



# Sillan erikoistarkastus ja korjaussuunnittelu

Suunnitteluohje



Ari Savolainen

30.11.2015

**S** **SITO**

## SISÄLTÖ

<b>1</b>	<b>YLEISTÄ .....</b>	<b>4</b>
1.1	Ohjeen sisältö, tarkoitus, käyttö .....	4
1.2	Nimikkeistöt .....	4
1.3	Suunnittelun ohjaus ja hyväksyntä .....	4
1.4	Suunnittelijoiden pätevyys .....	4
<b>2</b>	<b>KORJAUSSUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT .....</b>	<b>5</b>
2.1	Yleistä .....	5
2.2	Sillan kunto ja kantavuus .....	6
2.3	Putket, johdot, kaapelit .....	6
2.4	Erikoistarkastus .....	6
2.4.1	Yleistä, periaatteet .....	6
2.4.2	Projektisuunnitelmat ja ilmoitukset .....	7
2.4.3	Tarkastusryhmän kokoonpano ja pätevyysvaatimukset .....	8
2.4.4	Erikoistarkastuksen lähtötiedot .....	9
2.4.5	Tutkimusten laajuus .....	11
2.4.6	Muut tutkimukset ja mittaukset .....	16
2.4.7	Tutkimustulosten luotettavuus ja tulkinnat .....	18
2.4.8	Erikoistarkastuksen raportointi ja valokuvat .....	18
2.5	Näytteenotto kohtien paikkaus .....	20
<b>3</b>	<b>KORJAUSSUUNNITTELU .....</b>	<b>21</b>
3.1	Periaatteet ja laajuus .....	21
3.2	Liikennetekniset mitat .....	21
3.3	Suunnitelma-asiakirjat .....	21
3.3.1	Asiakirjat ja niiden sisältö .....	21
3.3.2	Asiakirjojen toimitus .....	25
3.4	Pääsuunnittelijan koordinoitavat .....	26
3.5	Korjaussuunnitteluperiaatteet rakenneosittain .....	27
100	Alusrakenne .....	27
200	Reunapalkkirakenteet .....	28
300	Muu päällysrakenne .....	28
400	Päällysteet .....	29
500	Muu pintarakenne .....	29
600	Kaiteet .....	31
700	Liikuntasaumalaitteet .....	33
800	Muut varusteet ja laitteet .....	33
900	Siltapaikan rakenteet .....	35
3.6	Korjaussuunnittelu toimenpiteittäin .....	40
3.6.1	Vanhojen rakenteiden purkaminen .....	40
3.6.2	Betonirakenteiden korjaaminen .....	41
3.6.3	Teräsrakenteiden korjaaminen .....	44
3.6.4	Puurakenteiden korjaaminen .....	44
3.6.5	Kivirakenteiden korjaaminen .....	44
3.7	Määräluettelo- ja kustannusarvio .....	45
3.8	Ympäristö .....	45
3.9	Laatuvaatimukset ja laadunvarmistus .....	45
3.10	Turvallisuusasiakirja ja riskikartta .....	46
3.11	Työnvaiheistus ja työnaikaiset liikennejärjestelyt .....	46
3.12	Valaistus, kaapelit, pylvääät .....	47
3.13	Rakenteiden suojaus .....	48
3.14	Korjaussuunnitelman laadunvarmistus .....	48

<b>4</b>	<b>MUUT SAMAAAN AIKAAN LAADITTAVAT SUUNNITELMAT .....</b>	<b>49</b>
4.1	Valaistussuunnittelu .....	49
4.2	Raitiotien huomioiminen.....	49
4.3	Muut kunnallistekniset suunnitelmat .....	49
<b>5</b>	<b>LIITEASIAKIRJAT .....</b>	<b>49</b>

## 1 Yleistä

### 1.1 Ohjeen sisältö, tarkoitus, käyttö

Tätä ohjetta käytetään apuna tutkittavan sillan siltakohtaisen erikoistarkastuksen tutkimussuunnitelman laatimiseen sekä siltakohtaisen sillan korjaussuunnitelman laatimiseen. Tutkimus- sekä korjaussuunnitelma laaditaan itsenäisinä siltakohtaisina suunnitelmina, joissa ei viitata tähän ohjeeseen.

Tässä ohjeessa on esitetty tarkastus- ja suunnitteluperiaatteita, ohjeita ja käytäntöjä liittyen siltojen ja soveltuvien osien myös muiden taitorakenteiden erikoistarkastuksiin sekä korjaussuunnitteluun Uudenmaan ELY- keskuksen, Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupunkien toimeksiannoissa.

### 1.2 Nimikkeistöt

Erikoistarkastuksissa ja korjaussuunnittelussa noudatetaan *Sillantarkastuskäsikirjan LO 26/2013* (siltarekisterin) mukaista rakenneosien nimikkeistöä.

### 1.3 Suunnittelun ohjaus ja hyväksyntä

Siltojen korjaussuunnittelussa ja korjaustyön toteutuksessa noudatetaan Liikenneviraston, Helsingin, Espoon ja Vantaan voimassa olevia teknisiä ohjeita ja normeja, Inf-rarakentamisen yleisiä laatuvaatimuksia (InfraRYL) sekä Liikenneviraston siltojen korjaus, eli SILKO- ohjeita ja muissa Liikenneviraston siltoihin liittyvissä suunnitteluohjeissa annettuja ohjeita soveltuvien osien. Tämä ohje on laadittu ohjeen kirjoitushetkellä voimassa olevien InfraRYL laatuvaatimusten (*verkko-versio 2012/1*) sekä SILKO- ohjeiden periaatteiden mukaisesti.

Uudenmaan ELY- keskuksen osalta suunnitelmat hyväksytetään ja tarkastetaan Liikenneviraston ohjeen *Taitorakenteiden rakennussuunnitelmien tarkastus LO 30/2014* mukaisesti.

Helsingin, Espoon ja Vantaan osalta suunnitelmien hyväksymisestä ja tilaajan tarkastuksesta vastaa erikoistarkastus- ja korjaussuunnittelutoimeksiannon tilaaja.

### 1.4 Suunnittelijoiden pätevyys

Siltojen korjaussuunnittelussa edellytetään seuraavia voimassa olevia FISE Oy:n myöntämiä pätevyksiä ja/ tai riittävää kokemusta vastaavien kohteiden suunnittelusta.

FISE pätevydet:

- betonisiltojen korjaussuunnittelussa vaatavuusluokan ”vaativa” betonirakenteiden korjaussuunnittelijan pätevyys (\*)
- rakenteellisia muutoksia betonisiltojen kantaviin rakenteisiin tehtäessä vaatavuusluokan ”poikkeuksellisen vaativa” mukainen betonirakenteiden suunnittelijan pätevyys (\*)
- rakenteellisia muutoksia terässiltojen kantaviin rakenteisiin tehtäessä vaatavuusluokan ” poikkeuksellisen vaativa” mukainen terärakenteiden suunnittelijan pätevyys (\*)
- rakenteellisia muutoksia puusiltojen kantaviin rakenteisiin tehtäessä vaatavuusluokan ” poikkeuksellisen vaativa” mukainen puurakenteiden suunnittelijan pätevyys (\*)

(\* Hankekohtaisesti voidaan hyväksyä siltojen kantaviin rakenteisiin tehtäviin muutoksiin suunnittelija, jolla on vaativuusluokan "vaativa" mukainen pätevyys. Vastaavasti hyväksytään, vuoden 2016 loppuun asti, kantavien rakenteiden suunnittelijaksi henkilö, jolla on voimassa oleva AA-vaativuusluokan suunnittelijan pätevyys ja korjaussuunnittelija, jolla on A-vaativuusluokan korjaussuunnittelijan pätevyys.

Pätevyyden omaavan henkilön tulee toimia itse suunnittelijana tai tehdä suunnitelmien sisäinen tarkastus (= itselle luovutus). Suunnitelmien ulkopuoliselta tarkastajalta vaaditaan vastaava pätevyys kuin suunnittelijalta.

## 2 Korjaussuunnittelun lähtötiedot

### 2.1 Yleistä

Korjaussuunnittelun lähtötietona käytetään rakenteesta tehtyä erikoistarkastusta. 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 tarkempi kartoitus ja mittaus (perustapauksessa erikoistarkastuksen yhteydessä tarkistetaan rakenteesta vain päämitat sekä reunapalkin mitat ja etäisyys päällysrakenteen alapinnasta, ulkosivu)
- tien, kadun, väylän kuntotiedot
- tiedot siltapaikkaan liittyvistä rakenteista (kuten sähköistys-, maadoitus- ja turvalaiterakenteet)
- sillalla ja siltapaikalla olevat putket, johdot, kaapelit jne.
- siltapaikan maastomalli, pohjatutkimukset.

Edellä mainitut tiedot hankitaan jo erikoistarkastuksen yhteydessä tai ennen suunnittelutoimeksiannon alkua tai sen alussa. Tietojen tarve arvioidaan kohdekohtaisesti.

Sillan reunapalkkien ja päällysteiden välinen korkeusero mitataan aina. Sillan reunapalkkien ja päällysteiden sekä tulopenkereiden korkeusasemat vaaitaan erikseen tarvittaessa. Päällysteiden ja pintarakennekerrosten paksuudet selviävät sillan kannelle tehtävien rakenneavausten perusteella. Tulopenkereen päällysteen paksuus selvitetään koeporauksella, mikäli se katsotaan tarpeelliseksi.

*Esim. Sillan alittavien väylien linjaukset muuttuvat niin, että sillan luiskat ja keilat vaativat toimenpiteitä. Toimenpiteet ja linjaukset toteutetaan sillan korjausrakan yhteydessä ja ne sisältyvät korjaussuunnittelutoimeksiantoon. Suunnittelun lähtötietona tarvitaan maastomalli siltapaikalta.*

Kaupungeilta tarvittava lähtötietoaineisto tilataan suoraan eri laitoksilta tai aineiston kasaa tilaajan yhteyshenkilö toimeksiannon alussa sovitun mukaisesti.

Tilaaaja luovuttaa konsultille työn alkaessa sähköisinä seuraavat asiakirjat:

- sillan vanhat suunnitelmapiirustukset tiff/ pdf -tiedostoina
- erikoistarkastusraportti tai muut tarkastusraportit/ selvitykset jos ne on tehty
- kantavuustarkastelut ja muistiot (jos niitä on olemassa)
- erikseen pyydettyäessä tyyppiin piirustukset.

Konsultin tulee tarkastaa tilaajan luovuttaman lähtöaineiston riittävyys ja ristiriidattomuus. Konsultin tulee informoida tilaajaa lähtöaineistossaan havaitsemistaan puutteista, virheellisyyksistä ja ristiriidoista. Konsultti vastaa itse suunnittelujärjestelmänsä mahdollisesti vaatimista sähköisenä luovutettavan lähtötietoaineiston koordinaatisto ja tiedostomuunnoksista.

## 2.2 Sillan kunto ja kantavuus

Kaikkien vanhojen (ennen vuotta 1990 suunniteltujen) korjattavien siltojen osalta on varmistettava tilaajataholta, onko sillalle tarvetta tehdä vahventamistoimenpiteitä tai onko rakenteen kantavuus arvioitu. Tarpeen mukaan sisällytetään kantavuusarvio-/laskenta toimeksiantoon sen ensi vaiheessa tehtäväksi asiaksi, jonka perusteella arvioidaan jatkotoimenpiteet.

Erikoistarkastuksen yhteydessä tehtävässä visuaalisessa kuntotarkastuksessa kiinnitetään huomiota erityisesti vaurioihin ja tekijöihin, jotka voivat vaikuttaa sillan alkupe räiseen suunniteltuun kantavuuteen (kantavien rakenneosien vauriot) tai jotka viittaavat siihen, ettei sillan kantavuus olisi riittävä (halkeamat, taipumat).

## 2.3 Putket, johdot, kaapelit

Konsultin tulee selvittää kohteessa sijaitsevat nykyiset sähkö- ja tietoliikennekaapelit, vesihuolto, maakaasuputket, kaukolämpö- ja kaukokylmäputket, liikennevalo-, sähkö- ja telekaapelit jne. tilaajan esittämiltä yhteistyötahoilta.

Suunnittelutoimeksiantoon kuuluu em. järjestelmien huomioon ottaminen suunnitteluratkaisuissa ja työvaihesuunnittelussa.

Suunnitelmapiirustuksissa esitetään em. järjestelmät varauksina sekä niiden lisäksi mahdolliset uudet suojaputkivaraukset (lukumäärä ja omistaja). Suunnittelija selvittää tarpeet yhteistyötahoilta.

Suunnittelija selvittää tilaajalta onko tarpeen olla yhteydessä em. järjestelmien omistajiin siitä, että korjauksen vuoksi saattaa siirtotarve olla tulossa. Kyseessä ei ole sitova ilmoitus, vaan varoitus/ tiedoksianto, jotta rakenteiden omistajat osaavat varautua mahdollisiin toimenpiteisiin.

## 2.4 Erikoistarkastus

### 2.4.1 Yleistä, periaatteet

Sillan erikoistarkastus (ET) tehdään yleensä käsittäen kaikki sillan ja siltapaikan rakenteet (100...900). Myös vain tiettyihin rakenneosiin kohdistuva erikoistarkastus tulee kysymykseen aika-ajoin, esimerkiksi tapauksissa, joissa korjaussuunnittelussa tai edellisessä erikoistarkastuksessa on todettu lisätutkimustarpeita.

Siltojen erikoistarkastuksissa noudatetaan soveltuvin osin Liikenneviraston julkaisua *Siltojen erikoistarkastusten laatuvaatimukset LO 1/2010*. Ohjeessa on esitetty mm. suoritettavat tutkimukset ja niiden minimimäärät.

Erikoistarkastustehtävän tavoite määritellään sopimuksessa. Korjaussuunnitteluvaiheessa puolestaan voidaan joutua suorittamaan lisätutkimuksia mm. purkulaajuuksien selvittämiseksi.

Erikoistarkastukseen kuuluvat seuraavat tehtävät:

- erikoistarkastuksen tavoitteen ja lähtökohtien määrittely
- tutustuminen sillan suunnitelmiin (tarkastuksessa on varmistettava rakenteen ja suunnitelma-aineiston vastaavuus ja dokumentoitava havaitut poikkeamat)
- selvitettävä rakenteen oleelliset rakenneratkaisut ja rakenteellinen toimintatapa (esim. laakerointi, liikuntasaumat ja liikevarat, staattinen toimintaperiaate)
- tutustuminen siltarekisteritietoihin (perustiedot ja tarkastukset)
- **tutkimussuunnitelman laatiminen ja hyväksyttäminen**
- liikenteenohjaussuunnitelmien laatiminen ja hyväksyttäminen
- turvallisuussuunnitelman laatiminen tilaajan turvallisuusasiakirjan pohjalta
- liikennejärjestelyjen toteutus
- tutustuminen kohteeseen paikan päällä ja silmämääräinen tarkastus
- tutkimussuunnitelman päivittäminen kohteessa tehtyjen havaintojen perusteella tarvittaessa
- yleistarkastuksen sekä kenttätutkimusten ja mittausten tekeminen
- näytteidenotto ja näytteenotto kohtien paikkaaminen  
*näytekappaleiden silmämääräinen tarkastelu jo kenttätöiden aikana (esim. suuri maksimi-raekoko voi edellyttää halkaisijaltaan suuremman näyteporan käyttöä)*
- karbonatisoitumissyvyyksien määrittäminen fenolftaleiiniliuoksella mielellään jo kenttätyövaiheessa  
*huomattava karbonatisoitumissyvyys voi muuttaa tutkimustarpeita*
- laboratoriotutkimusten tekeminen / -teettäminen
- tarkastustietojen, valokuvien ja mittaus- ja laboratoriotutkimustulosten päivittäminen Siltarekisteriin
- erikoistarkastusraportin laatiminen ja toimittaminen tilaajalle.

Erikoistarkastustyön pohjana on aina etukäteen laadittu tutkimussuunnitelma (kohta 2.4.2), jossa on esitetty näytteidenotto rakenneosittain ja näytteille suoritettavat tutkimukset mahdollisimman kattavasti. Tutkimuksen aikana on, tutkimuksen yhteydessä tehtävien havaintojen perusteella, arvioitava tutkimussuunnitelman sisältöä ja laajuutta. Tarpeen mukaan on tutkimusta muutettava havaintojen perusteella.

#### 2.4.2 Projektisuunnitelmat ja ilmoitukset

Erikoistarkastuksen tekemistä varten laaditaan **tutkimussuunnitelma**, josta ilmenee mm.;

- Tilaajan yhteystiedot
- Tutkimuskonsultin yhteystiedot ja tutkimusryhmän kokoonpano
- Kohteen perustiedot ja tutkimuksen tarkoitus
- Käytettävissä olevat erikoistarkastuksen lähtötiedot (2.4.5)
- Näytteidenotto ja laboratorioanalyysit rakenneosittain
- Kohteessa suoritettavat mittaukset (mm. rakenteiden mittaukset sekä korkomittaukset)
- Liikenteenjärjestelyjen toteutus ja toteuttaja

Tutkimussuunnitelman laatiminen on kokemusta vaativa tehtävä ja sen laatii pää tarkastaja. Tutkimussuunnitelma hyväksytetään tilaajalla ennen kenttätutkimusten aloittamista. Tässä ohjeessa määritelty tutkimusten/näytteiden oton laajuus on vähimmäisvaatimus. Erikoistarkastuspalvelun toimittaja voi tutkimussuunnitelmassa esittää tästä yleisohjeesta poikkeamista, mutta se tulee tuoda perusteluineen esille tutkimussuunnitelmassa.

Ennen erikoistarkastuksen kenttätöitä tehdään lisäksi **liikenteenohjaussuunnitelmat** ja tilaajan yleiseen turvallisuusasiakirjaan perustuva **turvallisuussuunnitelma**. Molemmat hyväksytetään tilaajalla. Tilaajalle tulee ilmoittaa maastotöiden ajankohta, viikko ennen maastotöiden tekoa.

**ELY- keskusten ylläpitovastuulla olevat väylät:** Liikennekeskukselle tehdään ilmoitus liikennettä haittaavasta työstä viimeistään tarkastusta edeltävänä päivänä. Ilmoitus tulee tehdä sähköisellä lomakkeella, joka lähetetään liikennekeskukseen. Jos kyseessä on hyvin lyhytaikainen ja vähäinen liikenne haitta, voi liikennekeskusilmoituksen tehdä myös puhelimitse.

**Katualueilla ja kuntien ylläpitämillä teillä** ilmoitukset tehdään tilaajan edellyttämälle taholle viimeistään viikko ennen kenttätöiden aloittamista:

- Helsinki: HKR, Palveluosasto (tilapäisiä liikenteenjärjestelyjä koskeva lupa)
- Espoo: Espoon kaupunki / Tekninen keskus, Katu- ja viherpalvelut
- Vantaa: Kuntatekniikan keskus.

Sillan sijainti mahdollisella erikoiskuljetusreitillä on selvitettävä hyvissä ajoin ennen erikoistarkastuksen maastotöitä tilaajan ilmoittaman yhteyshenkilön kautta.

Yleisesti liikennejärjestelyjä vaativat työvaiheet tulee tehdä ruuhka-aikojen ulkopuolella. Tarvittaessa liikennejärjestelyjä vaativat työt tulee varautua tekemään yötyönä:

- tilaajan määriteltävä ennen toimeksiannosta sopimista
- pääsääntöisesti aina erittäin vilkkaasti liikennöidyillä väylillä (esim. moottoritiet, moottoriliikennetiet, kehätiet, pääulosmenoväylät) työskenneltäessä.

Tarkastusajankohtien rajoituksia koskevat yksilöidyt vaatimukset esitetään tarjouspyynnössä.

### 2.4.3 Tarkastusryhmän kokoonpano ja pätevyysvaatimukset

Erikoistarkastusryhmässä on aina mukana vähintään päätarkastaja ja yksi tutkimusavustaja. Laajemmissa kohteissa ryhmän kokoonpano voi olla suurempikin, esim.:

- Päätarkastaja (raportin kirjoittaja ja/tai raportin tarkastaja)
- Sillantarkastaja (raportin kirjoittaja ja/tai päätarkastajan raportin tarkastaja)
- Tutkimusavustajat (yleensä nuorempi insinööri)
- Siltakurjen tai muun nostoajoneuvon kuljettaja
- Törmäyssuoja-auton kuljettaja (2-ajorataiset tiet ja nopeusrajoitus  $\geq 60$  km/h).
- Erikoismittausten suorittajat
- Sukellustyönjohtaja + sukellustyöryhmä (min. 3 hlö).



Päätarkastajan tehtävänä on vastata siitä, että erikoistarkastustyö suoritetaan ja raportoidaan asianmukaisesti ja laadukkaasti. Päätarkastajan on oltava tarkastuskohteessa koko kenttätutkimusvaiheen, mutta tästä voidaan poiketa esimerkiksi, kun:

- Tutkimusryhmään kuuluva toinen sillantarkastaja on paikalla
- Tutkimusryhmä suorittaa erikoistarkastuksen kenttätöihin kuuluvia rutiininomaisia tehtäviä (esim. rakenteiden mittaustyöt, betonipeitteen mittaukset).

Kaikilla tarkastuskohteessa työskentelevillä tulee olla vähintään voimassaoleva Tieturva I pätevyys. Tieturva II pätevyys vaaditaan niiltä tarkastusryhmän henkilöiltä, jotka laativat ja hyväksyttävät (tilaajalla) tilapäiset liikenteenohjaussuunnitelmat. Tarkastuskohteesta riippuen voidaan edellyttää myös:

- Ratatyöturvallisuuspätevyys TURVA
- Ratatyöstä vastaavan henkilön pätevyys (rautatiet)
- Turvamiespätevyys / T-mies (Ratasillat)
- Raitiovaunuliikenteen turvallisuuskoulutus (Helsinki).

Päätarkastajalta ja sillantarkastajalta (tarkastusraportin kirjoittajat) edellytetään Liikenneviraston sillantarkastajan tutkintoa, kokemusta yleistarkastusten (YT) tekemisestä sekä suoritettua siltarekisterikurssia. Päätarkastajalta edellytetään myös FISE Oy:n myöntämää ”Siltojen ja muiden betonirakenteiden a-vaativuusluokan kuntotutkijan” pätevyyttä.

#### 2.4.4 Erikoistarkastuksen lähtötiedot

Lähtötiedot saadaan yleensä tilaajalta ja/tai suoraan siltarekisteristä (aikaisemmat yleistarkastukset, valokuvat, piirustukset, aikaisemmat tutkimukset).

Siltasuunnitelmia ei aina ole saatavilla. Tällöin tulee etukäteen määritellä mitä **lisämittauksia tai -tutkimuksia** tästä johtuen siltapaikalla joudutaan tekemään. Esimerkiksi betoniraudoitteiden laatua ja sijaintia voidaan joutua tutkimaan avaamalla rakenteita ja selvittämällä raudoitteiden sijainteja betonipeitemittarilla normaalia enemmän. Raudoitteiden ominaisuuksia voidaan selvittää myös tarkemmilla ainetta rikkomattomilla mittalaitteilla erikseen niin sovittaessa.

Siltasuunnitelmista tarvitaan yleensä (vähintään):

- Sillan yleispiirustus ja mittapiirustukset
- Raudituspiirustukset rakenneosittain.

Joskus tarkastettavaan siltaan voi liittyä muita rakenteita, mm. tukimuureja, portaikoita, ym. Näiden osalta määritellään etukäteen toimeksiannon rajat.

Etukäteen, ennen tutkimus- ja projektisuunnitelmien laatimista, pyritään selvittämään tarkastuskohteen keskeiset ominaistiedot, mm.:

- Siltatyyppi
- Silta-aukkojen lukumäärä, alittavat / risteävät väylät
- Rakennusvuosi
- Sillan korjaushistoria ja mahdolliset aikaisemmat tutkimukset
- Sillan sijainti, tieosoite ja sijaitseeko silta erikoiskuljetusreitillä

- Nopeusrajoitus sillalla ja keskivuorokausiliikenne
- Sillan poikkileikkaustiedot, hyödyllinen leveys ja kokonaisleveys
- Sillan kansipinta-ala (määritelmän mukaan= kannen pituus x kokonaisleveys)
- Sillan kannen kaatosuunnat ja pintarakennekerrokset (vaikutusta rakenneavausten tekemiseen)
- Vaadittava henkilönostokalusto
- Vaadittava kalusto liikenteenjärjestelyjen toteuttamiseen (laaditaan liikenteenohjaussuunnitelma, joka hyväksytetään tilaajalla).

Johtotietojen tarkempi selvitys tehdään yleensä vasta korjaussuunnitteluvaiheessa. Kuitenkin kannen rakenneavausten yhteydessä on oltava varmuus siitä, että kannen pintarakenteissa ei ole kaapeliputkia näytteenottokohdassa (usein reunapalkkien vieressä ja kevyenliikenteen väylillä voi olla putkiasennuksia). Etenkin kaupunkialueilla on tutkimuksia varten haettava kaapelikartat ja tarvittaessa on tilattava kaapelinäytöt. Myös muissa kohteissa on varmistuttava, ettei tutkimusalueella ole em. kaapeleita. Etenkin moottoriteiden yhteydessä saattaa tierakenteen vieressä olla paljonkin maahan kaivettuja kaapeleita.

### **Aikaisemmat tutkimukset**

Siltojen yleistiedot on kirjattu siltarekisteriin siltasuunnitelmien perusteella ja mahdollisesti tietoja on korjattu yleistarkastusten yhteydessä. Siltarekisteriin on myös kirjattuna vaihtelevalla laajuudella silloille suoritettut korjaus-/ylläpito toimenpiteet. Lisäksi siltarekisterissä on peruskorjattuja siltoja, joiden korjaustiedot on päivitetty siltarekisteriin *Vastaanottotarkastuksina* (VOT).

Erikoistarkastusten ja korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi siltarekisteristä tulostetaan ainakin:

- suppea ja laaja perustietoraportti
- sillan kunto ja vauriot, tilanneraportti
- sillantarkastuslomake.

Jos sillalle on suoritettu aikaisempia erikoistarkastuksia tai muita varsinaisia tutkimuksia, tarvitaan ne myös korjaussuunnittelutoimeksiannon lähtötiedoiksi.

#### 2.4.5 Tutkimusten laajuus

Tutkimuksen ”yleinen laajuus” määräytyy tehtävän määrittelyn perusteella. Tehtävän määrittämisessä ilmoitetaan tutkitaanko siltaan liittyviä muita rakenteita tai suoritetaanko muita erikoistutkimuksia (esim. potentiaalimittaus). Tarkempien erikoistutkimusten tarve on pyrittävä arvioimaan etukäteen, mutta useimmiten tämä ei ole mahdollista.

Lisätutkimusten ja mahdollisten erikoistutkimusten tarve tulee kuitenkin aina arvioida viimeistään erikoistarkastuksen raportoinnin yhteydessä.

Tutkimuksessa on aina varauduttava mahdollisten vara- tai lisänäytteiden ottoon huomioiden rakenteen kunto, ikä, rakennusajankohta, materiaali, rasitusolosuhteet jne. Tilaajan kanssa sovitaan tarjousvaiheessa periaatteet miten lisänäytteiden osalta menetellään.

Varanäytteiden ottaminen kuuluu perustehtävään ja tarve sekä laajuus arvioidaan ensivaiheessa tutkimussuunnitelmassa ja lopullinen määrä kenttätutkimusten yhteydessä.

Vesistösiltojen tapauksessa määritellään erikseen, tehdäänkö vedenalaisille rakenteille sukellustarkastus, luotauksia tai muita kartoituksia ja tutkimuksia. Toimenpideehdotus näiden osalta on kirjattava tutkimusraporttiin ja merkittävä siltarekisteriin sekä käytävä asia läpi tilaajan kanssa.

Rautatien yhteydessä olevien siltojen osalta on etukäteen arvioitava voidaanko sillan erikoistarkastus toteuttaa riittävän kattavasti huomioiden ratatyön suojausolosuhteet (RSU), radan aukean tilan ulottuma (ATU) sekä sähköratamääräykset. Työskentely näiden alueiden rajoittamien alueiden sisäpuolella vaatii, tapauksesta riippuen, jännite- ja liikennekatkoja ja ne on selvitettävä, suunniteltava ja sovittava erikseen.

Tutkimusten laajuus määritetään tapauskohtaisesti. Tutkimukset tulee kohdentaa näkyvien vaurioiden perusteella seuraavia pääperiaatteita noudattaen:

1. pitkälle edenneitä laajoja vaurioita
  - tarkastetaan/arvioidaan rakenteen korjauskelpoisuus
  - näytteet vain säilytettäväksi arvioiduista rakenteista.
2. paikallisia pitkälle edenneitä vaurioita
  - pyritään selvittämään vaurioiden syyt ja laajuudet (esim. alusrakenteiden vesipiikkausmäärät)
  - näytteet vauriokohtien läheisyydestä ja vertailunäytteet kauempaa vaurioitumattomaksi arvioiduilta alueilta.
3. ei näkyvissä olevia vaurioita
  - näytteet voimakkaimmin rasitetuista kohdista ja vertailukohta ns. oletetulta hyvältä alueelta.

Tutkimukset tulee kohdentaa siten, että sillan kunnosta saadaan kattava arvio seuraavassa tärkeysjärjestyksessä:

1. Liikenne- ja henkilöturvallisuuteen vaikuttavat asiat
2. Sillan kantavuuteen vaikuttavat asiat
3. Sillan korjauskelpoisuuteen vaikuttavat asiat
4. Sillan säilyvyyteen, korjausmenetelmän valintaan ja vaurioiden etenemiseen vaikuttavat asiat
5. Korjausten kiireellisyys
6. Esteettisyys.

Tässä asiakirjassa esitetään ”normaalille” teräsbetoniselle sillalle tehtävien tutkimusten peruslaajuus. Teräs-, puu- ja kivirakenteiden tarkastukset tehdään *Taitorakenteiden tarkastusohjeen LO 17/2013* ja *Sillantarkastuskäsikirjan LO 26/2013* ohjeita noudattaen.

Ohjeessa *Siltojen erikoistarkastusten laatuvaatimukset LO 1/2010* on esitetty minimivaatimukset. Tässä asiakirjassa esitetyt ohjeet poikkeavat joiltakin osin kyseisestä ohjeesta, mm. seuraavien asioiden osalta:

- Alusrakenteiden osalta näytemäärää on hieman lisätty
- Pintahietutkimuksia (kannen yläpinnasta) ei tehdä niistä saatavan suhteellisen vähäisen informaation vuoksi
- Näytteiden lukumäärän laskentaperusteita on muutettu tarkoituksenmukaisemmaksi
- Betonipeitemittausten suoritusmääriä ei ole yksityiskohtaisesti määritetty. Peitekerrosten mittaaminen tehdään mahdollisimman kattavasti rakenteet ja olosuhteet huomioiden
- Ohuthietutkimuksia voidaan tarpeen vaatiessa suorittaa myös muille rakenteille, kuin kannen yläpinnalle.

Seuraavaan taulukkoon on koottu yleisperiaatteet ”normaalin” teräsbetonisen sillan näytteiden oton määrästä ja kohdentamisesta sekä suoritettavien laboratoriotutkimuksien laatu ja määrä.

**Taulukko 1.** Näytteiden otto ja laboratoriotutkimukset. Teräsbetoninen laattasilta, 2 maatuokea, 1-N kpl välitukia.

Rakenneosa	Näytteet	Kohdentaminen	Tutkimukset, minimi
<b>Etumuuri</b> (korkeat etumuurit)	2+1 kpl poralieriöitä 1 kpl porajauhesarja, <u>jos</u> vesivuotokohtia	Poralieriöt ehjistä, edustavista kohdistusta. Jauhesarja kohdasta, johon on valunut vettä	2 kpl karb.syvyys 1 -2 kpl vetolujuus 1 OH 1 kpl kloridipitoisuus 0-20-40 mm (optio/lisätutkimus)
<b>Siipimuurit</b> (korkeat siipimuurit)	3 kpl poralieriöitä 3 porajauhesarjaa	Poralieriöt ehjistä, edustavista kohdistusta. 2 porajauhesarjaa edustavasta kohdasta, 1 jauhesarja kohdasta, <u>jos</u> on vesivuotojälkiä	3 kpl karb.syvyys 3 kpl vetolujuus 3 kpl kloridipitoisuus 0-20-40-60 mm
<b>Otsamuurit</b> (optio/ lisätutkimus)	1-2 kpl porajauhesarjoja	Vesivuotokohdat	1-2 kpl kloridipitoisuus 0-20-40 mm
<i>Yleisesti maatuista on pyrittävä selvittämään tarvittavien korjaustoimenpiteiden määrät, vesipiikkausmäärät, halkeamainjektioinnit, jne.</i>			
<b>Välituet</b> , karbonatisoituminen ja vetolujuus	Minimi 3+1 kpl poralieriöitä. Määrää lisätään harjinnan mukaan, jos välitukia on enemmän kuin 1.	Poralieriöt ehjistä, edustavista kohdistusta. Jos betonipinnassa on verkkohalkeilua, täytyy tämä tuoda esille ko. vetonäytteen kohdalla	3 kpl karb.syvyys 3 kpl vetolujuus 1 OH
<b>Välituet</b> , kloridipitoisuus, porajauhesarjat	Minimimäärä 1 kpl/välituki	<u>Jos</u> välituet ovat alttiina suolasumulle (tai merivedelle): 2 kpl rasitetulta alueelta ja 1 vertailunäyte suojaiselta alueelta ("takaa" tai ylempää)	1-N kpl kloridipitoisuus 0-20-40-60 mm. Määrä arvioidaan tutkimussuunnitelmassa välitukien lukumäärän ja risteävän väylän (tai vesistön) aiheuttaman suolarasituksen perusteella.
<i>Välitukien osalta on suolarasitettujen rakenteiden tapauksessa tärkeää kohdentaa kloridianalyysit niin, että saadaan selkeä kuva siitä, miten laajalta alueelta kloridipitoista betonia on poistettava vesipiikkaamalla.</i>			
<b>Reunapalkit</b> (sis. alusrakenteen reunapalkit) -	3+2 kpl poralieriöitä 3 kpl porajauhesarjaa	Poralieriöt ehjistä, edustavista kohdistusta. 2 porajauhesarjaa edustavasta kohdasta, 1 jauhesarja kohdasta, <u>jos</u> on vesivuotojälkiä	3 kpl karb.syvyys 3 kpl vetolujuus 3 kpl kloridipitoisuus 0-20-40-60 mm 2 OH Pitkän sillan tapauksessa näytemäärän lisäystarve arvioidaan tutkimussuunnitelmassa.
<i>Vaikka reunapalkit ovat huonokuntoiset tai muusta syystä reunapalkit on päätetty uusiksi, on rakenne kuitenkin tutkittava riittävän kattavasti reunapalkin purkurajan määrittämistä varten (kloridipitoisuus, vetolujuus).</i>			

Rakenneosa	Näytteet	Kohdentaminen	Tutkimukset, minimi
<b>Kansilaatan sivu</b> (laattasilat)	2 kpl poralieriöitä 2 kpl porajauhesarjaa 1 kpl porajauhesarja lisää, jos vesivuoto-kohtia	Poralieriöt ehjistä, edustavista kohdista. 2 porajauhesarjaa edustavasta kohdasta, 1 jauhesarja kohdasta, jos on vesivuotojälkiä	2 kpl karb.syvyys 2 kpl vetolujuus 2-3 kpl kloridipitoisuus Pitkän sillan tapauksessa näytemäärän lisäystarve arvioidaan tutkimussuunnitelmassa.
<b>Kansilaatan alapinta ja pääkannattajat</b> (samaa betonia, sama rasisolosuhde)	3+2 kpl poralieriöitä 2 kpl porajauhesarja, jos vesivuoto-kohtia	Poralieriöt ehjistä, edustavista kohdista. 1 porajauhevesivuotokohdasta ja vertailunäyte edustavasta kohdasta	3 kpl karb.syvyys 3 kpl vetolujuus 0-N kpl kloridipitoisuus 0-20-40-60 mm 2 OH Pitkän sillan tapauksessa näytemäärän lisäystarve arvioidaan tutkimussuunnitelmassa.
<i>Kansilaatan sivu- ja alapintojen sekä pääkannattajien kuntoa ja korjaustarpeita on pyrittävä arvioimaan kokonaisuutena. Korjaustarpeet ja -laajuus tulee arvioida kokonaisuutena (injektointi- ja roilopaikkausmäärät, jne.)</i>			
<b>Kannen yläpinta</b> , rakenneavaukset ja näytteenotto (rakenneavauksia sama määrä kuin näytteenottokohtia)	Kannen pinta-alan mukaan: < 100m <sup>2</sup> → 3 kpl 100-300m <sup>2</sup> → 4kpl 300-1000m <sup>2</sup> → 5 kpl 1000-5000m <sup>2</sup> → 6...7 kpl > 5000 m <sup>2</sup> → 8...9 kpl	Näytteet/rakenneavaukset ajoradalta ja jkpp:ltä jos sillalla on kevyenliikenteen väylä. Puolet näytteistä sillan reunalueilta/kaatojen alapäistä, puolet kesemmältä siltaa	Kaikista näytteidenotokohdista kloridipitoisuus 0-20-40-60 mm. Veto- ja ohuthietutkimukset näytemäärän perustella: 3 kpl → 1OH, 2 Vetoa 4 kpl → 2OH, 2 Vetoa 5 kpl → 2OH, 3 Vetoa 6 kpl → 3OH, 3 Vetoa 7 kpl → 3OH, 4 Vetoa 8 kpl → 4OH, 4 Vetoa 9 kpl → 4OH, 5 Vetoa
<i>Kannen yläpinnan rakenneavauskohdista tarkastetaan ja mitataan rakennekerrosten paksuudet. Lisäksi arvioidaan kannen yläpinnan laatua ja rapautuneisuutta sekä näytepaloihin osuvien halkeamien suuntaa, kokoa, aiheuttajaa (mm. vesieriste irtoaa helposti porattaessa, jos kannen yläpinta on rapautunut). Vesieristeen tartunta alustaan raportoidaan ja vesieristeen kunto/elastisuus arvioidaan. Päälystekerrosten bitumipitoisuus tutkitaan materiaalien uusiokäyttöä varten.</i>			
<b>Vesieristeet</b> (Vesieristetyyppi voi olla eri ajo-kaistalla ja kevyenliikenteen väylällä)	1 näyte ajoradalta 1 näyte kevyenliikenteen väylältä	Kansinäytteiden ottokohdista	Arvioidaan silmämääräisesti vesieristeen laatu ja kunto sekä tartunta kanteen. 1-2 kpl PAH-pitoisuus 1-2 Asbestipitoisuus (eristeen materiaalista ja iästä riippuen)
<b>Suojabetoni</b>	-	-	Arvioidaan silmämääräisesti suojabetonin kunto. Raudoitus selvitetään suunnitelmista ja/ tai rakennetutkimuksilla.
<b>Saumamassat</b> (optio/ lisätutkimus)	1 näyte/saumatyypin	-	PCB ≤ 1980 Lyijy ≤ 1990
<b>Maalit</b> (optio/ lisätutkimus)	1 näyte/maalityypin	-	Siltamaalien koostumus suhteellisen hyvin tiedossa.

Näytteenottoa betoniterästen kohdalta on pyrittävä välttämään. Betoniterästen sijainti tutkitaan betonipeitemittarilla ennen näytteenottoa mahdollisuuksien mukaan. Kannen yläpinnan näytteet on suositeltava ottaa ”kentästä”. Tukien kohdilla yläpinnan raudoitusta on runsaammin.

Tarkastustyön aikana arvioidaan tutkimusohjelman mukaisten näytteiden riittävyys ja otettujen näytteiden kattavuus. Tarpeelliseksi ilmenneiden yksikköhintaisten lisätutkimusten tekemisestä on sovittava tilaajan kanssa. Lisäkustannus (tai hyvitys näytemäärän alentuessa) lasketaan annettujen laboratoriotutkimusten yksikköhintojen perusteella.

**Betonipeitekerrosmittauksia** suoritetaan siten, että saadaan kattava ja luotettava tulos sillan eri osista. Peitekerrosmittauksissa on huomioitava, että toisinaan esimerkiksi reunapalkkien ulkopinnoissa ja kannen alapinnoissa on lähimpänä pintaa ”työteräksät”. Tällöin yleensä riittää, että mittaa työterästen peitekerroksen, toimivat teräksät ovat asennusteräksen halkaisijan verran syvemmällä.

**Ohuthietutkimuksia** tehdään pääsääntöisesti kannen yläpinnan näytteille ja sekä seuraaville rakenneosille alla esitetyn periaatteen mukaisesti:

- Välitukien tai maatumien ulkoiselle kloridirasitukselle rasitetuimmasta kohdasta (kuitenkin rapautuneen alueen vierestä) otetaan vähintään 1 ohuthienäyte
- Kansilaatan alapinnasta otetaan vähintään 2 ohuthienäytettä, joista vähintään toinen sillan reuna-alueelta (ulokkeen alapinnasta)
- Reunapalkeista otetaan vähintään 1 ohuthienäyte/ reunapalkki, jos reunapalkin kuntoarvio on Sillantarkastuskäsikirjan mukaan määritettyä 2 tai parempi.

Ohuthietutkimuksia voi suorittaa myös muille kuin yllä esitetuille rakenneosille ja esitettyä kattavammin, jos se on rakenteen kuntotiedon selvittämisen kannalta perusteltua.

**Vetolujuus** tutkitaan betonirakenteesta irtiporatusta näytekappaleesta vetokokeella. Koe uusitaan jos yksittäinen mittaustulos on  $< 1,5 \text{ N/mm}^2$ . Uusintakoe tehdään samalle koekappaleelle liimaamalla koekappale murtopinnasta yhtenäiseksi. Jos liimatun näytteen uusintakokeen tulos on myös alle  $< 1,5 \text{ N/mm}^2$  testataan varanäyte, jos sellainen on otettu.

Tartuntavetolujuuskoetta ei uusita, jos murto tapahtuu näytteen ”epäjatkuvuuskohdasta” (betoniraudoite, iso huokonen, iso kivi).

Kenttätutkimusten yhteydessä on jatkuvasti arvioitava rakenteen betonin laatua. Epäiltäessä betonin tai näytekappaleiden laatua on rakenteesta otettava kenttätöiden yhteydessä ylimääräisiä rakennekoekappaleita (varanäytteet), jotta laboratoriotutkimuksista saadaan riittävän kattavat tulokset.

**Kloridinäytesarja** käsittää samasta porareiästä otetut porajauhenäytteet syvyyksiltä 0-20 mm, 20-40 mm sekä 40-60 mm.

Kaikki porajauhenäytteet kuivataan yleensä uunissa samaan aikaan.

Kansilaatan yläpinnasta tutkitaan vain 0-20 mm jauhenäyte, jos:

- ko. näytteen kloridipitoisuus on  $\leq 0,03$  p-%

Vastaavasti 40-60 mm näyte (optio) tutkitaan, jos

- syvyydeltä 20-40 mm otetun näytteen kloridipitoisuus on  $\geq 0,03$  p-%.

Reunapalkeista, välitukirakenteista, siipimuureista ja mahdollisista vesivuotovuoto-  
kohdista (etumuuri, siipimuri, kannen ja/tai pääkannattaja ala- /sivupinta) otetut näy-  
tesarjat tutkitaan aina kokonaisuudessaan (kloridien huuhtoutuminen pinnalta, kloridi-  
lähde rakenteen ”takana”).

#### 2.4.6 Muut tutkimukset ja mittaukset

Kaikissa tapauksissa sillan päämitat tarkastetaan mittaamalla. Erikoistarkastukseen kuuluu aina alkuperäisten siltasuunnitelmien tarkastaminen, siten että suunnittelulle oleelliset näkyvät mitat ja tiedot ovat ajan tasalla.

Perusmuotoiseen erikoistarkastukseen kuuluu sillan päällysteiden ja reunapalkkien korkeusasemien mittaus. Jos sillan alkuperäinen korkomittauspiste on tiedossa ja sillan välittämässä läheisyydessä, voidaan korot sitoa tähän, jolloin ne ilmoitetaan N2000 korkeusjärjestelmän mukaisesti. Muussa tapauksessa korkomittauksen 0-koroksi määritellään 1-tuen vasemman reunapalkin pään korko (sisäreunan pystylinjan ja reunapalkin yläreunan risteyspiste). Hyvä tapa on yhdistää korkomittaus rakenteiden mittaukseen (reunapalkin korkeus, päällysrakenteen reunan korkeus, kannen alapinnan korkeus), jolloin voidaan arvioida rakenteen kokonaispaksuutta.

Jos liikenneolosuhteet sallivat, mitataan myös sekä ylittävän väylän että alittavan väylän korkeusasemat sillan kohdalla (mittaus väylän reunalinjoilta sekä harjalta). Erikseen sovitaan, mitataanko tiepenkereiden korkoja sillan tulopenkereillä. Yleensä tulopenkereiden korkeusasemat mitataan 5 m välein 30 m matkalta.

Sillan alikulkukorkeus tarkastetaan määrävimmistä kohdasta. Alikulkukorkeuden ollessa alle 5 m tulee se mitata kattavasti ja tarkasti monesta pisteestä.

Rakenteen todelliset mitat ja muodot sekä absoluuttiset korkeustasot saadaan selville erillisellä rakennemittauksella, joka voidaan tehdä täkymetrillä tai täkymetrillä sekä laserkeilauksella. Tarkemittauksen tarve arvioidaan kohdekohtaisesti ja siitä sovitaan erikseen.

**Kimmoasaratestauksella** voidaan arvioida uuden betonin puristuslujuutta. Testaus on tehtävä Liikenneviraston ohjeen 2/2014 Kimmoasaran käyttäjän ohje mukaisesti huomioiden siinä esitetyt rajoitukset testauksen osalta. Käytännössä kimmoasaratestauksella ei välttämättä saada oikeaa kuvaa vanhan karbonatisoituneen betonin todellisesta puristuslujuudesta. Testauksia voidaan kuitenkin suorittaa mm. laajempien alueiden betonipintojen rapautumien ja lujuusvaihteluiden selvittämiseen.



**Pinnoitepaksuusmittaukset** tehdään sillan kaiteille ja muille mahdollisesti maalatuille teräsosille.

Lähtökohtaisesti betonin **suhteellisen kosteuden** mittausta on erikoistutkimus, joka voidaan tehdä esim. potentiaalimittausten yhteydessä terästen korroosionopeuden arvioimiseksi. Betonin kosteuden mittausta on mielekästä vain pintakosteusmittauksena (Tramex Moisture Encounter), jos esimerkiksi halutaan tutkia silmin havaittavien vesivuotokohtien kosteustilaa verrattuna kuivan näköiseen betonipintaan. Jos ei ole näkyvissä mitään viitteitä kannen (tai esim. maatuon) vesivuodoista, ei pintakosteusmittauksia tarvitse suorittaa.

**Raudoitusten korroosiotilaa** (potentiaali-, ominaisvastus- ja/tai polarisaatiomittaus) mitataan vain erikoistutkimuksena, jos perustutkimuksessa tälle nähdään tarvetta.

Silmämääräisten havaintojen tai tutkimuksissa esille tulleiden havaintojen perusteella tehdään myös **terästen esiin piikkauksia** korroosiotilanteen tai teräksen laadun/halkaisijan tarkastamiseksi sekä esim. betonipeitemittausten varmistamiseksi. Aukipiikkauksia on suositeltavaa tehdä ainakin:

- kannen alapinnasta pääterästen ja raudoituseriaatteen varmistamiseksi
- välitukipilareista
- selkeistä betonivauriokohdista teräskorroosiotilan arvioimiseksi
- betonipeitemittausten kalibroimiseksi (mm. mitattavan pääteräksen halkaisija)

Vanhojen ontelolaatta- ja kotelosiltojen osalta **potentiaalimittauksen** tekeminen on harkittava tehtäväksi jo perustutkimuksen yhteydessä.

**Sillan värähtely** ja kevytrakenteisten siltojen liikkeet arvioidaan aistinvaraisesti. Jos värähtelyn epäillään olevan haitallisen suurta korjaustöiden suorittamisen kannalta (valujen varhaislujittumisvaiheessa värähtelystä on haittaa), kirjataan erikoistarkastusraporttiin suositus värähtelymittausten suorittamisesta korjaustöiden yhteydessä.

Vanhoissa korkealujuusteräksestä valmistetuissa rullalaakereissa on havaittu halkeamariskejä. Sen vuoksi ne tarkastetaan erikseen sovittaessa esimerkiksi **ultraäänimittauksilla**, jolla voidaan tutkia myös muiden teräsrakenteiden vaurioita.

Kriittisiä laakereita ovat ns. Kreutzin laakerit, joita on asennettu vuosina 1956-1976. Tyypillisesti laakeri on ohut esim. ehjän rullan paksuus on 142 mm, mutta mitta ja päädyn ulkonäkö voi jonkin verran vaihdella.

#### 2.4.7 Tutkimustulosten luotettavuus ja tulkinnat

Tutkimusotanta tulee olla riittävä siten että tutkimusraportin laatija voi, laboratoriotulosten ja visuaalisen tarkastelun perusteella, arvioida tarvittavien purkutöiden laajuudet ja että korjaussuunnittelija saa riittävän luotettavan ja kattavan kuvan rakenteen kunnosta korjaustoimenpiteiden määrittämistä varten.

Tutkimustuloksia tulee tulkita rinnakkain, jotta saadaan paras mahdollinen kuva rakenteen kunnosta ja korjaustarpeita. Samaan aikaan on hyvä muistaa perussääntö, että ”ehjää ei kannata korjata”. Esimerkiksi karbonatisoitumiskorroosion ja kloridikorroosion tutkimusmenetelmät tuottavat vain riskiarvion, eivät totuutta raudoituksen korroosiosta. Raudoitteiden todellinen korroosiotila selviää vain avaamalla rakenteita. Samoin ohuthietutkimuksissa varsin usein esiintyvä toteama ”betoni ei ole arviolta pakkasenkestävä kosteusrasituksessa”, ei tarkoita sitä, että rakenne tulisi purkaa ja uusia.

Toisaalta korjaustoimenpiteiden on oltava riittävän laajoja ja kattavia, jotta siltaa ei tarvitse peruskorjata moneen otteeseen.

#### 2.4.8 Erikoistarkastuksen raportointi ja valokuvat

Erikoistarkastusten yhteydessä tehtävät **yleistarkastusmenettelyn** (YT) mukaiset vauriokirjaukset ja kuntoluokka-arviot tekee päätarkastaja yksin tai sillantarkastajan kanssa yhteistyössä. Normaalisti yleistarkastusmenettelystä (YT) poiketen:

- Sillan ja sen päärakennesosien kuntoarvioissa huomioidaan visuaalisten havaintojen lisäksi laboratoriotutkimusten ja betonipeitekerrosmittausten tulokset.
- Sillantarkastuslomakkeiden korjaustavaksi kirjataan enemmän todellisuutta / suunniteltua vastaava korjaustapa. Esimerkiksi reunapalkkien pieniä vaurioita ei korjata, jos on ilmiselvää, että reunapalkit uusitaan varsin pian
- Seuraavaksi tarkastukseksi merkitän edelleen ”YT 5 vuoden päästä”, jos ei ole tietoa siitä, milloin silta peruskorjataan.

Erikoistarkastus raportoidaan sillantarkastuskäsikirjan mukaisen rakenneosajaottelun mukaisesti rakenneosakohtaisesti (ks. myös kohta 3.3.1). Tutkimus ja kohde esitetään raportissa kokonaisuudessaan rakenneosittain jaoteltuina.

**Perustapauksessa erikoistarkastusraportti sisältää seuraavat kokonaisuudet:**

- TIIVISTELMÄ
- Sisällysluettelo sivunumeroineen
- Yleistiedot tutkimuskohteesta ja tutkimustehtävästä
  - sovitut tavoitteet ja rajaukset
  - rakenteeseen vaikuttavat ympäristötekijät
- Käytetyt tutkimusmenetelmät
- Listaus otetuista näytteistä ja mittauksista
- Visuaalisen tarkastelun tulokset päärakenneosittain. Myös mahdolliset havainnot poralieriönäytteistä
- Laboratoriotutkimusten tulokset ja mittaustulokset johtopäätöksineen
- Yhteenveto
  1. Kiireelliset korjaustarpeet ja turvallisuusriskit
  2. Sillan kantavuuteen vaikuttavat vauriot
  3. Sillan vauriot, päärakenneosien kuntoluokat ja sillan yleiskunto ja VPS, sillan betoniteknologinen kunto laboratoriotutkimusten perusteella
  4. Arvio lisätutkimusten tarpeesta ja tutkimusotannon riittävydestä sekä tutkimusten luotettavuudesta
  5. Turvallisuuteen vaikuttavat tekijät
  6. Kantavuuteen vaikuttavat tekijät
  7. Tutkijan käsitys korjaustavoista ja korjausten kiireellisyys sekä korjaustöiden vaikutus liikennehaittoihin
- Alustava korjausten kustannusarvio
- Liite 1 Sillan yleispiirustus
- Liite 2 Valokuvaliite
- Liite 3 Yleisliite: näyteluettelo, karbonatisoitumissyvyydet, suoritettut laboratoriotutkimukset, peitekerrosmittaustulokset, ym.
- Liite 4 Näytteenottokartta, johon sisällytetään myös tutkittujen rakenteiden oleelliset kuntotiedot/tutkimustulokset
- Liite 5 Vauriokartta erillisenä, jos liitteen 3 kartassa ei saa asioita esitettyä riittävästi selkeästi
- Liitteet 6-N Laboratoriotutkimukset liitteinä.

**Siltarekisterin sillantarkastusraportit** liitetään raportin liitteeksi.

Jos erikoistarkastuksen ja sitä seuraavan korjaussuunnittelun tekee sama konsultti, tulee raportissa esitetyistä korjaustavoista keskustella päätarkastajan ja korjaussuunnittelijan kesken.

**Valokuvaliitteessä esitetään:**

- sillan yleiskuvat
- yleiskuvat päärakenneosittain
- siltapaikan yleiskuvat (risteävät väylät, tulopenkereet)
- vauriohavainto- ja detalji kuvat päärakenneosittain.

Yleiskuvat esitetään ensin ja muut havaintokuvat mieluusti järjestyksessä päärakenneosittain 100-900.

**Sillan korjaustöiden alustava kustannusarvio** on suuntaa antava arvio, koska kustannukset arvioidaan tarkemmin korjaussuunnittelun yhteydessä. Tarkastuksen yhteydessä tehtävän kustannusarvion on kuitenkin oltava kattava (kaikki korjattavat kohteet huomioidaan) ja riittävän tarkka, koska se toimii osaltaan päätöksenteon perusteena sillalle kohdistettavien/ suunniteltavien tulevien toimenpiteiden ja niiden aikataulutuksen osalta.

Lopullinen raportti toimitetaan tilaajalle tarkastettavaksi itselleluovutuksen jälkeen alikirjoitettuna (raportin kirjoittaja ja raportin tarkastaja) pdf -muodossa yhteen koottuna.

### **Tiivistetty erikoistarkastusraportti**

Tarvittaessa tilaajan kanssa erikseen sovittaessa voidaan erikoistarkastus raportoida ns. tiivistetyllä erikoistarkastusraportilla. Tätä voidaan käyttää mm. tapauksissa, joissa korjaussuunnittelu alkaa välittömästi erikoistarkastuksen jälkeen ja voidaan varmistua siitä, että korjaussuunnittelija saa riittävät tiedot erikoistarkastajalta suunnitelman laatimiseen.

Tiivistetyn erikoistarkastusraportin rakenteen on noudatettava normaalia erikoistarkastusraporttia, mutta asiat voidaan esittää siinä tiivistetympin jättäen osa tutkimusta ja rakennetta kuvaavista asioista pois. Oleellista on esittää selkeästi rakenne, tehdyt tutkimukset ja tulokset siten, että korjaussuunnittelija saa kaiken oleellisen tiedon korjaussuunnitelman laatimiseksi.

## **2.5 Näytteenotto kohtien paikkaus**

Rakenteesta irtiporatut näytekohdat tai aukipiikkaukset paikataan koko näytteenotto kohdan tai aukipiikkauksen laajuudelta. Betonirakenteen osalta paikkaus tehdään laastipaikkaamalla tai betonoimalla käyttäen SILKO- hyväksytyjä tuotteita ja noudattamalla SILKO- ohjeita betonirakenteen korjaamisesta. Erillisellä tilaajan myöntämällä kohdekohtaisella luvalla voidaan betonirakenteiden paikkaaminen tehdä jollain muulla tavalla.

Sillan kannen yläpinnan paikkaamisessa noudatetaan SILKO- ohjeen 2.831 periaatteita, kuitenkin niin, että betonirakenteen paikkaus tehdään yo. periaatteen mukaisesti. Poikkeuksena lyhyet (ulottuvat betonikanteen alle 15 mm) betonikannen yläpinnan näytteet, jotka paikataan epoksihiikkaseoksella. Vedeneristeen ja pintarakenteiden paikkaus tehdään ko. SILKO- ohjeen mukaisesti.

Näytteenotto kohtien paikkausperiaate on esitettävä tutkimussuunnitelmassa.

### 3 Korjaussuunnittelu

#### 3.1 Periaatteet ja laajuus

Sillan korjaussuunnitelman tulee käsittää kaikki sillan rakenneosat sekä siltaan liittyvät katu-, tie-, väylärakenteet tarpeellisessa laajuudessa. Suunnitelmat ulotetaan niin pitkälle, että luiskat, kaiteet, päällysteet yms. saadaan yhdistettyä väylän rakenteisiin liikenneturvallisuus ja rakenteiden toiminta huomioiden (vedenpoisto, päällysteen tasoisuus jne.).

Kaikkiin tarkastuksissa havaittuihin vaurioihin on esitettävä korjaussuunnitelmassa perusteltu korjaustapa tms. käsittelyperiaate. Perustellusti, tilaajan hyväksynnällä, voidaan jokin vaurio jättää korjaamatta.

Suunnitelmien laadinnassa tulee noudattaa tilaajan suunnittelun kuluessa antamia ohjeita sekä voimassa olevia tyyppi- ja piirustuksia. Kantavien rakenteiden osalta on suunnittelu tehtävä Liikenneviraston *Eurokoodien soveltamisohjeiden, NCCI* mukaisesti. Betonisiltojen osalta noudatetaan myös Liikenneviraston ohjetta *Betonisiltojen korjaussuunnitteluohje LO 17/2011*.

Korjaussuunnitelman piirustuksissa ei tarvitse esittää sellaisia yleisissä suunnitteluohjeissa esitettyjä asioita, joilla ei ole korjaustyössä merkitystä. Ohjeiden vaatimuksista voidaan poiketa, kun siihen voidaan esittää perusteltu syy.

Korjaussuunnittelijan on tutustuttava kohteeseen käynnillä paikan päällä.

#### 3.2 Liikennetekniset mitat

Sillan pienikin leventäminen saattaa tuoda merkittävää helpotusta liikenteelle käytävissä olevaan tilaan ja tuleviin mahdollisiin pintarakenteiden uusimistoimenpiteisiin. Toimeksiannon alussa tarkistetaan vielä erikseen mahdollinen tarve leventämiselle ainakin kohteissa, joissa silta sijaitsee erittäin vilkkaalla väylällä tai muutoin paikassa, jossa tulevat korjaustoimenpiteet aiheuttaisivat merkittäviä liikennehaittoja.

#### 3.3 Suunnitelma-asiakirjat

##### 3.3.1 Asiakirjat ja niiden sisältö

Korjaussuunnitelman toimenpiteet suunnitellaan ja esitetään suunnitelmissa sillantarkastuskäsikirjan mukaisen rakenneosajottelun mukaisesti siten, että kuhunkin rakenneosaan kohdistuvat korjaustoimenpiteet on selkeästi ja yksiselitteisesti esitetty. Lisäksi suunnitelmassa esitetään tarpeen mukaan erikseen ohjeita ja vaatimuksia toimenpiteittäin luokiteltuina.

1.3	Korjaus- ja muutostyön laajuus .....
100	Alusrakenne .....
200	Reunapalkkirakenteet .....
300	Muu päällysrakenne .....
400	Päällysteet .....
500	Muu pintarakenne .....
600	Kaiteet .....
700	Liikuntasaumalaitteet .....
800	Muut varusteet ja laitteet .....
900	Siltapaikan rakenteet .....

Kuva 1. Päärakenneosat

Korjaussuunnitelman tulee sisältää seuraavat asiakirjat, joiden osalta on lisäksi esitetty muutamia huomioitavia asioita sisällön suhteen:

- Asiakirjaluettelo, erillisenä dokumenttina sisältäen kunkin asiakirjan päiväyksen ja revisiohistorian (tarpeen mukaan tehdään myös erillinen asiakirjaluettelo korjausurakkakyselyyn toimitettavan aineisto osalta)
- Korjaustyön työselitys
  - Suunnitelmapiiirustuksia täydentävä asiakirja. Suunnitelmapiiirustuksissa on esitettävä mahdollisimman kattavasti korjaustyön toteutus ja työselitys täydentää ja antaa yleiskuvauksen asiasta.
  - Työselityksessä kuvataan miten korjaustyö toteutetaan ja piirustuksissa esitetään alkutila, lopputila ja vaiheet yksiselitteisesti.
  - Silko, InfraRYL ja standardi viittaukset on tarkistettava ja varmistettava => ristiriidattomuus
  - Laadunmittaukset esitetään kelpoisuuskoetaulukossa (ohjeen liite), johon työselityksessä viitataan.
- Määräluettelo
- Rauditusluettelot
- Kustannusarvio
- Yksikköhintaluettelo
- Turvallisuusasiakirja (Tilaaajan ohjeiden mukaisesti)
- Riskikartta (Tilaaajan ohjeiden mukaisesti)
- Kelpoisuuskoetaulukko
- Piirustukset
  - Piirustusluettelo
  - Yleispiirustus:
    - Numeroitu luettelo sillan eri rakenneosiin ja siltapaikkaan kohdistuvista korjaustoimenpiteistä ja niitä vastaavat, selventävät merkinnät taso-, sivu- ja poikkileikkauskuvissa.
    - Putket omistajineen (vanhat ja uudet => lopputilanne)
    - Ylikulkusiltojen osalta
      - suunnitelmiin tulee merkitä myös rata-km+m, jossa silta sijaitsee sekä rataosan päätepisteet
      - kosketussuojaseinien riittävät pitoudet tulee tarkistuttaa asiantuntijalla (esim. samassa yhteydessä kuin maadoitussuunnitelma)
  - Mittapiirustukset
    - Nykyinen rakenne ja uusi rakenne selkeästi erotettuna
    - Poistettavan betonin raja

- Purettavat rakenteet ja niiden raudoitus sekä nykyisestä raudoituksesta poistettavat että jäävät raudoitteet erikseen
- Kansilaatan yläpinnan purkurajat, toimenpiteet, käsittely
- Tartuntojen poraukset ja niiden kiinnityspeeriaate
- Materiaalilujuudet eri osissa, eristemateriaali, eristyksen ulottumat, pinnoitusten tyypit ja laajuudet
- Sillan ja siltapaikan kuivatuslaitteet ja kuivatus (toimenpiteet vanhoille sekä uudet)
- Työssä huomioitavat putket ja kaapelit eri työvaiheissa (ellei tätä ole erikseen esitetty työvaihepiirustuksessa)
- Raudoituspiirustukset
  - Esitettävä nykyinen uuteen rakenteeseen jäävä raudoitus sekä uusi raudoitus
  - Tartunnat

- Muut rakennepiirustukset
  - elementtirakenteiden asennustapaehdotukset (tarvittaessa)
  - alustavat jännityssuunnitelmat (tarvittaessa)
  - teräsrakenteiden asennustapaehdotukset (tarvittaessa)
  - teräsrakenteiden kokoonpanopiirustukset (tarvittaessa)
  - maadoitus suunnitelmat (tarvittaessa)
  - tyyppiratkaisuista poikkeavat kaidesuunnitelmat
- Työvaihepiirustus ja työvaiheistus:
  - Työn vaiheistus esitetään työselityksessä. Sen lisäksi laaditaan erillinen työvaihepiirustus tarpeen vaatiessa. Jokaisesta korjauskohteesta on laadittava vähintään, työselityksen liitteeksi, poikkileikkauspiirustukseen kuvattuna korjaustyön vaiheistus, ellei kohdetta voida kokonaan sulkea korjaustyön ajaksi.
  - Työvaiheet ja työalueet (laajuudet määritettävä siten, että työvaihe on mahdollista toteuttaa ko. alueella huomioiden mm. kaiteet ja suojaukset)
  - Liikenteenohjaus eri työvaiheissa (tarpeen mukaan)
  - Erikseen sovittavissa kohteissa on laadittava erilliset liikenteenohjaussuunnitelmat (vilkkaasti liikennöidyt kohteet, joissa liikenteenohjaus on suunniteltava ja sovittava sidosryhmien kesken suunnittelun aikana)
  - Eri alueiden kantavuusrajoitukset
  - Korjaustöiden rajaus
  - Korjaustyön vaatima rakenteiden tuenta eri työvaiheissa ja tilapäisille tuille tulevat kuormat
  - Purkutöiden rajat sekä tarvittavat tuenta- ja varotoimenpiteet purkamisen yhteydessä (rajat yksityiskohtaisemmin mittapiirustuksessa)
  - Purkutöiden aikaiset suojaukset ja menetelmät
  - Kuvattava korjaustyössä huomioitavat, töitä rajoittavat/ aikatauluttavat asiat.
    - liikennejärjestelyt
    - yhteen sovitettavat muut toimenpiteet, jotka toteutetaan sillan korjaustyön yhteydessä esim. kaukolämpö, putkityöt, johdot, kaapelit
- Purkupiirustus:
  - Tarvitaan vaikeissa purkutyökohteissa. Muissa kohteissa purkuun liittyvät asiat esitetään mittapiirustuksissa, työselityksessä sekä työvaihepiirustuksessa.



- Rakennelaskelmat:
  - o Esitetään laskelmat rakenteellisten korjaustoimenpiteiden osalta. Näitä ovat ne toimenpiteet, joilla:
    - vanhan rakenteen kantavuutta lisätään
    - vanhaan rakenteeseen kohdistuu korjaus- tai muutostoimenpiteiden jälkeen tai korjaustyön aikana kuormitus, joka saattaa olla rakenteen kapasiteetin kannalta kriittinen
    - rakennetaan vanhaan rakenteeseen kiinni uusi kuormia vastaanottava rakenne
    - korjataan rakenne suurella valukorjauksella, jota varten on korjattavan rakenteen kantamat kuormat otettava vastaan väliaikaisilla tuki-rakenteilla tms.
  - o Laskelmissa on huomioitava:
    - eri työvaiheet
    - rakenneosien ikä korjausta tehtäessä ja kuormituksen alkaessa
    - tarkasteluajankohdat ja kuormat, joita eri tarkasteluajankohtina tutkitaan
  - o Laskentaperusteissa on tehtävä päätelmät eri rakenneosien lujuusluokasta ja lujuudesta eri työvaiheissa sekä mahdolliset vähennykset rakenneosien poikkileikkausarvoista.

Korjaustyön toteutuksen jälkeen tuotetaan kohteen toteumapiirustukset. Toteumapiirustusten tekeminen sovitaan erikseen.

### 3.3.2 Asiakirjojen toimitus

#### Helsingin kaupunki

Suunnitelma-aineisto toimitetaan tilaajalle pdf-muodossa sekä alkuperäisessä suunnitteluohjelmisto formaatissa. Lisäksi määräluettelo ja kelpoisuuskoetaulukko toimitetaan myös excel-muodossa, rauditusluettelo ri- formaatissa sekä suunnitelmapiirustukset myös tiff-muodossa (tiedostomuoto tiff group 4, skannaustarkkuus 400 dpi).

#### Uudenmaan ELY-keskus

Suunnitelma-aineisto tallennetaan hankeportaaliin pdf-muodossa sekä alkuperäisessä suunnitteluohjelmisto formaatissa. Lisäksi määräluettelo ja kelpoisuuskoetaulukko toimitetaan myös excel-muodossa, rauditusluettelo ri- formaatissa sekä suunnitelmapiirustukset myös tiff-muodossa (tiedostomuoto tiff group 4, skannaustarkkuus 400 dpi).

#### Espoon kaupunki

Suunnitelma-aineisto toimitetaan tilaajan ohjeiden mukaisesti.

#### Vantaan kaupunki

Suunnitelma-aineisto toimitetaan tilaajan ohjeiden mukaisesti.

### 3.4 Pääsuunnittelijan koordinoititehtävät

Suunnittelutoimeksiannon suorittavan konsultin projektipäällikkö toimii koko toimeksiannon pääsuunnittelijana, ellei pääsuunnittelijaa ole erikseen määritetty.

Pääsuunnittelijan tehtävänä on huolehtia suunnitelmien riittävästä laadusta ja laajuudesta niin, että suunnitelmilla voidaan osoittaa rakentamiselle asetettujen vaatimusten täyttyminen. Pääsuunnittelijalla on koordinoituvastuu toimeksiannon mukaisten suunnittelutehtävien osalta sekä myös vastuu suunnitelmien yhteensovittamisesta toimeksiannon sisällä sekä muiden samaan aikaan käynnissä olevien suunnitteluhankkeiden kanssa.

Pääsuunnittelijan tulee lisäksi

- huolehtia siitä, että käytettävissä on tarvittavat lähtötiedot ja että ne ovat ristiriidattomat ja ajan tasalla sekä saattaa ne suunnittelijoiden tietoon
- varmistaa, että kaikilla hankkeen suunnittelijoilla on tieto siitä, mikä osuus vaadittavista suunnitelmista on heidän vastuullaan
- huolehtia eri alojen suunnittelijoiden yhteistyön järjestämisestä
- huolehtia, että tarvittavat suunnitelmat tehdään ja suunnitelmat on todettu yhteensopiviksi ja ristiriidattomiksi
- koota hankkeen yhteinen rakennussuunnitelma
- laatia suunnittelualueen rakentamisen aikaisten työ-, liikenne- ja johtosiirtojärjestelyjen yhteensovittamisen suunnitelma työjärjestyksineen erikseen sovittaessa.

Pääsuunnittelijan velvollisuuksiin kuuluu suunnitteluajainen yhteydenpito eri hallintokuntien edustajiin, alueen muihin suunnittelijoihin, ulkopuolisiin sidosryhmiin sekä tähän toimeksiantoon liittyvien asioiden koordinointi. Pääsuunnittelijan tehtäviin kuuluu yhteiskokouksissa suunnitelmien esittely sekä sihteerinä toimiminen. Pääsuunnittelijan tulee heti suunnittelun käynnistyttyä laatia yhteyshenkilöluettelo suunnitteluun liittyvien henkilöiden osalta.

### 3.5 Korjaussuunnitteluperiaatteet rakenneosittain

Seuraavassa kappaleessa on esitetty korjaussuunnitteluperiaatteita rakenneosittain. Kohdekohtaisesti on aina harkittava, miten periaatteet huomioidaan. Jos niistä poiketaan, on asia käytävä tilaajan kanssa läpi suunnittelun alkuvaiheessa.

#### 100 Alusrakenne

##### Maatuet

Kloridirasitettujen maaturakenteiden osalta purkulaajuus ja toimenpiteet on harkittava rasiustason, rasitetun rakenneosan ja mahdollisen vaurioitumisen vakavuuden mukaan. Samoja periaatteita voidaan noudattaa kuin seuraavan kohdan välitukirakenteiden osalta on esitetty.

Etumuurien yksittäiset kuivat halkeamat, jotka eivät vaikuta rakenteen kantavuuteen voidaan jättää korjaamatta, ellei sillan ulkonäön kannalta haluta koko pintaa yhtenäiseksi.

Kun etu- ja siipimuriin määritetään töherryssuojaus tai pinnoitus, joka vaatii alustan suihkupuhdistuksen (esim. hiekkapuhallus), lisätään suunnitelmiin betonipinnan ylitasoitus ennen suojaus- tai pinnoitustoimenpiteitä.

Jos määritetty pinnoitus on impregnointi ja pintoihin ei kohdistu ulkonäkövaatimuksia (esimerkiksi siltapaikkaluokka IV), ylitasoitusta ei välttämättä tarvita.

##### Välituet

Kloridirasitettujen välitukipilareiden osalta purku- ja korjaustoimenpiteet määräytyvät kloridipitoisuuden mukaisesti. Joissakin tapauksissa pelkkä impregnointi riittää kosteusrasituksen pienentämiseksi ja korroosion estämiseksi. Joissakin tapauksissa vanha kloridipitoinen betoni on poistettava raudoituksen taakse ja korjattava rakenne valukorjauksella SILKO- ohjeiden mukaisesti.

Ne pilarit, joissa on havaittu kloridirasitusta, on suositeltavaa tutkia etukäteen mahdollisimman laajasti oikeiden korjaustoimenpiteiden määrittämiseksi.

Suunnittelussa pitää arvioida onko purkutyöllä vaikutusta sillan kantavuuteen. Tuen tarve arvioidaan mm. työnaikaisen kuormituksen, purkulaajuuden, rakenneosan ja siltarakenteen rakenteellisen toimintaperiaatteen ja rakenneosan kestävyuden perusteella.

Purkutyön vaikuttaessa välitukipilarin kantavuuteen on rakenne tuettava purku- ja korjaustyön ajaksi väliaikaisilla tuennoilla tai muulla tavoin on varmistuttava rakenteen riittävästä kantavuudesta korjaustoimenpiteiden aikana. Aina kun välitukirakenteen korjaus ulottuu pilarin betoniteräksiin saakka tai syvemmälle on suunnitelmassa (rakennelaskelmin) esitettävä mm. seuraavat asiat:

- miten pilarin kantavuus korjaustyön aikana varmistetaan
- mitä kuormituksia pilari kestää korjaustyön aikana ja mitä kuormia siltakannella saa olla korjaustyön aikana
- miten uusi korjattu pilari kantaa kuormat korjaustyön jälkeen.

### **Kloridipitoisen pilarin korjaaminen, lähtökohtaiset periaatteet**

- kloridipitoisuus terästen tasalla  $\leq 0,03$  p-% (happoliukoisena mitattuna)  
=>pinnan puhdistus, pilarin suihkupuhdistus, ylitasoitus ja impregnointi.
  - o kloridipitoisuus terästen tasalla 0,03-0,05 p-% (happoliukoisena mitattuna)  
=>kohteesta riippuen (ikä, rasisolosuhde, liikennemäärä, rakenneratkaisu, korjattavuus jne.) korjausvaihtoehdot joko edellisen tai seuraavan kohdan mukaan
- kloridipitoisuus terästen tasalla 0,05-0,07 p-% tai pinnassa (5-20 mm) klorideja  $>0,10$  p-%  
=> betoni piikataan pois teräksiin saakka, ei kuitenkaan niiden taakse, uusi pinta painevaluna.
  - o Suojaetäisyyttä kasvatetaan samalla 20 mm. Uusi pinta impregnoidaan tai käytetään muottina haponkestävää suojakuorta
- kloridipitoisuus terästen tasalla  $> 0,07$  p-% laajalla alalla  
=> betoni piikataan pois terästen taakse, uusi pinta painevaluna.
  - o Suojaetäisyyttä kasvatetaan samalla 20 mm. Uusi pinta impregnoidaan tai käytetään muottina haponkestävää suojakuorta

Yllä olevaa ohjeistusta voi soveltaa myös muiden alusrakenteiden korjaukseen, kun tarve ja vaikutukset harkitaan tarkoin. Kloridipitoisten betonipintojen korjausmenetelmät on suunniteltava vaurioiden ja mahdollisen vaurion vakavuuden pohjalta tarkoin, varsinkin jos betonissa ei ole mitään vaurioita näkyvissä. Turhaa piikkausta ja paikkausta on syytä välttää.

### **200 Reunapalkkirakenteet**

Reunapalkkien päät, väylän puolelta, viistetään puolen metrin matkalta 10 cm verran, jotta lumiaura ei vahingossa törmää reunapalkin päähän vaan ohjautuu jouhevasti reunapalkin sisäpintaan.

Liikuntasaumojen kohdalle on jätettävä saumausta varten riittävät tilavaraukset. On huomioitava, että reunapalkissa tapahtuu vastaava liike kuin siltakannessa, joten sen saumarakenteen on kestettävä vastaava liike.

Tapauskohtaisesti voi reunapalkin korjaustoimenpiteeksi suunnitella kuorivalun.

Korjaustoimenpide ja laajuus määritetään kohdekohtaisesti rakenteen kunnon ja olosuhteiden perusteella.

### **300 Muu päällysrakenne**

Jännitettyihin betonisiltoihin jälkikäteen tehtävät betoniterästartuntojen poraukset (tai muut poraukset) ja piikkaukset on suunniteltava huolellisesti jänneteräkset huomioiden. Jänneteräkset on kartoitettava ja otettava huomioon suunnitteluratkaisuissa. Suunnitelmissa on esitettävä miten jänneteräkset huomioidaan ja mitä toimenpiteitä työmaan on tehtävä jänneterästen vaurioitumisen estämiseksi.

Raskaampien korjaustoimenpiteiden varalta laaditaan vaihtoehtosuunnitelma, mikäli kohde on liikenteellisesti tai korjausaikataulun kannalta kriittinen ja on syytä epäillä, että rakenteessa on ennakoitua heikompiä kohtia.

Kaikki vesivuotojäljet rakenteen pinnoista poistetaan korjaustyön lopussa. Vesivuotojäljet poistetaan hiomalla ja pesemällä. Lisäksi suunnitelmissa huomioidaan työnaikaisten valumajälkien (vesipiikkaukset, vedenohjauslaitteiden poraukset ym.) poistaminen.

Kohteissa, joissa päällysrakenteen alapinnassa on laaja-alaisesti havaittavissa betoniterästen korroosiota, varaudutaan ruostuneiden betoniterästen korjaamiseen määrälaskennassa, piikkauksen ja laastipaikkauksen määrissä, esim. seuraavan periaatteen mukaisesti:

- 2 \* tarkastuksessa havaittu määrä (jm)
- kuitenkin vähintään 0,5 jm/ kansineliö

Kohdekohtaisesti voidaan arvioida suurempikin arvo, jos aiempien vastaaventyyppisten siltojen tai sillan betonin laadun ja betoniteräskorroosioasteen perusteella on perusteltua (esim. sillat joissa kevennysputkia).

#### 400 Päällysteet

Sillan päällysteet suunnitellaan Liikenneviraston ohjeen NCCI 1 mukaisesti. Suunnittelun alussa on sovittava tilaajan kanssa käytettävä pintarakenne.

Sidekerrokseksi asennetaan vähintään AB 16/90, jotta liikennettä voidaan pitää työaikana sen päällä. Mikäli sillalle tulee normaalia enemmän päällysteitä, huomioidaan se sidekerroksen paksuudessa (yleensä AB 16) tai tekemällä erillinen täyttökerros (ABK32). Valittavien päällysteiden kokonaispaksuus on huomioitava sillan rakenteissa, esimerkiksi uusittavan reunapalkin korkeudessa. Korjattaessa vaihteittain maataytteisiä siltoja voidaan mursketäyte korvata ABK32 kerroksella.

Lopullinen kulutuskerros tehdään viimeiseksi koko sillalle ja tarvittavin osin penkereille.

*Helsingin kaupungin siltojen osalta siltojen korjauskohteissa pintarakenteina noudatetaan Helsingin kaupungin tyyppikuvien mukaisia pintarakenteita.*

*Vantaan kaupungin siltojen pintarakenteet suunnitellaan tilaajan toimittaman katuluokitustaulukon mukaisesti.*

#### 500 Muu pintarakenne

Sillan pintarakenteet ja vedeneristys suunnitellaan Liikenneviraston ohjeen NCCI 1 mukaisesti.

*Helsingin kaupungin siltojen osalta siltojen korjauskohteissa vedeneristykseenä käytetään pääsääntöisesti seuraavia rakenteita:*

1. mastiksieristys
2. paineentasausverkko
3. epoksitiivistys (koko kannelle)

*Mastiksiin tehdään bitumiliimakaistat 6 m välein ja paineentasausputket sijoitellaan sen mukaan alimpiin pisteisiin. Liimakaistojen kohdat merkitään reunapalkkeihin nastoilla ja liimakaistat sekä nastat on esitettävä suunnitelmapiirustuksissa.*

Vedeneristyksen uusimisen tarve arvioidaan sillan kunnan perusteella. Vedeneristyksen uusimisesta tai muista korjaustoimenpiteistä päätetään tutkimustuloksiin perustuvan erikoistarkastajan lausunnon sekä suunnittelijan näkemyksen ja tilaajan ohjeiden perusteella, huomioiden myös eristyksen ikä. Ohjeellisena voidaan käyttää seuraavaa jaottelua, joka on kuitenkin aina harkittava kohdekohtaisesti:

- Bitumikermeillä tehdyllä sillalla on vain hieman paikallisia kalkkihärmejä jälkiä kannen alapinnassa. Siltakannessa ei ole vuotavia halkeamia, eikä veden suotautumisen aiheuttamaa betonin rapautumaa ja teräskorroosiota.
  - o kannen vedeneristykselle ei tehdä korjaustoimenpiteitä.
- Siltakannella on paikallinen vesivuoto. Kannen reunan alapinnassa on paikallisesti kalkkihärmettä ja alkavaa betonin rapautuma. Sillan erikoistarkastuksen perusteella kannen betoni ei ole pakkasenkestävää kosteissa olosuhteissa.
  - o veden eristyksen korjaus/ uusiminen soveltuvien osin tämän ohjeen mukaisesti.
- Eristeen ikä > 25 vuotta ja aina peruskorjauksen yhteydessä
  - o vedeneristyksen korjaus/ uusiminen harkittava.
- Eristemateriaali (juutti- tai lasikangaseriste)
  - o vedeneristys uusitaan.

Ensisijaisesti vedeneristys uusitaan siten, että vanha vedeneristys poistetaan. Uuden eristyksen eristysalustan vaatimukset on esitetty ohjeessa InfraRYL kohdassa 42310.3.2, ellei hankekohtaisesti toisin sovita.

Kansilaatan yläpinnan kunto tutkitaan erikoistarkastuksen yhteydessä ja sen mukaan määritetään siihen kohdistettavat toimenpiteet. Vaurioitunut betonipinta on korjattava joko paikallisesti tai muotoiluvalulla (huomioitava työvaiheistuksen suunnittelussa). Toisaalta uuden kermieristeen voi asentaa vanhalle hyväkuntoiselle pinnalle, vaikkei vanhaa bitumia ole kokonaisuudessaan poistettu.

Tippuputkien, syöksytorvien ja liikuntasauvojen kunnostaminen, muuttaminen, uusiminen ja lisääminen on yleensä tehtävä vedeneristyksen uusimisen yhteydessä sillan kuivatuksen toimivuuden varmistamiseksi.

Tippuputkien ja syöksytorvien poistaminen, poistotapa ja paikkausperiaate on esitettävä suunnitelmapiirustuksissa ja muissa suunnitelma-asiakirjoissa (ks.kappale 3.5/800) .

Massaliikuntasauvan edestä on kansilaatan yläpinta kallistettava pois päin lähelle sijoitettavaa tippuputkea tai syöksytorvea kohden. Kallistuksen toteutustapa on esitettävä suunnitelmapiirustuksissa. Suunnitelmassa esitetään, että vesieristyksen on ulottuttava 50 mm massaliikuntasauvan alle.

### Eristysalustan tiivistys

Kun vanhan kansilaatan yläpintaan ei tehdä muotoiluvalua, on suunnitelmissa huomioitava seuraavat asiat:

- vanhan siltakannen osalta saattaa InfraRYLin mukaiset tiiviysvaatimukset johtaa uutta siltakantta suurempaan epoksitiivistyksen menekkiin, jonka vuoksi on määrätuettelossa ja työselostuksen toimenpiteen kuvauksessa varauduttava määrään  $3,0 \text{ kg/m}^2$ .
- vanhan kansilaatan kunnostuksen osalta varaudutaan epoksihiekkapaikkaukseen (1 osa epoksia ja 5 osaa hiekkaa) arvioimalla paikkaukselle määrä/  $\text{dm}^3$  ( $1 \text{ dm}^3 = \text{n. } 1,7 \text{ kg}$ , esim.  $50 \text{ kg}/100\text{m}^2$ ).
- vanhan kansilaatan yläpinnan osalta on varauduttava myös halkeamien epoksiimeytykseen arvioimalla imeytettävälle halkeamille määrä/ m (esim.  $20 \text{ m} / 100 \text{ m}^2$ ).

Kohteissa, joissa kansilaatan yläpintaan tehdään muotoiluvalu, noudatetaan InfraRYLin ja NCCI 1 ohjeita.

### Levennettävät sillat

Levennettävän sillan vedeneristys uusitaan kokonaan, jos se on yli 10-15 vuotta vanha.

Muissa tapauksissa voidaan vanha vedeneristys jättää uusimatta, jos erikoistarkastuksen yhteydessä saadaan riittävän luotettava kuva eristyksen kunnosta ja voidaan luottaa siihen, että uusi eristys saadaan liitettyä vanhaan vedeneristykseen vesitiiviisti.

## **600 Kaiteet**

Kaiteet suunnitellaan ja toteutetaan Liikenneviraston ohjeen *Siltojen kaiteet LO 25/2012* mukaisesti. Uudet kaiteet tehdään pulttikiinnitteisinä, ehjään tai korjattuun betonirakenteeseen

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

Kaiteiden suunnittelussa on erityisesti kiinnitettävä huomiota uusien kaidepylväiden sijaintikohtiin vanhoihin kaidepylväisiin nähden, reunapalkkien päihin ja –saumoihin nähden.

Kun kaiteen toimittaja ei ole tiedossa suunnitteluvaiheessa, kirjataan korjaussuunnitelmiin kaiteen määrittäminen (esim. H2 luokan teräskaide) seuraavanlaisesti:

*"CE-merkitty (EN 1317-2) törmäysluokan H2 teräksinen harva kaide / tiheä kaide / verkkokaide / sälekaide, joka täyttää Siltojen kaiteet ohjeen (LO 25/2012) vaatimukset. Suunnitelma on täydennettävä toimitettavan kaiteen valmistajan vaatimusten mukaiseksi ennen sillan rakentamista."*

Muut kaideratkaisut (H3, H4, melukaiteet) esitetään vastaavanlaisesti valitsemalla perusratkaisuksi joku todennäköinen vaatimukset täyttävä sillankaide ja laittamalla suunnitelmiin tai tuotevaatimuksiin vastaavanlainen teksti kuin edellä.

Kun kaiteen toimittaja on tiedossa suunnitteluvaiheessa (ns. ST-urakka), sillankaide suunnitellaan sillalle sillankaideohjeen ja kaidevalmistajan ohjeiden mukaisesti. Suunnitelmissa on huomioitava kaiteen vaatima kiinnitys, reunapalkin leveys, ulokkeen rauditus, pylväsjaako, liikevarat, siirtymärakenteet, viittaukset oikeisiin tyyppiin-rustuksiin yms.

Kaiteeseen asennetaan auraukverkot kohteissa, joissa sillan alittaa toinen väylä. Auraukverkot ulotetaan riittävän pitkälle alittavan väylän molemmin puolin.

Ajoneuvoliikenteen siltojen kaiteiden määrittelyssä on huomioitava kevyen liikenteen mahdollinen liikkuminen sillalla (putoamissuojaus).

*Helsingin kaupungin kohteissa on kaiderakenteessa huomioitava kiipeilyn estäminen. H2-kaiteen kaksoisputkijohteen putkien välinen tila on suljettava kiipeilyn estämiseksi. Kaideverkko asennetaan pystyyn.*

### **Lisämääritykset kaiteille**

Mahdolliset lisävaatimukset kaiderakenteella on mainittava suunnitelmissa.

Suunnitelmiin voidaan kirjata erilliset ulkonäkö- määritykset kaiderakennetta varten. Lisämäärityksenä annetaan esim. maalausjärjestelmät ja pintojen värisävyt. Lisäksi voidaan määrittää erillisten, kaiteen rakenteelliseen toimintaan vaikuttamattomien, osien ulkoasu, muoto ja profiili sekä niiden kiinnittäminen ja huomioiminen kaiderakenteessa.

Kun kaiteella halutaan suojata rakennetta, joka sijoittuu kaiteen taakse, on suunnitelmiin kirjattava vaatimus kaiteen toimintaleveydestä. Kaiteen ja suojattavan kohteen välisen raon on oltava suurempi kuin kaiteen toimintaleveys tai suistuvan ajoneuvon ulottuma vähennettynä kaiteen paksuudella.

### **Kaiteen siirtymärakenne ja tiekaide**

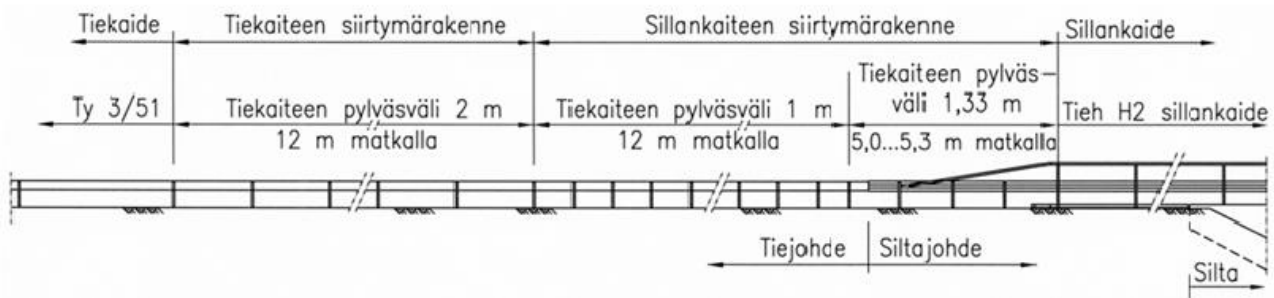
Tiekaiteen pituus ennen siltaa määritetään Liikenneviraston ohjeessa *Tiekaiteiden suunnittelu LO 27/2013*, taulukossa 1. Sillan jälkeen tiekaide jatketaan ohjeen mukaisesti tarpeen mukaan.

Tiekaiteiden suunnitteluohjeen mukaisesti:

*Sillan kaiteen jatkeena käytetään sillankaidetta tai muuta vähintään 1 metrin korkuista törmäyskestävyysluokan H2 kaidetta myös penkereellä, kun vilkasliikenteinen tie (KVL > 6000 autoa/vrk ja nopeus 80 km/h) ylittää rautatien pääradan tai moottoritien. Sillan kaide aloitetaan 40 metriä ennen siltaa. Sillan kaide jatkuu myös 30 metriä sillan jälkeen, kun ajorata on kaksisuuntainen. Sillankaiteesta tehdään pitempi, jos väylät risteävät viistosti eikä maasto rajoita suistumista alapuoliselle väylälle. Jos kaiteen takana on suojattavia rakenteita, mutta edellä esitetyt kohdat eivät edellytä H2 kaiteen käyttöä niiden kohdalla, H2 kaiteen takana riittää joustovaraksi N2WN. Muissa kohteissa riittää kyseinen siirtymärakenne liikenteen tulopuolella ja liikenteen menopuolella kaide voidaan lopettaa siltajohteen päättämisen jälkeen.*



Sillankaiteen liittäminen tiekaiteeseen on esitetty Liikenneviraston ohjeessa, Siltojen kaiteet (kuva 1).



Kuva 2. Ohjeen "Siltojen kaiteet" kuva 5.

Mikäli siirtymärakenteita ei pystytä tekemään täysimittaisina, kaiteiden kääntäminen tai viistäminen on sovittava tilaajan ja tiesuunnittelijan kanssa sekä esitettävä suunnitelmissa.

## 700 Liikuntasaumalaitteet

Vanhat vuotavat liikuntasaumat ja liikuntasaumalaitteet korvataan pääsääntöisesti massaliikuntasaumarakenteella.

Liikuntasauaman ja liikuntasaumalaitteen tyyppi valitaan sillan liikepituuden mukaan. Liikuntasauaman tyyppi, mitat ja tilavaraukset esitetään suunnitelmapiirustuksissa. Liikuntasauaman on oltava SILKO- hyväksytty.

Ajoradoilla massaliikuntasauaman yläpintaan tehdään karhennus. Kevyenliikenteen väylien kohdalla massaliikuntasauaman kohdan tulee erottua muusta päällysteestä (pääsääntöisesti huomioväri punainen, varmistettava korjaussuunnittelun aikana) ja pinnan tulee olla riittävän karkea. Perusratkaisu on läpivärjätty epoksinnoite, joka karkeutetaan kvartsihiekillä.

Tilaajan hyväksynnällä voidaan käyttää myös muita ratkaisuja, esimerkiksi sauman pinnan jäykistävää maalattavaa korjausasfalttia.

## 800 Muut varusteet ja laitteet

### Siltapaikan ja sillan kuivatus

Vedeneristysten uusimisen yhteydessä uusitaan, harkinnan mukaan, sillan kuivatusjärjestelmä. Kuivatusjärjestelmä suunnitellaan osana koko siltapaikan (mukaan lukien väylät) kuivatusta. Uudet rakenteet toteutetaan tyyppiinirustusten mukaisilla rakenteilla korjauskohteeseen soveltaen.

Kaupunkialueella syöksytörvidä tulevat vedet pyritään ohjaamaan hallitusti hulevesiverkostoon hulevesiputkilla.

Allittavien väylien ja käyttötilojen kohdalle ei asenneta tippuputkia vaan ko. kohtiin asennetaan sillan kannelle salaojat. Vaihtoehtoisesti, erikseen niin tilaajan kanssa tapauskohtaisesti sovittaessa, asennetaan tippuputket ja kerätään niistä tulevat vedet erillisellä vedenpoistoputkistolla hulevesiverkostoon.

### Syöksytorvet

Vanhat syöksytorvet poistetaan (timanttiporaus ja työsaumapinnan karhennus, olemassa olevat betoniteräkset on huomioitava) ja niiden reiät sillan kannessa paikataan. Uusittavat syöksytorvet kiinnitetään timanttiporalla tehtyyn reikään nopeasti kovettuvalla juotoslaastilla tai hiekka-epoksiseoksella. Syöksytorven laippaa varten on rakenteeseen piikattava sitä vastaava syvennys.

Syöksytorvina käytetään tyyppiirustusten mukaista D219,1 haponkestävää teräsputkea. Teräsputkeen tehdään 8 D20 reiitys ympäri siten, että reikien alareuna on vedeneristeen yläpinnan tasossa.

### Tippuputket

Vanhat tippuputket poistetaan ja niiden reiät sillan kannessa paikataan. Uusittavat tippuputket kiinnitetään kansilaattaan tehtyyn varaukseen nopeasti kovettuvalla juotoslaastilla tai hiekka-epoksiseoksella. Tippuputken laippaa varten on rakenteeseen piikattava sitä vastaava syvennys.

### Salaojat

Salaojina käytetään tyyppiirustusten mukaista metallista salaojarakennetta.

Kohteissa, joissa siltakannelle sijoittuu reunakivilinja, on sen ”ali” järjestettävä poikittainen kuivatuslinja esim. em. metallisalaojalla tai bitumilla sidotulla kiviaineksella.

### Laakerit

Siltojen laakerit on huomioitava tarkastuksessa ja korjaussuunnittelussa. Laakereiden kunnan ja liikevarojen perusteella päätetään suunnittelussa uusitaanko vai huolletaanko laakerit.

Laakereiden korjaustyöstä tulee aina laatia korjaussuunnitelma, joka sisältää myös alustavan työvaihesuunnitelman ja rakenteen tuennan.

Teräslaakereiden huoltokäsittelyssä noudatetaan soveltuvin osin ohjetta:

- SILKO 2.353 Teräslaakereiden huoltokäsittely

Laakereiden uusimisessa noudatetaan soveltuvin osin ohjetta:

- InfraRYL 42420 Laakerit ja nivelet ja NCCI 1

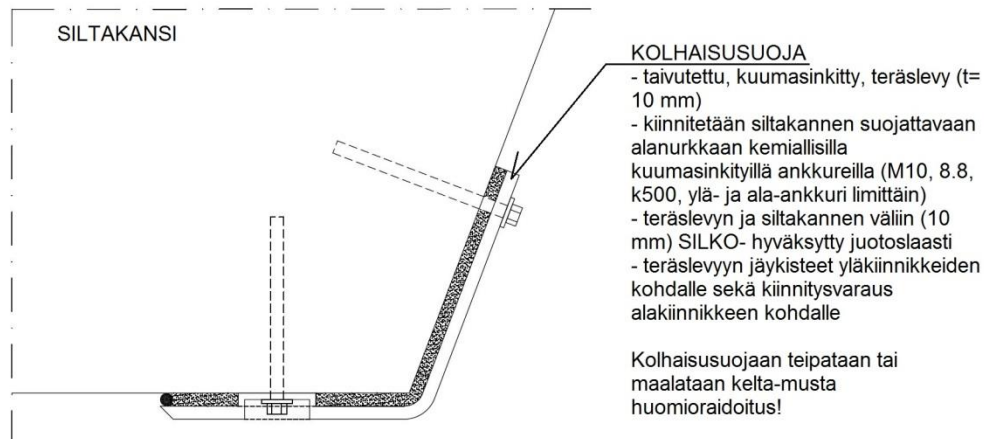
Vaurioituneet kumilevy-laakerit vaihdetaan. Kumilevy-laakereihin syntyneet suuret muodonmuutokset voidaan, tapauskohtaisen harkinnan perusteella, korjata myös tunkkaamalla siltakansi ylös ja ”vapauttamalla” laakerin muodonmuutos. Tunkkaus tehdään keväällä tai syksyllä, jolloin sillan liike ei ole ääriasennossa.

Teräsrullalaakereista voidaan uusia vain rullat. Uusien rullien materiaalina käytetään nuorrutusterästä, esimerkiksi 42CrMo4. Väliaikaisesti voidaan rakenteen kantavuus varmistaa tekemällä laakereiden viereen teräslevyistä aputuet.

### Kolhaisusuojat

Korjattavaan alikulkusiltaan tai risteyssiltaan suunnitellaan korjaussuunnittelun yhteydessä jälkiasennettavat kolhaisusuojat alittavien ajoratojen kohdalle, jos:

- sillassa on törmäysjälkiä,
- mitattu vapaa alikulkukorkeus on vähemmän kuin 4,59 metriä tai
- siltarakenteessa on erityisiä suojattavia kohteita ja ajonopeus alittavalla väylällä on > 60 km/h.



Kuva 3. Esimerkki jälkiasennettavasta kolhaisusuojusta

Alikulkukorkeuden merkitsemistä liikennemerkein on opastettu Liikenneviraston ohjeessa *Yleishjeet liikennemerkkien käytöstä (Tiehallinto 2003)*.

## 900 Siltapaikan rakenteet

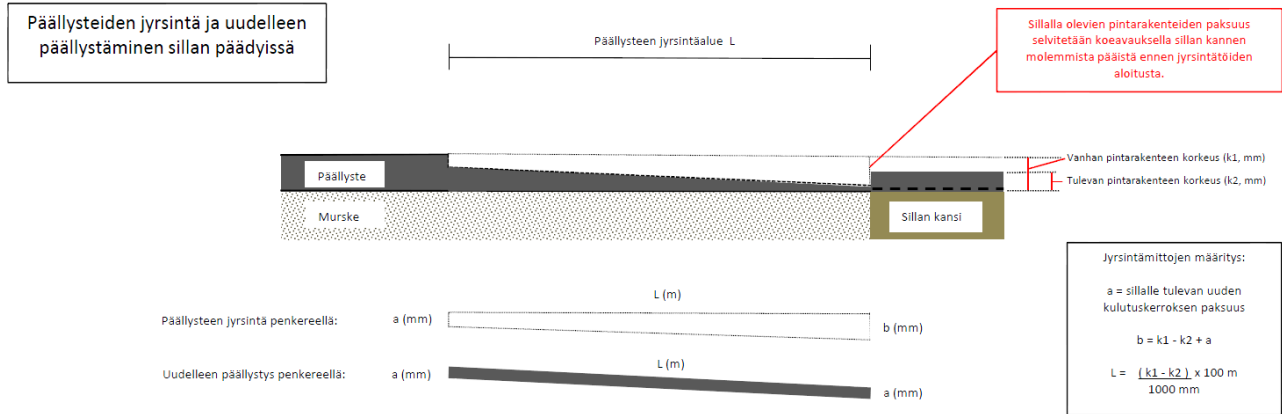
### Väylän pintarakenteet sillan jälkeen

Sillan taustalla väylän pintarakenteet toteutetaan vastaavalla rakenteella kuin ko. väylän muiden osien pintarakenteet.

Sillan korjauksen yhteydessä muuttunut sillan kohdan tasaus tasataan riittävän pitkältä matkalta penkereeltä ulottamalla pintarakenteiden uusiminen riittävän pitkälle.

#### *Päällysteen tasaaminen, vaihtoehdot*

- o *Jyrsitään pintarakenteita riittävän pitkältä sillan taustalta, esim. 50 – 90 mm tarvittavan tasonmuutoksen mukaisesti (ks. ao. kuva)*
- o *Jyrsitään korjaustyön alussa vain sillan kannen osuus ja lopullisen kulutuskerroksen teon yhteydessä jyrsitään penkereet tarvittavilta osin (oheisen kuvan periaatteen mukaisesti).*



Kuva 4. Päällysteen tasaaminen sillan taustalla. Periaatekuvan mitan L laskentakaava on mitoitettu 50 km/h nopeusrajoitukselle. Korkeissa nopeuksissa  $\geq 100$  km/h käytetään kaavassa kerrointa 4. Tasaaminen on kaikissa tapauksissa suunniteltava kohdekohtaisesti. Kuva on pienennös, alkuperäinen kuva on ohjeen liitteenä.

Väylän alla olevan mursketäytön minimipaksuuden tulisi olla 300 mm, jotta päällysteen kestävyys kanssa ei tule ongelmia sillan päissä.

Ajoratamerkinnot tehdään merkinnöin, joiden laatuvaatimukset ovat InfraRYLin mukaiset. Merkinnot tehdään uusittavan päällysteen matkalle. Ajoratamerkinnot tehdään alkuperäisiä ajoratamerkintöjä vastaaviksi, ellei toimeksiantoon sisälly uusien suunnittelua.

### Kaiteet sillan jälkeen

Kohdassa **600 Kaiteet** on esitetty sillankaiteen jatkaminen tiekaiteena.

Sillankaiteen liittyminen sillan jälkeiseen kaiteeseen on suunniteltava. Kaiteiden korkeusaseman erot pitää tasata riittävän pitkältä matkalta. Ainakin silta- ja kaitealueen I ja II kohteissa sekä kaupunkialueen kevyen liikenteen silloissa voidaan harkita myös sillankaiteen mukaisen kaiderakenteen jatkamista penkereelle.

### Sillan taustan kunnostaminen

Sillan taustojen, luiskien ja keilojen eroosiovauriot korjataan tarpeellisessa laajuudessa. Syöpymät korjataan murskeella. Ylimääräinen kasvillisuus poistetaan jos ne aiheuttavat tai tulevat aiheuttamaan

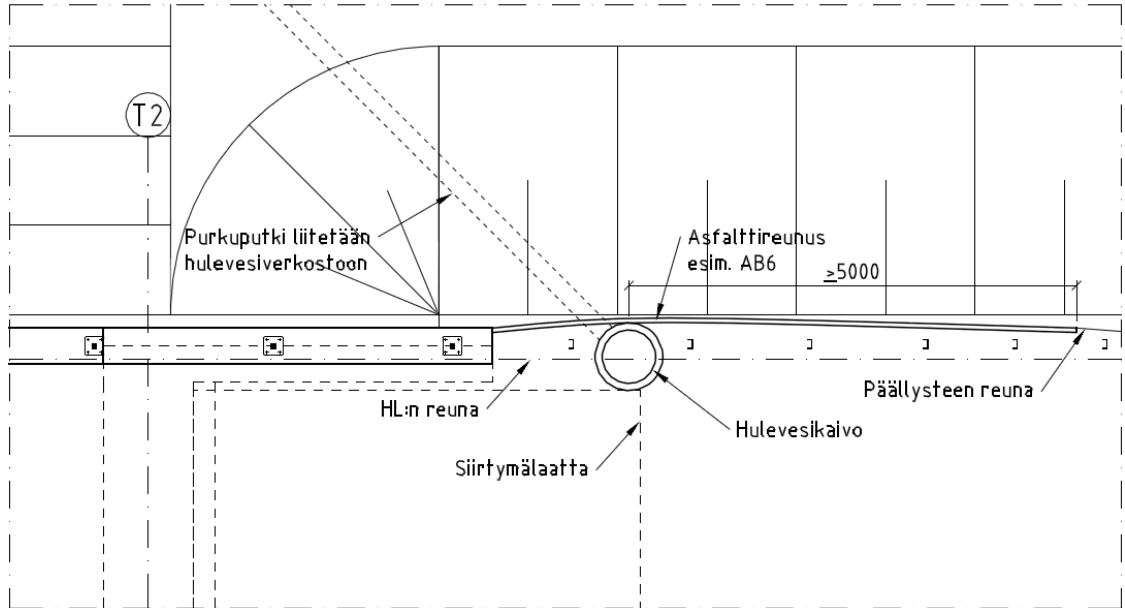
- vaaraa liikenteelle tai
- haittaa rakenteelle.

Pinnat nurmetetaan, ellei pintoihin tule kiveystä, kiviheitoketta tms. Keilojen pintojen korjaus suunnitellaan SILKO-ohjeiden 2.9xx mukaisesti.

Vedet pyritään johtamaan yleensä tyypipiirustusten mukaisiin hulevesikaivoihin, joista vedet johdetaan paikalliseen hulevesiverkostoon. Luiskaan asennettavia hulevesikouruja ei pääsääntöisesti käytetä. Vedet ohjataan hulevesikaivoihin riittävän pitkältä matkalta asfalttireunusta (asfalttimakkara) tai reunakiveä hyväksi käyttäen.

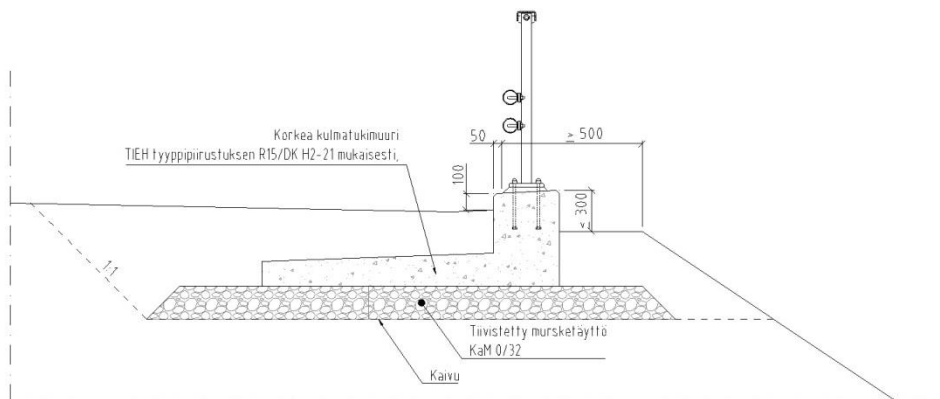
Vedenohjaukseen käytettäviä AB-reunuksia varten ulotetaan väylän asfaltointi reunuksen alle. Asfalttireunus sijoitetaan kaiteen linjan ulkopuolelle. Reunus aloitetaan sillan päästä ja ulotetaan vähintään 5 metriä kaivon jälkeen väylän reunassa, sillasta

poispäin. Asfaltista tehtävän reunuksen massan on oltava pienirakeista, esimerkiksi AB6, jotta reunuus saadaan tiiviiksi.



Kuva 5. Sillan taustan kuivatus

Sillan kannen suuntaiset siipimuurit voidaan jatkaa kulmatukimuuirelementeillä (esim. Liikenneviraston tyyppipiirustus DK H2-21), joilla keilan ja/ tai luiskan yläosa tuetaan, jos sillan siipimuurit ovat liian lyhyet ja/ tai sillan keilat ovat liian jyrkkiä.



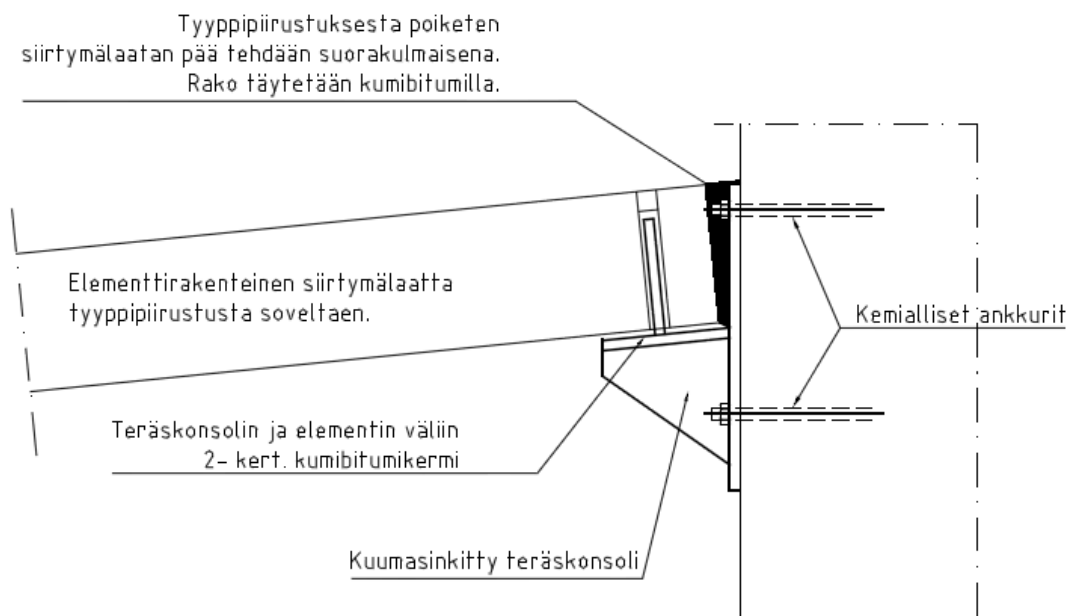
Kuva 6. Kulmatukimuuirelementti sillan taustalla ja 2-putkikaide. Kaidetyyppi suunnitellaan kohdekohtaisesti.

### Siirtymälaattojen lisääminen

Siirtymälaattomissa siltarakenteissa, joissa sillan taustoilla on suuria painumaongelmia, voidaan taustarakennetta parantaa lisäämällä siltaan siirtymälaatat.

Suunnitteluvaiheessa on varmistettava, että siltakannen uloke, 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 tyyppiirustusten mukaisia tai niistä sovellettuja rakenteita. Siirtymälaatan liitos rakenteeseen ja kannakkeet suunnitellaan kohdekohtaisesti. Kannakkeet voidaan toteuttaa teräs- tai teräsbetonirakenteisena. Olemassa olevien rakenteiden kestävyys on tarkastettava siirtymälaatalta tuleville kuormille.



Kuva 7. Elementtirakenteinen, jälkiasennettu siirtymälaatta.

Teräsrakenteiden on oltava kuumasinkittyjä ja kiinnikkeiden joko kuumasinkittyjä tai ruostumatonta terästä. Teräsrakenteisen konsolin, siltarakenteen ja siirtymälaatan sauman tiiviyteen on kiinnitettävä erityistä huomiota suunnittelussa korroosioriskin minimoimiseksi.

Vedeneristeen osalta on suositeltavaa pyrkiä uuden sillan siirtymälaatan tyyppiirustuksen mukaiseen ratkaisuun, jossa eriste viedään siltarakenteen ja siirtymälaatan sauman yli.

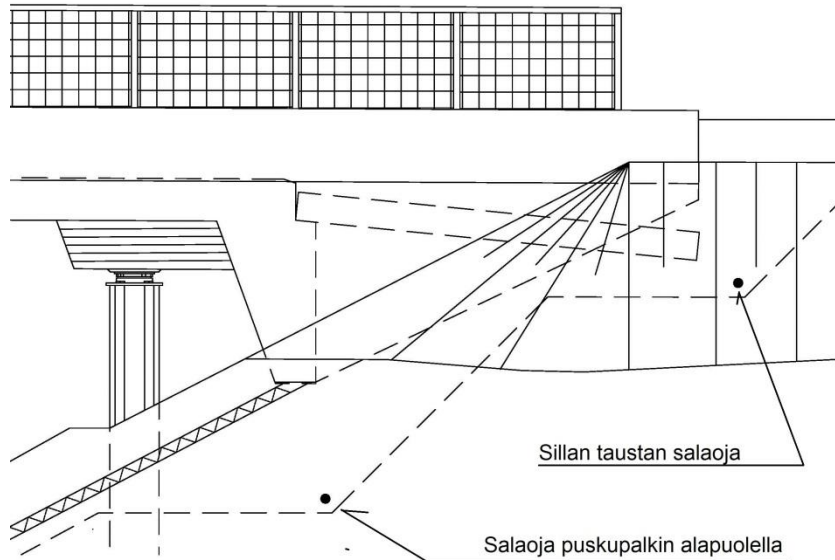
Siirtymälaattojen jälkiasennuksen yhteydessä parannetaan sillan taustan kuivatusta lisäämällä sillan taustalle salaojat, ellei hankekohtaisesti muuta sovita.

### 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.

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. Tarve on tarkoin harkittava, koska asennustyö puskupalkin alle on vaativa työvaihe kaivuineen ja täyttöineen. Salaojat voidaan asentaa myös tiepenkereen läpi.



*Kuva 8. Esimerkki sillan taustan salaojituksesta. Salaojan tarve vanhan sillan puskupalkin alapuolella on harkittava tarkoin.*

### 3.6 Korjaussuunnittelu toimenpiteittäin

#### 3.6.1 Vanhojen rakenteiden purkaminen

Ennen purkamista nykyiset rakenteet mitataan ja sidotaan kiintopisteisiin riittävän tarkasti, jotta uusien rakenteiden mitoitus pystytään työmaalla tekemään. Purkutyöt suunnitellaan ja toteutetaan SILKO- ohjeen 1.203 sekä erillisten korjausmenetelmäkohtaisten SILKO- ohjeiden mukaisesti.

##### **Betonirakenteet**

Pienien alueiden piikkaustyöt voidaan tehdä mekaanisesti piikkaamalla. Suositeltava purkumenetelmä on vesipiikkaus. Purkulaajuus, rakenteen kunto, ympäröivät olosuhteet jne. määrittelevät osaltaan myös purkutavan.

Kansilaatan yläpinnan purkulaajuus määritetään erikoistarkastuksen tulosten perusteella. Huonokuntoisen kansilaatan yläpinnasta poistetaan huonokuntoinen betoni tasovesipiikkaamalla ja se korvataan muotoiluvalulla. Kansilaatan yläpinnan ollessa lähtökohtaisesti niin huonokuntoinen, että purkaminen ulottuu betoniterästen taakse, on rakenne tuettava ennen purkutöitä tai purkaminen on suunniteltava toteutettavaksi vaiheittain.

Vanhan ja uuden rakenteen välinen saumakohta pääsääntöisesti rajataan kulmahiomakoneella niiden rakenneosien kohdalta, joista sauma jää näkyviin.

Purkutyössä on varottava säilytettäväksi määritettyjen teräksien vahingoittamista. Mikäli suunnitelmapiirustuksissa säilytettäväksi osoitetut vanhat teräkset vahingoittuvat, on ne korvattava vanhaan rakenteeseen ankkuroitavilla harjaterästangoilla B500B (tai vaihtoehtoisesti A500HW). Reunapalkkeja uusittaessa pyritään säilyttämään vanhat reunapalkkien tartuntateräkset. Etenkin kaiteiden tartuntalenkkien säilyttäminen on tärkeää ja asia on osaltaan esitettävä selkeästi suunnitelmissa.

##### ***Mekaanisesti purettavia rakenteita***

Mekaanisesti puretaan kokonaisia rakenneosia, esimerkiksi reunapalkkeja ja ulokkeita. Mekaaninen purku päätetään 50- 100 mm ennen työsaumaa ja loput rakenteesta piikataan vesipiikkaamalla hyvän työsauman varmistamiseksi. Purkutyössä voidaan käyttää esimerkiksi hydraulista purkukouraa tai erilaisia piikkauskoneita. Kevyillä käsi- ja vesipiikkauskoneilla voidaan purkaa pieniä teräskorroosio- tai betonivauriokohtia, milloin vesipiikkausta ei käytetä.

Jyrsimällä voidaan tehdä pintoihin selvärajaisia uria, esimerkiksi liikuntasauvan korjauksen yhteydessä

##### ***Vesipiikkaamalla piikattavia rakenteita***

Vesipiikkaamalla piikataan pääasiassa betonin pinnassa olevia vaurioita. Vesipiikkausta voidaan käyttää myös rakenteiden purkuun. Laajojen pintojen vauriot piikataan tasovesipiikkaamalla. Vesipiikkattu pinta soveltuu yleensä työsaumapinnaksi.

Tasovesipiikkauksen yhteydessä on samanaikaisesti imettävä piikkaustyössä käytetty vesi pois siltakannelta, jotta rakenteisiin ei imeydy ylimääräistä vettä.



### **Pintarakenteiden purku**

Vedeneristejäänteet puretusta pinnasta on poistettava tarvittaessa käsityökaluilla ennen kansilaatan yläpinnan purkutöitä. Vesieristyksen haitta-aineet (mm. PAH) pitää selvittää ennen purkutyötä. Jos haitta-aineita löytyy, tulee vesieristeiden purkamisen ohjeistaa erikseen.

Hyväkuntoinen kansilaatan yläpinta voidaan puhdistaa korkeapainetasovesipesulla ennen uuden vedeneristyksen tekemistä. Tarpeen mukaan pintaa hiotaan tai paikataan (epoksihiekkä tai korjausmassa) ennen vedeneristystä ja pinnan tiivistämistä.

### **Teräsrakenteet**

Purettavat teräsrakenteet pyritään toimittamaan uusiokäyttöön tai kierrätyksen.

Käsittelyssä on huomioitava, että terästen pinnoittamisessa käytetyt aineet saattavat olla ympäristölle vaarallisia.

### **Puurakenteet**

Puurakenteita purettaessa on selvitettävä, mitä kyllästettä purettavat puuosat sisältävät. Tällä on merkitystä mm. purkamisen tekevien työntekijöiden suojainten käyttöön ja purkujätteen käsittelyyn.

### **Kivirakenteet**

Siltapaikalla purettavia kivirakenteita pyritään käyttämään mahdollisuuksien mukaan uudelleen (kenttäkiveys, purettavien tukimuurien kivet jne.).

Mikäli kivirakenteinen tukimuri tai vastaava puretaan ja rakennetaan uudestaan, purettavat osat merkitään asennuksen helpottamiseksi.

## **3.6.2 Betonirakenteiden korjaaminen**

Betonirakenteet korjataan rakenneosakohtaisten sekä korjaustoimenpidekohtaisten SILKO- ohjeiden mukaisesti sekä noudattaen ohjetta SILKO 1.201 sekä Infra RYL.

Kaikkien korjattavien betonirakenteiden toteutusluokka on 3.

### **Valukorjaukset**

Uusien rakenneosien valuissa huomioidaan SILKO-ohje 2.211, jota voidaan soveltaa muidenkin rakenneosien valukorjauksissa.

### **Raudoituksen uusiminen**

Uusimisessa noudatetaan SILKO- ohjetta 2.262. Uusi rauditus tehdään kuumavalsatuista harjatangoista B500B SFS 1268 (tai A500HW SFS 1215).

### **Raudoitustankojen puhdistus ja suojaus**

Betonirakenteiden purkutöiden yhteydessä esiin tulleet raudoitustangot puhdistetaan ja suojataan tarvittaessa korroosionestoaineella. Kaikki tartuntaa heikentävät aineet, kuten pölyt ja rasvat on poistettava ennen korroosionestoa. Terästen suojaus tehdään heti puhdistuksen jälkeen paikkauslaastin tuotekohtaisella korroosionestoaineella, mikäli tuotekohtaisissa ohjeissa niin vaaditaan.

### **Betoniraudoituksen ja kierretankojen ankkurointi**

Betoniraudoitteiden (ja kierretankojen) ankkurointipituus määritetään niille tulevien kuormien perusteella noudattaen Eurokoodia ja niihin liittyviä Liikenneviraston sovel-lusohjeita (NCCI).

Ankkureille tuleva voima on välitettävä vanhalle rakenteelle siten, että vanha rakenne kestää sille tulevat kuormitukset. Ankkurit suunnitellaan siten, että niiltä tuleva rasitus saadaan riittävän luotettavasti välitettyä vanhalle betonirakenteelle ja sen raudoituk-selle. Toisaalta ylipitkiä ankkureita on vältettävä ja poraussyvyys on määritettävä em. periaatteiden mukaan ankkureiden toiminta ja rasitukset huomioiden.

### **Halkeamien injektointi**

Rakenteelliset yli 0,2mm leveät halkeamat injektoidaan epoksilla SILKO ohjeiden SILKO 1.233 ja SILKO 2.236 mukaisesti.

### **Kansilaatan muotoiluvalu**

Kansilaatan muotoiluvalussa noudatetaan SILKO- ohjetta 2.240 sekä 1.801 soveltu-vin osin (kohta 5.4). Muotoiluvalun pinta kallistetaan tippuputkia kohti ja pois päin lii-kuntasaumasta (suositeltava kallistus 2 %). Muotoiluvalun paksuus on vähintään 3x valun maksiraekoko ja sen yläpinta on aina vähintään kansilaatan alkuperäisen pin-nan tasolla.

Muotoiluvalussa on suositeltavaa käyttää mahdollisimman vähän kutistuvaa valu-massaa.

### **Betonointi valamalla itsetiivistyvällä betonimassalla (painevalu)**

Betonointi tehdään InfraRYLin luvun 42020 Sillan betonirakenteet -ohjeita noudatta-en.

Muotitus on tehtävä SILKO 2.211 soveltaen huomioiden käytettävän massan ominai-suuksien sekä valupaksuuden mukaisesti määritetty valupaine. Muottien tiiviyyteen on kiinnitettävä erityistä huomiota.

### **Korjaus ruiskubetonoimalla**

Ruiskubetonointi tehdään SILKO-ohjeiden 1.232 ja 2.234 mukaisesti. Lisäksi ruisku-betonilaastin toimittajan tuotekohtaisia ohjeita on noudatettava.

Ruiskubetonointi tehdään vähintään 20 mm paksuna kerroksena.

Jos ruiskubetonoinnin paksuus on yli 60 mm, asennetaan ennen ruiskubetonointia ruiskubetonoitavalle alueelle keskeisesti RST-verkko (B600KX, SFS 1259,  $\varnothing$  4 #150).

Ruiskubetonipinnan ulkonäkövaatimusten perusteella voidaan ruiskubetonipinta kaa-vata ja hiertää sekä tarpeen mukaan myös pinnoittaa. Välitukipilarit ja muut vastaa-vanrasituksen kohteeksi joutuvat rakenneosat voidaan myös impregnoida.

### **Korjausten esittäminen**

Laajassa korjaustyössä voidaan eri rakenneosien korjaustapa esittää esimerkiksi taulukkomuodossa:

*Taulukko 2. Esimerkki betonirakenteiden korjaustoimenpiteiden esittämisestä taulukkomuodossa. Taulukossa esitettävät korjaustoimenpiteet valitaan kohdekohtaisesti.*

	<b>Pilarit</b>	<b>Palkit</b>	<b>Kannen alapinta</b>
Teräskorroosio - terästen kunnostus	paikkaus ilman muotteja	paikkaus ilman muotteja	ruiskubetonointi
Betonivaurio, paikan paksuus < 50 mm	paikkaus ilman muotteja	ruiskubetonointi	ruiskubetonointi
Betonivaurio, paikan paksuus > 50 mm	valu itsetiivistävällä betonilla	valu itsetiivistävällä betonilla	a) valu itsetiivistävällä betonilla, kun vauriokohta liittyy palkin valukorjaukseen b) ruiskubetonointi

### **Betonipinnan suojaus**

Betonipinnan suoja-aine käsittely tehdään InfraRYLin luvun 42500 Betonipinnan suoja-ainekäsittelyt-ohjeita noudattaen.

#### ***Impregnointi***

Sillan eri rakenneosien pinnat voidaan suojata impregnoimalla tai tiivistämällä pakkasrasitusta ja suolojen tunkeutumista vastaan, SILKO- ohjeen 2.252 ja impregnointiaineen tuotekohtaisten ohjeiden mukaan.

Impregnointiaineena on suositeltava käyttää SILKO- hyväksyttyä (SILKO 3.252) betonipinnan vettähylykivää impregnointiainetta, jonka tunkeutumissyvyys on vähintään +++ ja ohjeellinen uusintakäsittelyväli 10- 17 v.

Ennen impregnointia pinnat on suihkupuhdistettava. Uusille pinnoille riittää kevyt suihkupuhdistus.

Uusien betonipintojen impregnointi suositellaan tehtäväksi aikaisintaan noin 28 vuorokauden kuluttua betonin valusta, jotta kuivumishalkeilu ehtii tapahtua.

#### ***Pinnoittaminen***

Pinnoittaminen tehdään SILKO-ohjeen 2.253 ja pinnoitusaineen tuotekohtaisen ohjeen mukaan. Pinnoitteen väri on määritettävä suunnitelmassa.

Pinnoitettavien betonipintojen tulee olla suihkupuhdistettuja ja puhtaita. Tartunta-alustan valmistelu ja jälkihoito tehdään valmistajan ohjeiden mukaan. Tarvittaessa (huokoinen ja epätasainen) pinta ylitasoitetaan pinnoitteen kanssa yhteensopivalla tuotteella tuotekohtaisten vaatimusten mukaisesti (maatukien osalta ks. kohta 3.5/100).

### 3.6.3 Teräsrakenteiden korjaaminen

Teräsrakenteiden korjaamisessa noudatetaan SILKO- ohjeita 1.3xx ja 2.3xx.

Terässiltojen väsymiskuormitettujen teräsosien korjaussuunnittelussa on huomioitava vanhan teräksen laatu ja hitsattavuus. Rakenteelliset korjaustoimenpiteet on suunniteltava siten, että rakenteen kestävyys- ja väsymiskestävyysominaisuudet ovat riittävät korjauksen jälkeenkkin.

Vanhan teräksen hitsattavuudesta on oltava varmuus suunniteltaessa korjaustoimenpiteitä, joihin liittyy vanhojen teräsosien hitsaamista. Materiaalin iskutkeysominaisuudet on selvitettävä.

Korjattavien teräsosien ja liitosten osalta on toteutusratkaisuisissa ja korjausurakan urakka-ajassa huomioitava materiaalityömittusten vaatima aika. Niittiliitosten korvaamiseen käytettyjä M24...M30 kokoisia, pitkiä ruuveja ei välttämättä saa kuin tilaamalla, kuten myös levyosien osalta on NL ja ML teräslaatuja tapauksessa.

Liitosten korjaussuunnittelussa on huomioitava korjaustoimenpiteen vaikutus liitoksen jäykkyyteen ja sitä kautta rakenteen/ rakenneosan toimintaan ja voimien jakaantumiseen.

### 3.6.4 Puurakenteiden korjaaminen

Puurakenteiden korjaamisessa noudatetaan SILKO- ohjeita 2.4xx.

Silloissa käytetään standardin SFS-EN 351 kyllästysluokan A vaatimukset täyttävää kyllästettyä puuta ja standardin SFS-EN 599 mukaisia kyllästeitä.

Kreosotilla kyllästetyn puun käyttö on harkittava hankekohtaisesti. Pääsääntöisesti käytetään suolapainekyllästettyä puuta.

Kyllästyskäsittelyn vaikutus metalliosien säilyvyyteen on otettava huomioon. Kantavissa tai henkilöturvallisuuteen vaikuttavissa rakenteissa on käytettävä puutavaran liitoksissa haponkestävästä teräksestä valmistettuja liitososia ja liittimiä.

Suolakyllästetty syrjälankkukansi voidaan toteuttaa kuumasinkityillä nautoilla, jos kiinnikkeisiin ei kohdistu suoranaista vetorasitusta.

### 3.6.5 Kivirakenteiden korjaaminen

Kivisten verhourakenteiden korjaamisessa noudatetaan SILKO-ohjetta 1.501 Luonnonkivi verhouramateriaalina ja työkohtaisia ohjeita 2.911, 2.912, 2.918.

Kivirakenteita korjattaessa rakenteen kivet pyritään käyttämään uudelleen.

Kiviholveja korjattaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota käytettävään laastiin, jotta se ei jäisi rakenteen heikoksi osaksi.

### 3.7 Määräluettelo- ja kustannusarvio

Lopullinen määräluettelo ja kustannusarvio laaditaan ohjeen liitteen Excel-pohjan mukaisesti.

Suunnittelijan on dokumentoitava ne määrät, joiden suuruutta ei ole pystytty arviomaan riittävän tarkasti, ja tästä informoitava tilaajaa.

Suunnittelija kuuluu eri suunnitelmaratkaisujen ja -vaihtoehtojen kustannusvaikutusten selvittäminen suunnittelun aikana.

*Mikäli poistettavan tai rakennettavan rakenteen kerrospaksuus vaihtelee (esim. päällysteet, suojabetoni yms.) määräluettelon määrä lasketaan kokonaan vaihteluvälin enimmäisarvon mukaan.*

*Betonin vesipiikkauksen ja valun (esim. kannen muotoiluväli, pilarit, siipimuurit.) teoreettiseen syvyyteen lisätään määrälaskennassa 20 mm. (piikkaussyvyys suunnitelmassa esimerkiksi 20 mm, mutta poistettavan betonin määrä lasketaan 40 mm mukaan).*

### 3.8 Ympäristö

PAH-haitta-ainepitoisuuden raja-arvona sovelletaan pitoisuutta 150 mg/kg. Kyseiset purkujätteet pitää toimittaa vaarallisena jätteenä ongelmajätelaitokseen.

Lisäksi on huomioitava, että PAH-yhdisteiden vaarallisimpien aineosien naftaleeni ja bentso(a)pyreeni osalta purkutyöntekijöiden suojautumistarve on määritettävä tapauskohtaisesti.

*Vesieristyksen bitumipitoiset purkujätteet tulee käsitellä ongelmajätteinä, kun niiden haitta-ainepitoisuudet ylittävät raja-arvot. Niitä käsitellessä tulee käyttää asianmukaista suojausta. Purkutyössä pitää välttää PAH-pitoisen ilman hengittämistä. Työmaalla PAH-jäte kerätään säilytysastiaan, joka on suljettavissa tiiviisti. Kun astia on täynnä tai työvaihe lopussa, viedään koko säilytysastia jätteenkäsittelylaitokseen, jolla on valmiudet ja luvat käsitellä PAH-jätettä.*

*Kohteissa, joissa eristyksen suojakerroksena on suojabetoni, on se pyrittävä purkamaan siten, ettei PAH-pitoista eristettä kulkeudu puretun suojabetonin sekaan. Jos vedeneristettä jää suojabetoniin on suojabetoni niiltä osin käsiteltävä ongelmajätteenä (Raja-arvo PAH-pitoisen betonijätteen käsittelemiseksi ongelmajätteenä on 20 mg/kg kuiva-ainetta, VNa 591/2006).*

*Vedeneristyksen poiston yhteydessä kansilaatan yläpinnasta irtoava betoni on ongelmajätettä. PAH-pitoinen vedeneristys on poistettava kansilaatan yläpinnasta kauttaaltaan ennen kansilaatan yläpinnan purkutöitä. Vanhaa vedeneristettä saa jäädä kansilaatan yläpintaan ainoastaan tummana värinä.*

Jos asbestia sisältävää rakennetta on purettava, noudatetaan asbestipurkutyötä koskevan Ratu-kortin ohjeistusta (ratu-kortti 82-0347 ja sitä uudemmat ohjeet).

### 3.9 Laatuvaatimukset ja laadunvarmistus

Suunnittelija täyttää taulukon merkittävimmistä kelpoisuuskokeista. Kelpoisuuskokeita ei tämän lisäksi kirjata määräluetteloön (liitteenä esimerkkitaulukko).

### 3.10 Turvallisuusasiakirja ja riskikartta

Konsultin tehtävään kuuluu työturvallisuuskäytännöiden huomioiminen suunnittelussa ja suunnitelmaratkaisuja valittaessa.

Korjaussuunnitelman yhteydessä suunnittelija laatii turvallisuusasiakirjan ja tekee riskinarvioinnin riskikartan avulla.

### 3.11 Työnvaiheistus ja työnaikaiset liikennejärjestelyt

Korjaussuunnitelmaan sisältyy työnvaiheistuksen suunnittelu ja sen vaatimien liikennejärjestelyjen suunnittelu. Nämä kuvataan työselityksessä.

Korjaustyön aikaiset kaistamäärät ja leveydet sovitaan tilaajan kanssa korjaustyön aikana. Ohjeellisenä arvona voidaan pitää suoralla väylällä leveyksiä:

- 3,0 m raskaalle liikenteelle (suositus 3,5 m ja aina kaarteissa 3,5 m)
- 2,50 m henkilöautoille (kaarteissa 3,0 m, vaatii kaksi kaistaa, joista toinen leveämpi raskaalle liikenteelle osoitettu)
- 2,50 m kevyelle liikenteelle (minimileveys 1,5 m vain kävelijöille) vaihtoehtoisesti kevyelle liikenteelle voidaan järjestää korvaava yhteys.

Erityistä huomiota on kiinnitettävä jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden opastukseen, turvallisuuteen ja pyöräteiden sujuvuuteen työnaikana

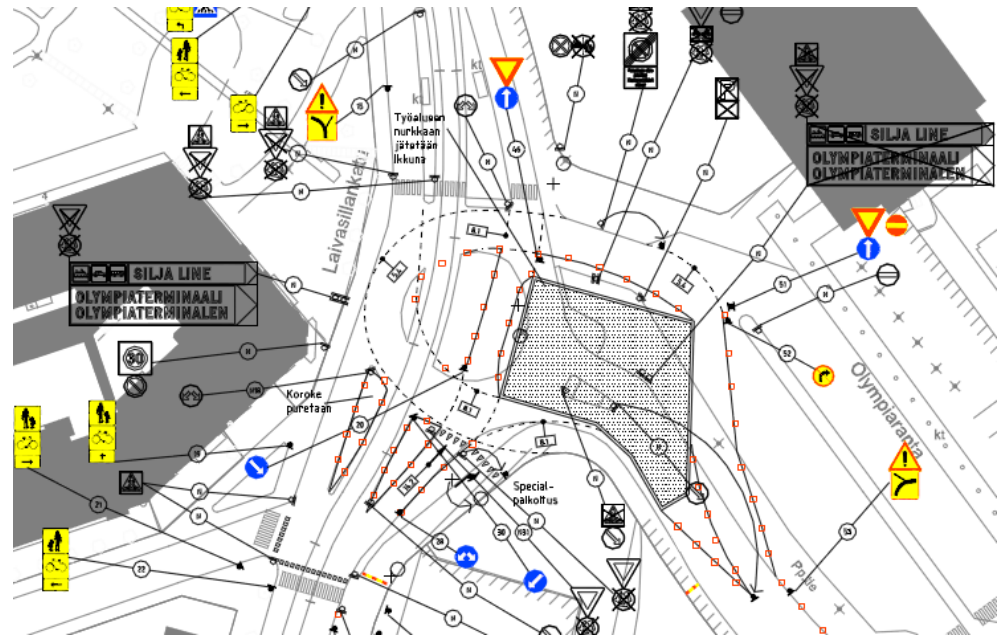
Suunnitteluvaiheessa tehtävä työnaikaisten liikennejärjestelyjen suunnittelun laajuus riippuu kohteesta ja se jaetaan kahteen laajuustasoon:

#### 1. Liikenteenohjaussuunnitelma

- o kaikki työvaiheet käsittävä suunnitelma, jossa näytetty jokaisessa työvaiheessa tarvittavat liikennejärjestelyt ja liikenteenohjauslaitteet tasokuvoin ja poikkileikkauksin
- o tarpeen mukaan laaditaan ajouratarkasteluja
- o eri vaiheet on sovittu väylän omistajien ja sidosryhmien kanssa ja eri vaiheille on mahdollisesti asetettu aikataulurajoituksia
- o tarvitaan vilkkaasti liikennöidyissä kohteissa, jossa liikennejärjestelyt eri vaiheissa on oltava toteutettavissa ja etukäteen suunniteltuja, jotta urakoitsijat voivat jo tarjousvaiheessa huomioida monivaiheiset liikennejärjestelyt

*Helsingin kaupunki:*

*Korjaussuunnittelutoimeksiannon yhteydessä suunnittelutoimiston liikennesuunnittelija laatii liikenteenohjaussuunnitelman sillan korjaustyön suorittamisesta. Katu- ja puisto-osaston alueiden käyttöyksikön, HKL:n sekä kaupunkisuunnitteluviraston liikennesuunnitteluosaston kanssa. Vaikutukset joukko-liikenteeseen on sovittava HSL:n kanssa.*



Kuva 9. Ote liikenteenohjaussuunnitelmasta

## 2. Työnaikaisen liikenteenohjauksen periaate

- työvaiheet esitettynä esim. sillan poikkileikkauksessa työselityksen liitteenä
- tutkittu riittävät tilavaraukset työvaiheistamiselle poikkileikkaustasolle
- soveltuu kohteisiin, jossa liikennemäärät pieniä tai kohtuullisia, eikä korjaukset aiheuta merkittävää haittaa väylän käyttäjille

### 3.12 Valaistus, kaapelit, pylväät

Siltapaikalla sijaitsevat kaapelit on selvítettävä ennen korjaustöiden aloittamista, mieluiten jo suunnittelun aikana.

Siltaan kiinnitetyt valaisinpylväät pyritään käyttämään uudelleen. Niiden kiinnitykset joko korjataan tai uusitaan.

Siltaan upotetut valaisimet uusitaan tai kunnostetaan. Suunnittelija on oltava yhteydessä jo heti suunnittelun alussa tai jo tarjousvaiheessa tilaajaan valaistussuunnittelun tarpeesta. Valaistussuunnittelu yhteen sovitetaan korjaussuunnittelun kanssa ja se toteutetaan tilaajan valaistussuunnittelu ja – toteutuksen periaatteiden mukaisesti.

### 3.13 Rakenteiden suojaus

Korjaussuunnitelmassa on esitettävä tarpeelliset työnaikaiset suojausrakenteet, jos ne edellyttävät tartuntoja tai varauksia uusiin tai vanhoihin rakenteisiin. Rakenteet ja niiden toteutus esitetään jo korjaussuunnitelmassa tai urakoitsijan laatimassa erillisessä suunnitelmassa.

Kansilaatan yläpinnan korjaustyössä on käytettävä sääsuoja.

Kaikissa työvaiheissa on estettävä veden, purkujätteen, rakennusaineiden yms. lentäminen sillalla kulkevan ja sillan alittavan ajoneuvo- ja kevyen liikenteen päälle. Veden valuminen rakenteen läpi purkutyön aikana on estettävä.

Telineiden telinetason tulee olla umpinainen ja reunuksin varustettu.

Työmaa-alue on rajattava riittävän korkealla ja tukevalla aidalla, joka estää sivullisten pääsyn työmaa-alueelle.

Putoamissuojauksesta on huolehdittava korjaustyön kaikissa vaiheissa.

### 3.14 Korjaussuunnitelman laadunvarmistus

Tilaaajan tulee saada suunnitelmat tarkastettavakseen ennen jokaisen eri vaiheen aikataulun mukaista valmistumista siten, että mahdolliset kommentit ehditään huomioidaan suunnitelmissa. Ennen kuin suunnitelmat toimitetaan tilaajalle tarkastettavaksi, tulee konsultin varmistua suunnitelmien valmiudesta ja oikeellisuudesta (=itselleluovutus). Itselleluovutuksesta laaditaan pöytäkirja, joka lähetetään tilaajalle tarkastussarjan mukana. Tilaaja varaa suunnitelmien tarkastamiseen 2 viikkoa. Tarkastussarjat toimitetaan tilaajan myöhemmin ilmoittamille henkilöille. Piirustukset lähetetään tarkastettavaksi pdf-muodossa ja tekstimuotoiset asiakirjat doc-muodossa.

Korjaussuunnitelmien tarkastustapa on jaoteltu Liikenneviraston ohjeen *Taitorakenteiden rakennussuunnitelmien tarkastus LO30/2014* taulukossa 2, jota sovelletaan myös kaupunkien teettämien suunnitelmien tarkastuksessa.



## **4 Muut samaan aikaan laadittavat suunnitelmat**

### **4.1 Valaistussuunnittelu**

Korjaussuunnittelijan tulee toimia yhteistyössä ulkovalaistuksen suunnittelijan kanssa. Korjaussuunnittelun ja ulkovalaistussuunnittelun suunnitelmat ja aikataulut tulee sovittaa yhteen siten, että ulkovalaistus voidaan esittää korjaussuunnitelmissa. Myös valaistuksen mahdollisesti vaatimat tekniset laitetilat ("kaapit") tulee esittää suunnitelmassa, jos ne tulevat kiinni sillan rakenteisiin.

### **4.2 Raitiotien huomioiminen**

Kohteissa, joissa sillan yli kulkee raitiotie, kuuluu suunnitteluun raitiotien esittäminen omissa suunnitelmissaan sekä raitiotien huomioiminen sillan ja sen rakenteiden suunnittelussa. Konsultin tulee toimia yhteistyössä HKL:n kanssa raitiotien kohdalla tehtäviä korjauksia suunniteltaessa ja lisäksi koordinoida mahdollista HKL:n siltaan liittyvän raitiotien rakennesuunnittelua siten, että se tulee tehdyksi muun korjaussuunnittelun edellyttämässä aikataulussa.

### **4.3 Muut kunnallistekniset suunnitelmat**

Kuten kohdan **4.1 Valaistussuunnittelu**, niin myös muiden kohteeseen liittyvien kunnallistekniikan verkostojen samanaikaisen suunnittelun kanssa on tehtävä tiivistä yhteistyötä toteutusratkaisujen sekä aikataulujen suhteen.

## **5 Liiteasiakirjat**

*Kelpoisuuskoetaulukko (excel)*

*Määräluettelo ja kustannusarvio (excel)*

*Kuva 3 alkuperäisessä mittakaavassa*