. Teräsrakenteiden vastinpinnat voidaan käsitellä esim. korroosiosuojarasvalla (kerrospaksuus esim. 500 μm).

Vedeneristyksen osalta on suositeltavaa pyrkiä uuden sillan siirtymälaatan tyyppi-piirustuksen mukaiseen ratkaisuun, jossa eristys viedään siltarakenteen ja siirtymälaatan sauman yli.

Kaivannot tehdään luiskattuina ja tarvittaessa tuettuina kaivantosuunnitelman mukaan. Kaivannon lähellä mahdollisesti olevien ratajohtopylväiden tai muiden laitteiden tuenta (tai siirto) otetaan huomioon työsuunnittelussa. Kaivutyöt ulotetaan routimattomaan syvyyteen, jos maa-aines on routivaa.

Täyttötöyt tehdään käyttäen materiaalina välikerroksen soraa tai mursketta InfraRYL /12/ kohdan 21220 mukaisesti. Siirtymälaattojen alustan tiiviysvaatimus on vähintään 95 % parannetulla Proctor- kokeella määritetystä kuivatilavuuspainosta. Alustäytön tiiveys osoitetaan tiiveysmittauksilla InfraRYL mukaan. Mittauksiin voidaan käyttää Loadman pudotuspainolaitetta tai säteilymittauslaitetta (Troxler). Alustäyttö tehdään InfraRYL mukaisesta eristys- ja välikerroksen sorasta tai murskeesta.

Siirtymälaattojen jälkiasennuksen suunnittelun ja asentamisen yhteydessä parannetaan sillan taustan kuivatusta lisäämällä sillan taustalle salaojat (kohta 3.9.7), ellei hankekohtaisesti muuta sovita.

3.9.5 Penkereen levennys

Ratapenkereen levennyksellä sillan päässä pyritään parantamaan radan stabiiliteettia sekä estämään lyhyiden siltojen taustojen eroosiovaurioita.

Liikenneviraston ohjeen RATO 3 /2/ mukaisesti siltojen päiden penkereen levennys on suunniteltava ratkaisuna, jossa pengerleveys on 4 metriä reunimmaisen raiteen keskilinjasta 10 m matkalla alkaen sillan siipimuurin päästä ja se muuttuu radan poikki-leikkauksen mukaiseksi seuraavan 5 m matkalla.

Siltakohteissa, joissa ratapenger on tuettava kulmatukimuurielementeillä, pengerlevennys aloitetaan kulmatukimuurin ja sillan saumakohtasta. Hankekohtaisesti korjauskohteissa voidaan hyväksyä kapeampiakin pengerlevennyksiä, mikäli saadaan selkeämpi ja varmempi ratkaisu esimerkiksi luiskien stabiiliuden suhteen tai välttämään aiheuttamasta turhia ongelmia kuivatusojiin tai alittavaan väylään. Tällöin on varmistettava, että pengerlevennys on riittävä ratapenkereen stabiiliuden kannalta.

Pengerlevennysalueelta luiskan pinnasta poistetaan kasvillisuus ja humuspitoinen maakerros. Pengerlevennykset tehdään tiivistämällä nykyinen pengerpohja ja tämän jälkeen täytettävät kerrokset enintään 300 mm kerroksina. Levennysmateriaalina käytetään yhdistetyn eristys- ja välikerroksen soraa tai murskettä InfraRYL /12/ kohdan 21220 mukaisesti.

3.9.6 Muita ratkaisuja siltojen tulopenkereiden vahventamiseen

Sillan tulopenkereiden vahvistukset on suunniteltava kohdekohtaisesti. Päätyjen vahvistukseen voidaan käyttää esimerkiksi geoverkkoa, teräsverkkoa tai erilaisia kantavia teräsbetonirakenteita.

Suunnittelussa on otettava huomioon rakenteiden käyttöikä, maapohjan riittävä kantavuus ja liittyminen siltarakenteeseen. Suunnittelussa noudatetaan Liikenneviraston eurokoodin soveltamisohjeita NCCI /6/ soveltuvin osin.



Kuva 13. Sillan tulopenkereen vahvistaminen kantavalla teräsbetonisella elementtirakenteella.

3.9.7 Poikittaisen salaojan lisäys sillan taustalle

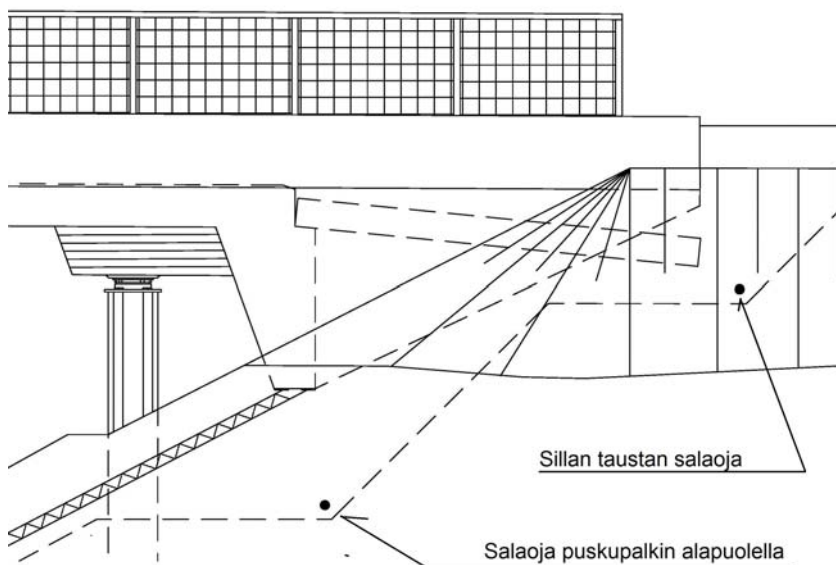
Sillan taustalle on lisättävä poikittainen salaoja, jos sillan päihin ohjautuu siltakannelta tai sillan taustalta vettä, joka voi aiheuttaa eroosioaurion sillan etuluiskaan ja painuman sillan päähän.

Poikittaiset salaojat lisätään aina siirtymälaattojen lisäysten yhteydessä. Salaojaputki sijoitetaan sillan siirtymälaatan taakse, laatan alapuolelle. Salaojaputki asennetaan sillan pään ja siirtymälaattojen päiden suuntaisesti.

Ulokelaattasilloissa sijoitetaan tarvittaessa toinen salaojaputki puskupalkin taakse, hieman puskupalkin alapuolelle. Pääsääntöisesti salaojaputket asennetaan radan päällysrakenteen ali sujuttamalla. Sujuttamisessa käytetään esim. kallioporaus-tekniikkaa. Kohteissa, joissa tehdään muitakin sillan taustan kaivu- ja täyttötöitä voidaan salaojitus tehdä samassa yhteydessä.

Muovinen salaojaputki asennetaan 1–2 % kaltevuuteen (koko matkalla mitattuna) eikä sen kaltevuus saa jäädä missään kohdassa < 0,5 %.

Salaojan yläpää tulpataan umpeen. Tulpan tulee olla irrotettavissa salaojan puhdistusta varten. Siltakohtaisesti laaditussa kuivatussuunnitelmassa määritellään tarvittavat pystysuorat tarkastusputket ja tarvittaessa tarkastuskaivot, jos salaojaan ohjautuu runsaasti vettä. Kaivojen kannet asennetaan luiskakaltevuuden mukaiseen vinouteen. Sillan pään salaojitusjärjestelmä liitetään alittavan väylän kuivatusjärjestelmään tai muuhun siltapaikan kuivatukseen.



Kuva 14. Esimerkki sillan taustan salaojituksesta. Salaojan tarve vanhan sillan puskupalkin alapuolella on harkittava, koska asentaminen korjauskohteessa on hankalaa.

3.9.8 Alikulkusiltojen alusrakenteiden suojaus (tiekaiteet)

Tiekaiteet suunnitellaan Liikenneviraston ohjeen ”Tiekaiteiden suunnittelu” /15/ mukaisesti. Alusrakenteeseen kohdistuva törmäyskuorma määritellään ohjeen NCCI 1 /6/ mukaisesti.

Viitteet

- /1/ Liikennevirasto. Siltojen korjausohjeet - SILKO. Helsinki : Liikennevirasto
- Yleiset laatuvaatimukset, TIEH2230095
 - Työkohtaiset laatuvaatimukset, TIEH2230096
 - Tarviketiedostot, TIEH2230097
 - Työvälinetiedostot, TIEH2230098
- /2/ Liikennevirasto. Ratatekniset ohjeet (RATO). Verkkojulkaisu (www.liikennevirasto.fi)
- 1 Yleiset perusteet
 - 2 Radan geometria
 - 3 Radan rakenne
 - 8 Rautatiesillat
 - 5 Sähköistetty rata
 - 11 Radan päällysrakenne
 - 13 Radan tarkastus
 - 15 Radan kunnossapito
 - 17 Radan merkit
 - 19 Jatkuvakiskoraiteet ja -vaihteet
- /3/ Liikennevirasto. Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO), Liikenneviraston ohjeita 6/2015. ISBN 978-952-317-061-2 (verkkojulkaisu)
- /4/ Liikennevirasto. Taitorakenteiden tarkastusohje, Liikenneviraston ohjeita 17/2013. ISBN 978-952-255-274-7 (verkkojulkaisu)
- /5/ Liikennevirasto. Betonisiltojen korjaussuunnitteluohje, Liikenneviraston ohjeita 17/2011. ISBN 978-952-255-724-7 (verkkojulkaisu)
- /6/ Liikennevirasto. Eurokoodin soveltamisohje - NCCI. Verkkojulkaisu (www.liikennevirasto.fi)
- Eurokoodien soveltamisohje - Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet NCCI 1
 - Eurokoodien soveltamisohje - Betonirakenteiden suunnittelu NCCI 2
 - Eurokoodien soveltamisohje - Puurakenteiden suunnittelu NCCI 5
 - Eurokoodien soveltamisohje - Geotekninen suunnittelu NCCI 7
- /7/ Liikennevirasto. Taitorakenteiden rakennussuunnitelmien tarkastusohje, Liikenneviraston ohjeita 30/2014. ISBN 978-952-255-500-7
- /8/ Liikennevirasto. Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnittelu, Liikenneviraston ohjejulkaisu 13/2010. ISBN 978-952-255-556-4
- /9/ Liikennevirasto/ Tiehallinto. Siltojen hoidon ja ylläpidon laatuvaatimukset. Helsinki : Tiehallinto, 2004. ISBN 951-803-194-0, TIEH 2200023-v-04 (verkkojulkaisu)
- /10/ Siltojen hoidon ja ylläpidon tuotevaatimukset. Helsinki : Tiehallinto, 2005. ISBN 951-803-611-X, TIEH 2200040-v-05 (verkkojulkaisu)

- /11/ Liikennevirasto/ Ratahallintokeskus. Sähkörataohjeet. Ratahallintokeskuksen julkaisu B22. ISBN 978-952-445-273-1 (verkkojulkaisu)
- /12/ Rakennustieto, InfraRYL, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, verkkojulkaisu (www.rakennustieto.fi/infraryl/)
- /13/ SFS- EN 14399-1: 2005 (EN 14399-1:2005). High-strength structural bolting assemblies for preloading
- /14/ Liikennevirasto. Siltojen kaiteet, Liikenneviraston ohjeita 25/2012. ISBN 978-952-255-229-7 (verkkojulkaisu)
- /15/ Liikennevirasto. Siltojen tietomalliohje, Liikenneviraston ohjeita 6/2014. ISBN 978-952-255-414-7 (verkkojulkaisu)
- /16/ Liikennevirasto. Siltojen vedeneristysten SILKO-tuotevaatimukset, Liikenneviraston ohjeita 9/2015. ISBN 978-952-317-060-5.
- /17/ Liikennevirasto. Rautatiesillat ja muut taitorakenteet rautatieympäristössä. http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat_suunnittelijat/vaylanpidon_ohjeet/sillat/ratasillat
- /18/ Tuomo Siitonen. Diplomityö 3/2015. Kruunukylänjoen ratasillan niittiliitosten väsytytkuormitus. Tampereen Teknillinen Yliopisto.
- /19/ Liikennevirasto. Rautatiesillat ja muut taitorakenteet rautatieympäristössä. http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat_suunnittelijat/vaylanpidon_ohjeet/sillat/ratasillat
- /20/ Liikennevirasto. Rautatiesiltojen vuositarkastusohje, Liikenneviraston ohjeita 32/2014. ISBN 978-952-317-025-4 (verkkojulkaisu)
- /21/ Liikennevirasto. Siltojen erikoistarkastusten laatuvaatimukset, Liikenneviraston ohjeita 1/2010. ISBN 978-952-255-005-7.
- /22/ Liikennevirasto. Turvallisuusasiakirjan laadinta. Dnro 4247/070/2014
- /23/ Liikennevirasto. Riskienhallinta radan suunnittelussa, Liikenneviraston ohjeita 10/2010. ISBN 978-952-255-551-9.
- /24/ Liikennevirasto. Standardin SFS-EN 1090-2 soveltamisohje. Teräsrakenteiden toteutus - NCCI T, Liikenneviraston ohjeita 28/2014. ISBN 978-952-255-494-9.
- /25/ Asp Olli. Tukikerroksettomien rautatiesiltakansien kehittäminen. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 44/2011. ISBN 978-952-255-721-6.

Esimerkkejä korjaustyön vaiheistuksesta: Reunapalkkien ja kansilaatan reunojen korottaminen

1. Ennen korotustyöhön ryhtymistä on varmistettava, että reunapalkkikorotus on toteutettavissa suunnitellulla tavalla. Mikäli suunnitteluvirheestä johtuen näin ei ole, informoidaan asiasta välittömästi tilaajan edustajaa.
2. Varmistetaan, että mahdollisesti vaadittavat kaivut ja kaivujen tuennat ovat toteutettavissa olemassa olevan raideliikenteen ja liikenteelle sovittujen poikkeustoimenpiteiden puitteissa.
3. Vanhojen rakenteiden purkutyöt suunnitellaan ja tehdään SILKO 2.211 (Reunapalkin uusiminen) ja SILKO 1.203 (Purkamis- ja esikäsitteilymenetelmät) mukaisesti.
4. Vanhoille kaiteille tehdään suunnitellut toimenpiteet.
5. Rapautuneet betonipinnat ja ruostuneiden raudoitusterästen kunnostus tehdään SILKO 1.231 (Betonin paikkaus) mukaisesti.
6. Kunnossa oleville vanhan rakenteen vastinpinnoille tehdään vähintään teräsharjaus tai kevyt suihkupuhdistus kohteen laajuuden ja likaisuuden mukaan. Puhdistustyö tehdään SILKO 2.251 (Betonipintojen puhdistus) mukaisesti pintojen likaisuudesta riippuen.
7. Maadoituksen tarkastaa ennen valua Liikenneviraston valtuuttama henkilö.

Reunapalkin korottaminen paikallavalurakenteella:

8. Betonointikaluston on oltava sellainen, että betonointi voidaan tehdä liikennöitävän alueen ulkopuolella ja se häiritsee liikennettä mahdollisimman vähän.

Reunapalkin korottaminen elementtirakenteella:

9. Nostokaluston sijoittaminen ja käyttö on suunniteltava siten, että nostotyöt voidaan tehdä liikennöitävän alueen ulkopuolelta ja se häiritsee liikennettä mahdollisimman vähän.

Esimerkkejä korjaustyön vaiheistuksesta: Suojabetonilla suojatun kermieristyksen uusiminen

TYÖVAIHEET

1. Puretaan raide, poistetaan raidesepeleli ja mahdollinen muu täyttökerros sillan kannelta.
2. Poistetaan vanha suojabetoni ja vedeneristys.
3. Kansilaatan yläpinnan kunnostaminen.
4. Annetaan kannen yläpinnan (ml. muotoiluvalun) kuivua eristyksen vaatimusten mukaiseksi /1, 12/ (tarvittaessa nopeutetaan eristysalustan kuivumista erikseen määritellyllä kuivaustavalla tai käytetään nopeasti eristettäviä erikoismassoja).
5. Kunnostetaan tippu- ja syöksytorvet sekä liikuntasaumot vähintään vedeneristystyön vaatimaan kuntoon.
6. Tehdään kumibitumiliuos pohjustus.
7. Asennetaan 2-kertainen kermieristys reuna-alueiden kumibitumisivelyineen.
8. Tehdään suojabetoni hulevesikallistuksineen.
9. Tehdään reuna-alueiden toiset kumibitumisivelyt.
10. Asennetaan tukikerros ja raide takaisin paikoilleen.

Esimerkkejä korjaustyön vaiheistuksesta: Vedeneristyksen uusiminen nestemäisenä levitettävällä vedeneristyksellä

TYÖVAIHEET uusittaessa suojabetonilla suojattu vanha vedeneristys

1. Puretaan raide, poistetaan raidesepeli ja mahdollinen muu täyttökerros sillan kannelta.
2. Poistetaan vanha suojabetoni ja vedeneristys.
3. Varmistetaan tarkemittauksin siltakannen pintakallistukset.
4. Varmistetaan vedenpoistojärjestelmän suunniteltu toimivuus kallistusten ja vedenpoistojen riittävyyden suhteen.
5. Kansilaatan yläpinnan kunnostaminen.
6. Annetaan kannen yläpinnan (ml. muotoiluvalun) kuivua eristykseen vaatimusten mukaiseksi (tarvittaessa nopeutetaan eristysalustan kuivumista erikseen määritellyllä kuivaustavalla tai käytetään nopeasti eristettäviä erikoismassoja).
7. Kunnostetaan tippuputket ja syöksytorvet (tehdään mahdolliset kanavoinnit) sekä liikuntasaumot vähintään vedeneristystyön vaatimaan kuntoon.
8. Tehdään eristysalustan tiivistys, asennetaan vedeneristys ja tehdään vedeneristyksen suojaus.
9. Asennetaan tukikerros ja raide takaisin paikoilleen.

TYÖVAIHEET asennettaessa vedeneristys vanhan suojabetonin päälle

10. Tehdään vaadittavat etukäteistoimenpiteet suojabetonin kuivattamiseksi ja suojaamiseksi lisäkastumiselta.
11. Puretaan raide, poistetaan raidesepeli ja mahdollinen muu täyttökerros sillan kannelta.
12. Varmistetaan tarkemittauksin siltakannen pintakallistukset sekä selvitetään suojabetonin kunto.
13. Tehdään tarvittavat kunnostustoimenpiteet suojabetonipinnalle ja kuivataan pinta eristyksen vaatimusten mukaiseksi /1, 12/.
14. Kunnostetaan syöksytorvet (tehdään mahdolliset kanavoinnit) sekä liikuntasaumot vähintään vedeneristystyön vaatimaan kuntoon.
15. Tehdään eristysalustan tiivistys, asennetaan vedeneristys, tehdään vedeneristyksen suojaus.
16. Asennetaan tukikerros ja raide takaisin paikoilleen.

Esimerkkejä korjaustyön vaiheistuksesta: Vedeneristyksen lisääminen kumimatoilla suojabetonin päälle

TYÖVAIHEET

1. Tehdään vaadittavat etukäteistoimenpiteet suojabetonin kuivattamiseksi ja suojaamiseksi lisäkastumiselta.
2. Puhetaan raide, poistetaan raidesepele ja mahdollinen muu täyttökerros sillan kannelta.
3. Varmistetaan tarkemittauksin siltakannen pintakallistukset sekä selvitetään suojabetonin kunto.
4. Tehdään tarvittavat kunnostustoimenpiteet suojabetonipinnalle ja kuivataan pinta eristyksen vaatimusten mukaiseksi/1, 6, 12/.
5. Porataan tippureiät ja kunnostetaan syöksytorvet (tehdään mahdolliset kanavoinnit) sekä liikuntasaumot vähintään vedeneristystyön vaatimaan kuntoon.
6. Asennetaan vedeneristys ja tehdään ylösnostojen liimaus ja mekaaniset kiinnitykset.
7. Tehdään vedeneristyksen suojaus ja tarvittaessa salaojitus.
8. Asennetaan tukikerros ja raide takaisin paikoilleen.

Työohjeita: Syöksytorven liittäminen kumimatto- eristykseen

Mattotoimittajan detaljikuvat hyväksytetään tilaajalla ennen työtä.

TYÖVAIHEET

1. Tehdään betonirakenteeseen syvennykset putken laippojen kohdalle.
2. Levitetään EPDM-kumimatot.
3. Tehdään mattoon reiät syöksytorvien kohdille ja liimataan matto putken laipan yläpintaan kiinni.
4. Liiman kuivuttua syöksytorven sisään asennetaan sopiva laipallinen kumi-putki, jonka laippa liimataan vedeneristysten päälle. Tehdään vedeneristystä suojaaviin rouhekumilevyihin reiät syöksytorvien kohdille.
5. Asennetaan sepelisuojaverkko.

Työohjeita:

Huoltokäytävärakenteiden tekeminen

1. Ennen työhön ryhtymistä on varmistettava, että huoltokäytävärakenne on toteutettavissa suunnitellulla tavalla. Mikäli näin ei ole, informoidaan asiasta välittömästi tilaajan edustajalle, jotta tarvittavien muutosten suunnittelu voidaan käynnistää mahdollisimman nopeasti.
2. Varmistetaan, että mahdollisesti vaadittavat kaivut ja kaivujen tuennat ovat toteutettavissa olemassa olevan raideliikenteen ja liikenteelle sovittujen poikkeustoimenpiteiden puitteissa.
3. Vanhojen rakenteiden purkutyöt suunnitellaan ja tehdään SILKO 2.211 (Reunapalkin uusiminen) ja SILKO 1.203 (Purkamis- ja esikäsitteilymenetelmät) mukaisesti.
4. Vanhat kaiteet poistetaan suunnitelmassa esitetyn mukaisesti.
5. Rapautuneet betonipinnat ja ruostuneet raudoitustangot kunnostetaan SILKO 1.231 (Betonin paikkaus) mukaisesti.
6. Ankkureiden poraus ja kiinnitys.
7. Kunnossa oleville vanhan rakenteen vastinpinnoille tehdään vähintään teräsharjaus tai kevyt suihkupuhdistus kohteen laajuuden ja likaisuuden mukaan. Puhdistustyö tehdään SILKO 2.251 (Betonipintojen puhdistus) mukaisesti pintojen likaisuudesta riippuen.
8. Huoltokäytävärakenteiden asennus. Nostokaluston sijoittaminen ja käyttö on suunniteltava siten, että nostotyöt voidaan tehdä liikennöitävän alueen ulkopuolelta ja se häiritsee liikennettä mahdollisimman vähän.
9. Maadoituksen tarkastaa Liikenneviraston valtuuttama henkilö.

ISSN-L 1798-663X
ISSN 1798-6648
ISBN 978-952-317-249-4
www.liikennevirasto.fi

Liik
enne
vira
sto