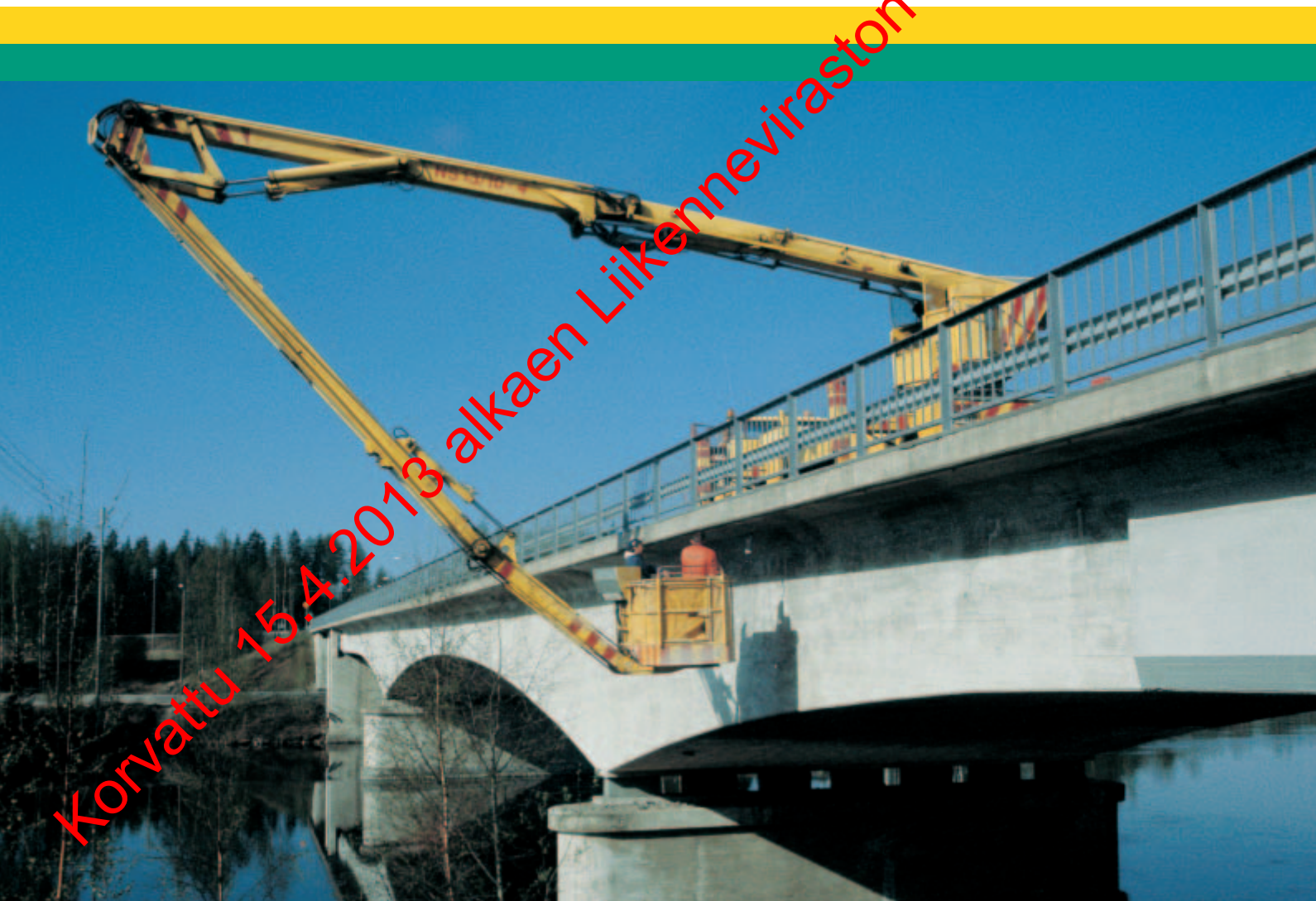


Sillantarkastusohje



Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.

Sillantarkastusohje

Suunnittelu- ja toteutusvaiheen ohjaus

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.

Valokuvat: Tiehallinnon Siltarekisteri ja
Insinööritoimisto Jorma Huura Oy:n arkisto

Piirrokset: Insinööritoimisto Jorma Huura Oy

Teksti: Antti Rämet, luvut 1,3 ja 7
Jorma Huura, luvut 2, 4, 5 ja 6

ISBN 951-803-195-9
TIEH 2000008-04

Verkkoversio (www.tiehallinto.fi/julkaisut) pdf
ISBN 951-803-196-7
TIEH 2000008-v-04

Sivujen valmistus: Tampereen Ecuprint Oy 2004

Kirjapaino: Edita Prima Oy, Helsinki 2004

Julkaisua myy:
asiakaspalvelu.prima@edita.fi
Puh. 020 450 2470
Fax 020 450 011

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.

VASTAANOTTAJA
Tiepiirit

SÄÄDÖSPERUSTA

KORVAA/MUUTTA
TIEL 2232219-99

KOHDISTUVUUS
Tiehallinto

VOIMASSA
10.3.2004 - toistaiseksi

ASIASANAT
silta, tarkastaminen

Sillantarkastusohje TIEH 2000008-04 (TIEH 2000008-v-04)

Sillantarkastusohje on siltojen tarkastamisen perusohje. Ohjeessa käsitellään tarkastusjärjestelmät, tarkastusmenetelmiä, siltojen tyypillisiä vaurioita sekä tarkastustulosten ja muiden siltatietojen raportointia ja arkistointia.

Apulaisjohtaja
Siltateknikka



Juhani Vähäaho

Kehittämispäällikkö



Jouko Lämsä

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.

Alkusanat

Tämä ohje on ensimmäisen kerran vuonna 1986 julkaistun ja vuosina 1993 ja 1999 tarkistetun Sillantarkastusohjeen uudistettu painos.

Uudistamistyön on tehnyt Tiehallinnon sillantarkastuksen kehittämisen projektiryhmä (STARK), johon kuuluivat kehittäispäällikkö Jouko Lämsä (pj.), tieinsinööri Miko Inkala, insinööri Hannu Paattilampi, tieinsinööri Marja-Kaarina Söderqvist, tieinsinööri Timo Tirkkonen ja siltainsinööri Jouko Välimäki Tiehallinnosta. Li-insinööri Jorma Huura ja insinööri Jorma Lampinen Insinööritoimisto Jorma Huura Oy:stä sekä diplomi-insinööri Antti Rämet Tieliikelaitoksen konsultoinnista. Työryhmän sihteereinä toimivat Jorma Huura, Jorma Lampinen ja Antti Rämet. Ohjeen viimeistely on tehty Insinööritoimisto Jorma Huura Oy:ssä.

Helsingissä tammikuussa 2004

Tiehallinto, siltatekniikka

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 1/2013.

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.

Sisältö

1	SILLANTARKASTUSTOIMINTA	11
1.1	Yleistä	11
1.1.1	Suomen sillaston kehitys	11
1.1.2	Siltojen suunnittelukuormat	11
1.1.3	Siltojen tarkastustoiminnan kehitys	13
1.1.4	Sillantarkastusohjeen käyttöalue	13
1.1.5	Muut sillantarkastusohjeet	13
1.2	Tarkastustoiminnan tavoitteet	14
1.2.1	Tarkastustoiminnan päämäärä	14
1.2.2	Tarkastustoiminnan tarkoitus	14
1.2.3	Optimaalinen käyttöaika	14
1.3	Tarkastustoiminnan organisointi	15
1.3.1	Tarkastustoiminta tienpidon osana	15
1.3.2	Tarkastusorganisaatio	15
1.3.3	Siltojen tarkastusjärjestelmä	15
1.3.4	Sidosryhmät	16
1.3.5	Tarvittavat luvat ja lyöturvallisuus	16
1.3.6	Työskentely rautatiealueella	16
1.4	Tarkastustulosten käyttö tienpidossa	19
1.4.1	Tarkastusperiaatteet	19
1.4.2	Siltarekisterin tietojen tarkistus	19
1.4.3	Siltojen hoito ja ylläpito	19
2	KÄSITTEET JA MÄÄRITELMÄT	20
2.1	Siltatyypit	20
2.1.1	Betonisillat	20
2.1.2	Terässillat	21
2.1.3	Puusillat	21
2.1.4	Kivisillat	21
2.2	Sillan päämitat	22
2.2.1	Aukkomitat	22
2.2.2	Leveysmitat	23
2.3	Alusrakenne	24
2.3.1	Maatuet	24
2.3.2	Välituet	25
2.4	Päällysrakenne	26
2.4.1	Betonisillat	26
2.4.2	Terässillat	28
2.4.3	Puusillat	29
2.4.4	Kivisillat	29
2.5	Sillan varusteet ja laitteet	30
2.5.1	Kuivatuslaitteet	30
2.5.2	Saumarakenteet	30
2.5.3	Kaiteet	30
2.5.4	Laakerit	30
2.5.5	Muut varusteet ja laitteet	32

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.

3	TARKASTUSJÄRJESTELMÄ	32
3.1	Yleistä	33
3.2	Vastaanottotarkastus	34
3.2.1	Tarkastuksen valmistelu	34
3.2.2	Tarkastajat	34
3.2.3	Tarkastuksen ajankohta	34
3.2.4	Tarkastus	34
3.3	Jatkuva tarkkailu ja vuositarkastus	35
3.3.1	Tarkastukset	35
3.3.2	Vaurioista ilmoittaminen	35
3.4	Yleistarkastus	36
3.4.1	Tarkastajat	36
3.4.2	Tarkastuksen ajankohta	36
3.4.3	Tarkastus	36
3.4.4	Tarkastettavat kohteet	37
3.4.5	Suurten vesistösiltojen yleistarkastus	39
3.4.5.1	Yleistä	39
3.4.5.2	Tarkastettavat sillat	40
3.4.5.3	Tarkastajien pätevyysvaatimukset	40
3.4.5.4	Tarkastusväli	40
3.4.5.5	Tarkastusten apuvälineet	40
3.4.5.6	Liikennejärjestelyt	40
3.4.5.7	Tarkastusmenetelmät ja raportointi	40
3.4.5.8	Tutkimusten laajuus	41
3.5	Erikoistarkastus	42
3.5.1	Tarkastajat ja tarkastusvälineet	42
3.5.2	Tarkastuksen ajankohta	42
3.5.3	Tarkastus	42
3.6	Tehostettu tarkkailu	44
3.6.1	Tarkastajat	44
3.6.2	Tarkkailuvälit	44
3.6.3	Tarkastus	44
3.6.4	Johtopäätökset	44

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.

4	TARKASTUSMENETELMÄT	45
4.1	YLEISTÄ	45
4.1.1	Yleistarkastajan välineet	46
4.1.2	Erikoistarkastusvälineet	46
4.2	NÄKÖHAVAINNOT	47
4.2.1	Betonirakenteet	47
4.2.2	Teräsrakenteet	47
4.2.3	Puurakenteet	47
4.2.4	Kivirakenteet	48
4.2.5	Muut rakenteet	48
4.2.6	Valokuvaus ja videokuvaus	48
4.3	MITTAUKSET	49
4.3.1	Kiinto- ja tarkkailupisteet	49
4.3.2	Pituudenmittaus	49
4.3.3	Vaaitus ja kulmanmittaus	51
4.3.4	Muut mittaukset	52
4.4	Pintatestaus	53
4.4.1	Betonirakenteet	53
4.4.2	Teräsrakenteet	54
4.4.3	Puurakenteet	54
4.5	Näytteenotto ja laboratoriokokeet	55
4.5.1	Betonirakenteet	55
4.5.2	Teräsrakenteet	56
4.5.3	Puurakenteet	56
4.5.4	Näytteiden merkintä	56
4.6	Erikoistutkimukset	57
4.6.1	Betonirakenteet	57
4.6.2	Teräsrakenteet	59
4.6.3	Puurakenteet	59
4.6.4	Siltapaikalla tehtävät erikoistutkimukset	59
4.7	Vedenalaiset tarkastukset	60
4.8	Tarkastuksissa käytettävät apuvälineet	61
5	MATERIAALIEN OMINAISVAURIOT	63
5.1	Yleistä	63
5.2	Betoni	64
5.2.1	Pintavauriot	64
5.2.2	Halkeamat	65
5.2.3	Raudituksen korroosio	69
5.3	Teräs	70
5.4	Puu	71
5.5	Kivi	71

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.

6	RAKENNEOSIEN VAURIOT	72
6.1	Yleistä	72
6.2	Alusrakenne	72
6.2.1	Maatuet ja lauttalaiturit	74
6.2.2	Välituet	77
6.2.3	Ankkurointirakenteet	78
6.2.4	Kunnossapito	78
6.3	Päällysrakenne	79
6.3.1	Betonirakenteet	79
6.3.2	Teräsrakenteet	80
6.3.3	Puurakenteet	82
6.3.4	Kannen pintarakenteet	82
6.3.5	Kunnossapito	84
6.4	Sillan varusteet ja laitteet	85
6.4.1	Saummat	85
6.4.2	Liikuntasaumalaitteet	86
6.4.3	Kuivatuslaitteet	86
6.4.4	Laakerit ja nivelet	87
6.4.5	Kaiteet	88
6.4.6	Muut laitteet	88
6.4.7	Kunnossapito	89
6.5	Siltapaikan rakenteet	90
6.5.1	Verhoukset	90
6.5.2	Kuivatuslaitteet	91
6.5.3	Kunnossapito	91
7	RAPORTOINTI JA ARKISTOINTI	92
7.1	Yleistä	81
7.2	Tarkastusraportit	92
7.2.1	Vastaanottotarkastus	92
7.2.2	Vuositarkastus	92
7.2.3	Yleistarkastus	93
7.2.4	Erikoistarkastus	93
7.2.5	Tehostettu tarkkailu	93
7.3	Siltarekisteri	93
7.3.1	Sisältö	94
7.3.2	Käyttö ja raportointi	94
7.3.3	Yhteydet muihin rekistereihin	94
7.4	Siltatietoarkistot	94
7.4.1	Viralliset arkistot	94
7.4.2	Silta-arkistot	94
7.4.3	Arkistojen käyttö	95
8	VIITELUETTELO	96
9	LIITTEET	98
	Liite 1 Ratatyöulottuma	
	Liite 2 Aukean tilan ulottuma	
	Liite 3 Sukellustarkastus, tarkastusselostus	
	Liite 4 Tehostettu tarkkailu, tarkastusselostus	

1 SILLANTARKASTUSTOIMINTA

1.1 YLEISTÄ

1.1.1 Suomen sillaston kehitys

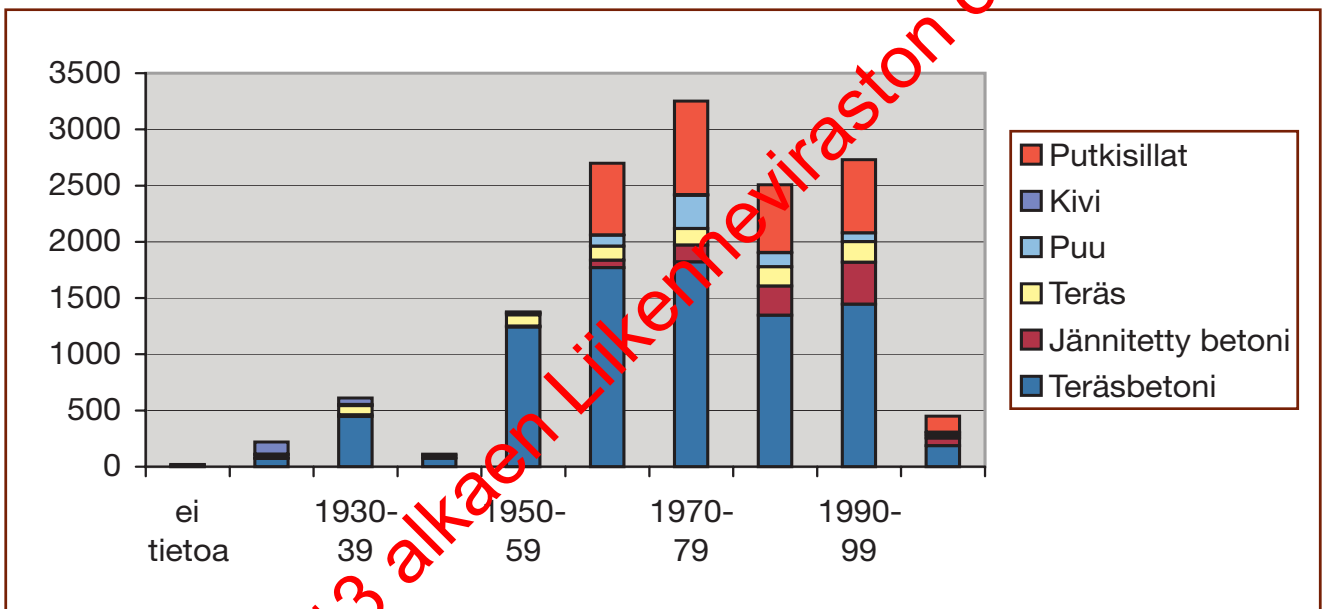
Vaikka sillanrakennustaito on tuhansia vuosia vanha, Suomen sillaston historia on lyhyt ja vaatimaton.

Vanhimmat yleisillä teillä olleet sillat ovat nykyisin museosilloja. Niiden hoito ja ylläpito on Tiehallinnon tai kuntien vastuulla. Suomen vanhin silta on Espoon kartanon kiviholvisilta, joka valmistui vuonna 1777. Terässilloista vanhin on Korian silta, joka valmistui

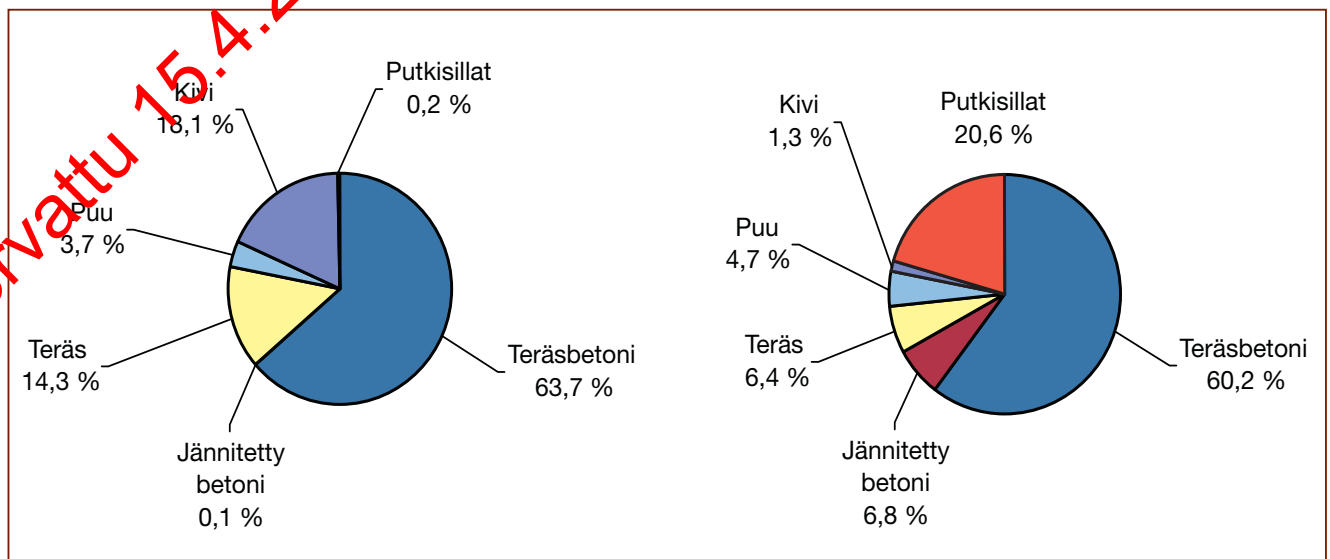
vuonna 1870 ja teräsbetonisilloista vanhin on Tönnön silta Orimattilassa, joka valmistui vuonna 1911.

Vuoden 2003 alussa yleisillä teillä olevat sillat ja-
kaantuivat iältään eri rakennusvuosikymmenille kuusi
1 mukaisesti. Kuvassa 2 on esitetty vertailun vuoksi
rakennusmateriaalien mukainen jako vuosina 1950 ja
2003. Varhaisempina aikoina puu- ja kivisiltojen
osuus on ollut suurempi.

Perusteellinen selvitys Suomen sillaston kehitykses-
tä on julkaisussa Maantiesillakannan kehitys Suo-
messä /1/.



Kuva 1. Yleisten teiden siltojen ikäjakauma päärakennusmateriaaleittain 1.1.2003.



Kuva 2. Yleisten teiden siltojen rakennusmateriaalit vuosina 1950 ja 2003.

1.1.2 Siltojen suunnittelukuormat

Ensimmäinen siltojen suunnittelua koskeva ohje on annettu kiertokirjeellä vuonna 1891 (tasainen kuorma 250–400 kg/m² tai ajoneuvo 3000–5000 kg).

Ensimmäiset siltojen suunnittelua ohjaavat teknilliset määräykset on annettu vuonna 1921. Niiden mukaan sillat suunniteltiin koko 1920-luvun ajan kuuden tonnin kuorma-autolle ja 400 kg/m²:n tasan jakautuneelle kuormalle.

Seuraavalla vuosikymmenellä otettiin käyttöön uusi suunnittelukuorma, jonka mukaan sillat suunniteltiin kahdelle 9 tonnin painoiselle kuorma-autolle tai yhdelle 9 tonnin kuorma-autolle sekä 400 kg/m²:n tasaiselle kuormalle. Jännemitan ylitettyä 40 metriä tasan jakautunut kuorma laskettiin kaavasta:

$p = 480 - 2 L$, jossa L oli jännemitta.

Akselikuormissa alettiin ottaa huomioon jännemitan mukaan määräytyvät sysäyslisät 40–10%.

1950-luvulta lähtien on kehitys tapahtunut rakenteiden kuormitusmääräysten (RKM), kuormitusnormien (RKN) ja pohjoismaisten kuormitusmääräysten (PKM) mukaan seuraavasti:

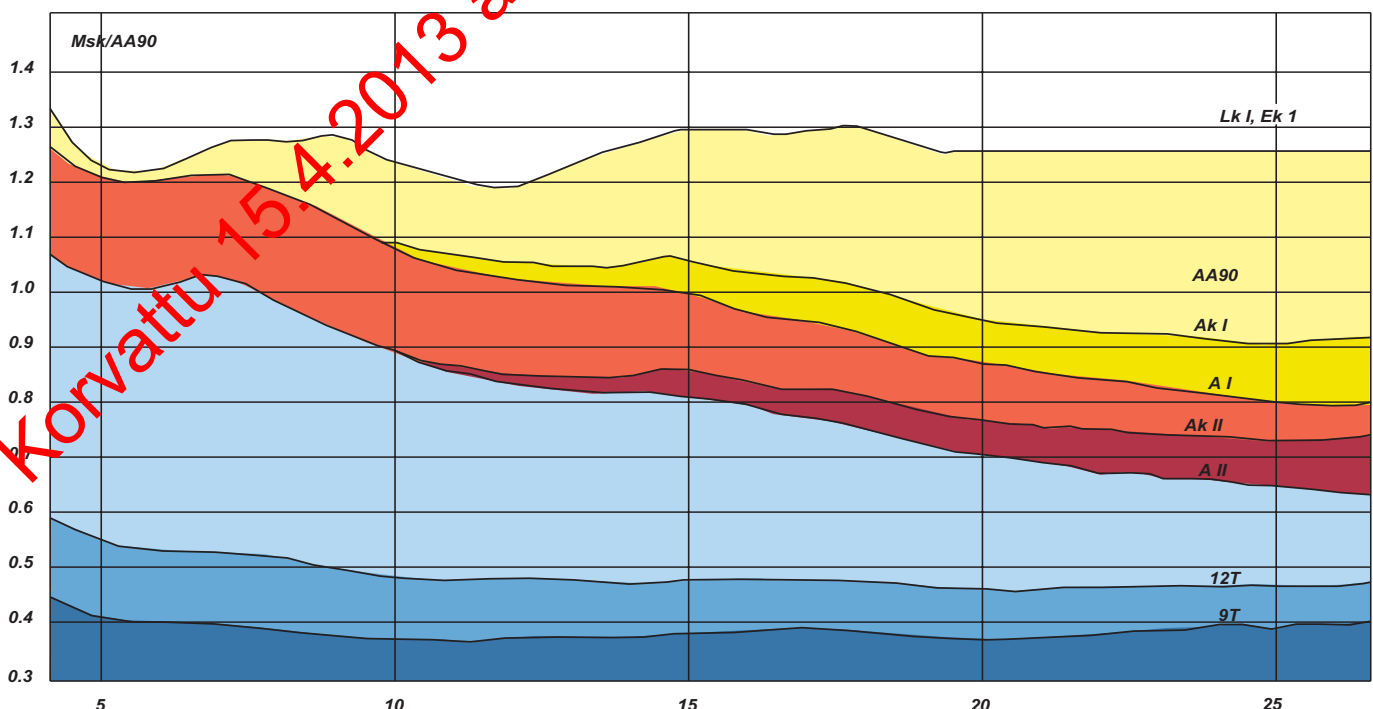
- 1950 (A II/RKM 1955): Akselikuorma 12 t (sysäyslisä 40 %) sekä nauhakuorma 1,8–0,9 t/m (kolmen

metrin kaistalle). Jos jännemitta (L) oli 15–75 m, laskettiin nauhakuorma (p) kaavasta

$$p = 1/4 \cdot \left(1 + \frac{90}{L+15}\right) \cdot 1,8 \text{ t/m}$$

- 1953 (A I / RKM 1955): Akselikuorma 14 t sekä nauhakuorma 2,4...1,2 t/m.
- 1961 (Ak I): Tarkistuskuormina otettiin käyttöön telikuormat I ja II sekä erillinen pyöräkuorma Epk 10 t.
- 1971 (PKM 71 / RKM 1975): Kolme 21 tonnin akselia sekä tasainen kuorma 0,5 t/m². Tarkistus erikoiskuormalle Ek I tai Ek II.
- 1991 (TIEL 91): Kuormaluokat I ja II. Kuormaluokassa I on kolme 210 km:n akselia sekä tasaisesti kuormakaistan leveydelle jakautunut nauhakuorma 9 kN/m. Tarkistus raskaalle erikoiskuormalle Ek 1 tai Ek 2. (Suunnittelukuorman merkintä esim. Lk I, Ek 1/TIEL 91, vuodesta 1999 alkaen Lk I, Ek 1/TIEL 99).

Kuormitusten väliset suhteet ilmenevät kuvasta 3, jossa on esitetty yksiaukkoisen sillan maksimikenttämomenttien suhde eri jännemitoilla ja suunnittelukuormilla ajoneuvoasetuksen (AA 90) sallittuun kuormaan verrattuna. Tarkastuksissa huomioon otettava seikka on, että nykyisen ajoneuvoasetuksen kuormitustasoa suunnilleen vastaavat tai sen ylittävät vuodesta 1961 alkaen käytössä olleet suunnittelukuormat.



Kuva 3. Suunnittelukuormien suhde ajoneuvoasetuksen (AA 90) sallittuun kuormaan.

1.1.3 Siltojen tarkastustoiminnan kehitys

Siltojen teknillisiä lopputarkastuksia on tehty 1960-luvun alkupuolelta lähtien.

Ensimmäinen yritys siltojen jatkuvan tarkastustoiminnan käynnistämiseksi tehtiin TVH:n toimesta vuonna 1966. Järjestelmällinen siltojen tarkastustoiminta aloitettiin Tie- ja vesirakennuslaitoksessa vuonna 1970 silloisen TVH:n siltaosaston toimeksiannosta. Yleisten teiden sillaston ensimmäinen tarkastuskierrros (inventointi) vei aikaa yli 15 vuotta. Pii-reittäin oli huomattavia eroja. Tarkastuksissa käytettiin apuna muistilistaa (sillantarkastusselostus), joka oli TVH:n kirjeen liitteenä.

Päävastuu siltojen kunnossapidosta on kuulunut tiepiireille ja edelleen tiemestaripiireille. Tiemestarit ovat seuranneet siltojen kuntoa vaihtelevalla tarkkuudella. Käytäntöä pyrittiin yhdenmukaistamaan koulutuksen avulla vuonna 1976. TVH:n kunnossapitotoimisto laati siltojen kunnossapito-ohjeen vuonna 1982. Tiehallituksen siltayksikkö uusi ohjeen vuonna 1992 ja Tiehallinnon siltateknikka uudelleen vuonna 2004 /2/.

Tielaitoksen siltojen tarkastustoiminta kehittyi voimakkaasti 1980 ja -90 -lukujen vaihteessa siltojen hallintajärjestelmän (Siha) kehittämisen yhteydessä. Painopiste siirtyi kuntotiedoista vauriotietoihin ja vuoden 1986 sillantarkastusohjeen vaurioluokitusta täydennettiin.

Sillantarkastustietojen luokittelu- ja kirjauksen ohjeet sisältävä Sillantarkastuskäsikirja julkaistiin vuonna 1990. Sillantarkastustoiminnan nopean kehittymisen takia se on uusittu useita kertoja /3/.

1.1.4 Sillantarkastusohjeen käyttöalue

Tätä sillantarkastusohjetta käytetään siltojen vastaanottotarkastuksissa, yleistarkastuksissa, erikoistarkastuksissa ja tehostetussa tarkkailussa. Vuositarkastuksissa ohjetta voidaan käyttää soveltuvien osien.

Ohjetta käytetään myös lauttalaitureita ja sillakkeita tarkastettaessa. Siltojen koneistot ja sähkölaitteet tarkastetaan erillisten ohjeiden mukaan.

Lisäksi ohjetta voidaan soveltaa tarkastettaessa paa-luaittoja, tukimuureja, johtotunneleita ja rumpuja.

1.1.5 Muut sillantarkastusohjeet

Sillantarkastusohje on tarkastustoiminnan perusohje. Sitä täydentäviä ohjeita ovat:

- Sillantarkastuskäsikirja TIEH 2000009
- Siltarekisteri 3. Inventointiohje ja käyttäjän opas. (Ohjelmiston sähköinen opastetoiminto). TIEH 2200024-v
- Siltojen hoidon ja ylläpidon laatuvaatimukset, TIEH 2200023
- Potentiaalimittaus raudoitteiden korroosion tutkimusmenetelmänä (VTT:n tiedotteita 978, Espoo 1989)
- Raudoitteiden korroosioasteen määrittäminen, TIEH 3200835
- Betonirakenteiden halkeamien kartoitus kastelun ja valokuvauksen avulla (VTT/RAM 1992)
- Kimmovasaran käyttäjän ohje, TIEH 3200706.

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 7/2013.

1.2 TARKASTUSTOIMINNAN TAVOITTEET

1.2.1 Tarkastustoiminnan päämäärä

Siltojen tarkastustoiminnan päämääränä on

- 1) taata liikenneturvallisuus,
- 2) estää siltojen tarpeeton rappeutuminen sekä
- 3) säilyttää rakenteiden ulkonäkö sopivalla tasolla.

Liikenneturvallisuuden asettamista vaatimuksista ei voida tinkiä. Sillan käyttöaikaan ja kestoikään vaikuttaminen riippuu tiepoliittisista ratkaisuista, joita tehtäessä on tärkeää, että sillaston kunnosta on riittävästi tietoja. Näitä tietoja voidaan saada vain järjestelmällisen siltojen tarkastustoiminnan avulla. Sillan ja siltapaikan ulkonäköön on kiinnitettävä huomiota niin, että ne ovat sillan maisemallisen arvon mukaisessa kunnossa.

1.2.2 Tarkastustoiminnan tarkoitus

Siltojen tarkastustoiminnan tarkoituksena on

- 1) sillan rakenteellisen turvallisuuden ja palvelutason takaaminen niin, ettei sillassa ole näitä vaarantavia vaurioita tai muodonmuutoksia,
- 2) vaurioiden rekisteröinti niin, että tarvittavat korjaukset voidaan tehdä oikeaan aikaan ja oikein mitoitettuna,
- 3) rakenneosien kunnon ja muodonmuutosten seuraaminen niin, että vaurioiden kehittymisestä voidaan tehdä oikeat johtopäätökset,
- 4) rakenneosien toimivuuden seuraaminen niin, että niistä saadaan kokemuksen perustuvaa tietoa suunnittelijoille ja rakentajille huomioon otettavaksi,
- 5) kuormitusolosuhteiden muutosten seuraaminen niin, että sillan kanta uudesta on oikea käsitys kuljetuksia suunniteltaessa ja valvottaessa,
- 6) sillan kunnossapidon seuraaminen niin, että epäpuhtaudet ja muut haittatekijät eivät pääse tarpeettomasti vahingoittamaan siltaa.

Tältä ohjalta tapahtuva järjestelmällinen tarkastustoiminta palvelee asetettuja päämääriä.

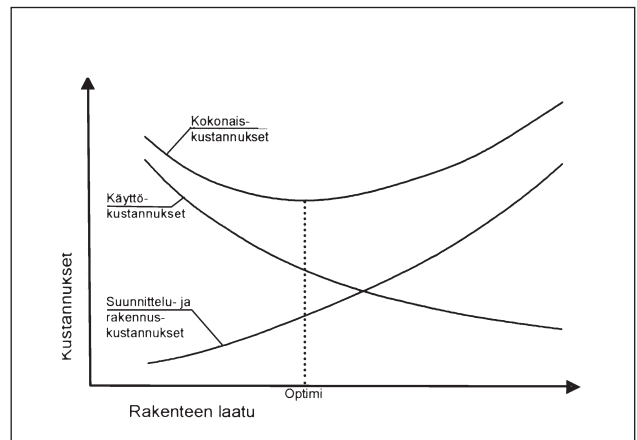
Määrällisesti tarkastustoiminta painottuu sillan käyttöaikaan vaikuttavien tekijöiden tarkkailuun. Tarkastustoiminnan ja käyttöajan välillä onkin selvä riippuvuus. Käyttämällä hyväksi tarkastustoiminnasta saatavia tietoja voidaan saavuttaa huomattavia kansantaloudellisia säästöjä.

1.2.3 Optimaalinen käyttöaika

Sillan tarkastustoiminnan ja sen perusteella tehtävien toimenpiteiden tavoitteena on taata sillalle optimaalinen käyttöaika. Sillan optimaalinen käyttöaika tarkoittaa, että siltaa hoitamalla ja kunnostamalla estetään tarpeeton rappeutuminen niin, että silta täyttää rakennusmateriaalille ja siltatyypille asetetut vaatimukset. Arvostelussa on otettava huomioon sillan kuormituksessa mahdollisesti tapahtuneet muutokset.

Optimaalisen käyttöajan käsite tarkentuu vähitellen, kun tarkastustoiminnan avulla saadaan tarkentuvia tietoja vaurioista ja siltatyypille ominaisista ongelmista. Näin ollen sillantarkastustoiminnan avulla voidaan vähitellen estää sopimattomien materiaalien ja virheellisten ratkaisujen käyttö.

Siltatyypin optimikustannuksia voidaan aikanaan verrata toisiinsa, kun sillantarkastustoimintaan liittyvän kustannusseurannan avulla saadaan suunnittelu-, rakennus-, hoito- ja kunnostuskustannusten summana kokonaiskustannukset.

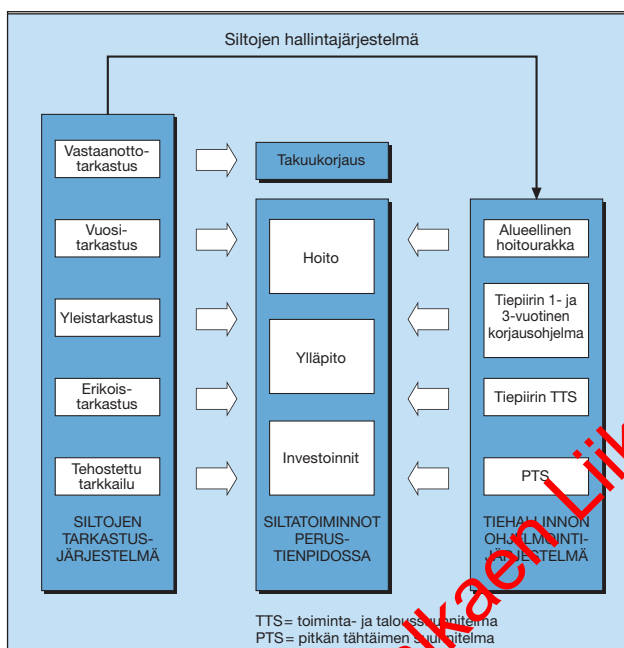


Kuva 4. Sillan optimikustannusten muodostumisperiaate.

1.3 TARKASTUSTOIMINNAN ORGANISOINTI

1.3.1 Tarkastustoiminta tienpidon osana

Sillantarkastustoiminta liittyy Tiehallinnon siltatoimintaan kuvan 5 mukaisesti. Hanketasolla tarkastustoiminta palvelee lähinnä ylläpito- ja korjaustöiden sekä tarkastusten ohjelmointia.



Kuva 5. Tiehallinnon siltatoiminnot perustienpidossa.

1.3.2 Tarkastusorganisaatio

Päävastuu siltajärjestelmän kunnosta kuuluu Tiehallinnon tiepiireille. Käytännössä silta-asoiden hoito on niin monitahoinen ja monenlaista asiantuntemusta vaativa, että tehtävissä onnistuminen edellyttää rakentavaa yhteistyötä kaikkien osapuolien kanssa. Sillantarkastustoimintaan liittyvät tehtävät jakaantuvat eri osapuolille pääpiirteissään kuvan 6 mukaisesti.

Tiepiirissä sillantarkastustoiminnan vastuuhenkilö on yleensä silta-asiantuntija tai tietotietojen vastuuhenkilö. Vastuuhenkilö ohjelmoo ja tilaa tarkastukset ja toimii eri organisaatiotasojen yhteyshenkilönä.

Pääosan tarkastuksista tekevät konsultit. Yleistarkastusten ja erikoistarkastusten tekeminen edellyttää Tiehallinnon Sillantarkastajatutkimuksen suorittamista. Vuositarkastukset kuuluvat tiepiirien tilaamiin alueellisiin hoitourakoihin.



Kuva 6. Tarkastusten organisointi.

Sillantarkastustoiminnan kehittämisestä, ohjeiden laatimisesta, koulutustoiminnasta ja laadunhallinnasta vastaa Tiehallinnon keskushallinto yhteistyössä tiepiirien ja alaan perehtyneiden konsulttien kanssa.

1.3.3 Siltojen tarkastusjärjestelmä

Tarkastusjärjestelmä muodostuu seuraavista silta-kohtaisista tarkastuksista:

- Vastaanottotarkastus
- Jatkuva tarkkailu ja vuositarkastukset
- Yleistarkastukset
- Erikoistarkastukset
- Tehostettu tarkkailu.

Riippusilloissa tapahtuvia muodonmuutoksia ja rakenteiden vaurioitumista tulee seurata säännöllisesti noin viiden vuoden välein tehtävin tarkkuusmittauksin ja erikoistarkastuksin Tiehallinnon keskushallinnon

ja tiepiirien yhteistyönä. Vinoköysisilloille ja joillekin muille suurille silloille on laadittu siltakohtainen hoito-ohje, jossa tarkastusten ja erikoistutkimusten sisältö, menetelmät ja ajankohdat on yksityiskohtaisesti määritetty. Muille suurille terässilloille tulee tehdä yleistarkastusta täydentävä kriittisten rakenneosien erikoistarkastus noin 15 vuoden välein.

Siltojen hallintajärjestelmän kehittämiseen kuuluu ns. tarkkailusiltaverkosto. Tarkkailusilloille tehdään viiden vuoden välein perustarkastus vakioidun ohjelman mukaan. Niille ei tehdä yleistarkastuksia erikseen.

1.3.4 Sidosryhmät

Silta sijaitsee sillä tiellä, joka menee toisen tien tai muun väylän yli. Vastuu siltojen tarkastamisesta kuuluu ylittävän tien tienpitäjälle. Näin ollen siltojen tarkastusvastuu eri tienpitäjille kuuluvien väylien eritasoristeyksissä määräytyy seuraavasti:

- Ylikulkusillat: Tiehallinto
- Alikulkusillat: Ratahallintokeskus
- Katusillat ja kaavateiden sillat: kunnat
- Yksityisteiden sillat: tiehoitokunnat.

Muiden yleisiin teihin liittyvien siltojen tienpito ja tarkastusvastuu kuuluu Tiehallinnolle, ellei toisin ole sovittu.

Jos sillan alittava väylä ei kuulu samalle tienpitäjälle, on luiskien, keilojen ja kuivatuslaitteiden hoidosta ja kunnostuksesta tehtävä kirjallinen sopimus. Pääsääntöisesti näiden rakenteiden hoito ja ylläpito kuuluu alittavan väylän kunnossapitäjälle.

1.3.5 Tarvittavat luvat ja työturvallisuus

Kaikkien tarkastusten työturvallisuusasioissa on noudatettava laien ja asetusten ja muiden viranomaismääräysten vaatimuksia ja ohjeita sekä soveltuvien osin siltojen korjausohjeiden työturvallisuusohjeita 74/.

Yleiset tied

Jos tarkastuksen tekemiseksi tarvitaan tieliikenteen ohjaamista tai rajoittamista, liikennejärjestelyistä on laadittava liikenteenohjaussuunnitelma, joka on hyväksyttävä tiepiirissä. Nopeusrajoituksen asettamista varten on saatava tiepiirin päätös.

Sillantarkastajien, kuten kaikkien muidenkin tiellä työskentelevien henkilöiden, on suoritettava Tiehallinnon liikenneturvallisuuskoulutukseen kuuluva Tieturva I -kurssi. Liikennejärjestelyistä ja työturvallisuudesta vastaavien ja liikenteenohjaussuunnitelmia hy-

väksyvien henkilöiden on lisäksi suoritettava Tieturva II-kurssi.

Laivaväylät

Jos vesistösillan alikulkukorkeutta rajoitetaan sillan tarkastettaessa, siitä on tiedotettava paikallisen merenkulkupiirille.

1.3.6 Työskentely rautatiealueella

Yleistä, turvallisuusmääräykset, luvat

Sillantarkastajien tulee työn aikataulun ja toimenpiteiden suunnittelussa ja toteutuksessa huolehtia, ettei rautatieliikenteen turvallinen ja esteetön kulku sillantarkastusten aikana vaarannu. Sillantarkastusten yhteydessä junaliikenteen nopeutta ei rajoiteta, ellei rajoittamisesta ole erikseen sovittu. Tarkastuksia suunniteltaessa ja tehtäessä on huomioitava rataosakohtaiset junaliikenteen nopeudet.

Sillantarkastajien laatimat rautatieliikenteeseen ja sen turvaamiseen vaikuttavat suunnitelmat on esitettävä tilaajan tai tilaajan valtuuttaman asiantuntijan hyväksyttäväksi kolme viikkoa ennen toimenpiteen aloittamista.

Sillantarkastajien on noudatettava tarkastustyössään voimassaolevia juna- ja liikenneturvallisuuteen liittyviä määräyksiä, työturvallisuusmääräyksiä sekä tilaajan ja Ratahallintokeskuksen määräyksiä työskennellessään rautatien läheisyydessä.

Liikenteen alaisen raiteen läheisyydessä työskennellessä on noudatettava yleisiä rautatiealueella ja sähköistetyllä rataosalla työskentelyä koskevia määräyksiä 75/. Rautateihin liittyviä juna- ja työturvallisuusjulkaisuja voi tilata VR kirjapainosta.

Sillantarkastajan on työssään noudatettava ja otettava huomioon tilaajan laatiman juna- ja työturvallisuutta koskevan Turvallisuusasiakirjan ja sitä täydentävän, sillantarkastajan laatiman Turvallisuussuunnitelman sisältö. Turvallisuussuunnitelma tulee toimittaa tilaajan tarkastettavaksi kolme viikkoa ennen toimenpiteen aloittamista.

Ennen sillantarkastuksia tarkastajien on hankittava Ratahallintokeskuksen tai sen valtuuttaman tahon lupa, jos työ edellyttää varsinaista työskentelyä, mitauksia, erikoistutkimuksia, näytteidenottoa tai vastaavia toimenpiteitä kolmea metriä lähempänä raiteen keskiliinjaa. Lupa tarvitaan myös, jos toiminta aiheuttaa vaaraa tai rajoituksia rautatieliikenteelle tai rautateiden henkilökunnalle.

Luvassa määritellään junaliikenteen edellyttämät turvallisuusjärjestelyt, kuten

- koulutetun turvamiehen asettaminen työkohteeseen
- työn edellyttämät junaliikenteen järjestelyt ja niistä sopiminen liikennetietojen ennakoilmoitusjärjestelmässä (ETJ)
- työkoneissa tai henkilönostimissa tarvittavat rajoittimet.

Lupa on anottava viimeistään kolme viikkoa ennen töiden suunniteltua aloittamisajankohtaa.

Pätevyysvaatimukset rautatiealueella tehtävissä sillantarkastuksissa

Kaikilla rautatiealueella työskentelevillä tulee olla pätevyyskortti (Ratatyöntekijöiden pätevyysvaatimukset RHK C 1), josta ilmenee vähintään

- työnantaja
- henkilön nimi
- henkilönumero tai syntymäaika
- pätevyystunnus.

“Turva”-pätevyys (työturvallisuuskoulutus, entinen sähkö- ja junaturvallisuuskoulutus) vaaditaan henkilöltä, joka suorittaa sillantarkastustöitä ratatyöulottuman (RATU, liite 1) sisällä. Pätevyys vaaditaan myös niiltä, jotka liikkuvat tai joiden ohjaamat koneet tai niiden osat ovat ratatyöulottuman sisäpuolella tai voivat joutua liikenteenalaisen raiteen aukean tilan ulottuman sisäpuolelle. Aukean tilan ulottuma (ATU, liite 2) on 2,5 m raiteen keskilinjasta mitattuna.

Turvamiespätevyys (“turvan”) vaaditaan henkilöltä, joka työskentelee turvamiestehtävissä.

Muut pätevyudet ilmenevät Ratahallintokeskuksen julkaisusta Ratatyöntekijöiden pätevyysvaatimukset.

Pätevyyskoulutukset pitää suorittaa ennen töiden aloittamista. Maksulliset koulutukset järjestää VR Koulutuskeskus.

Sillantarkastusten toimittajan tulee perehdyttää työntekijänsä työolosuhteisiin ja pitää luetteloa perehdytetyistä henkilöistä. Perehdyttämisen yhteydessä tarvittavat ohjeet ja määräykset tulee jakaa tarkastuksia tekeväille henkilöstölle kuittausta vastaan.

Työskentely sähköistämättömillä radoilla

Sillan erikoistarkastajan tulee merkitä työalue ja ratatyöulottuman reuna viereisen raiteen puolella lippusiimalla. RATU:n reunamerkinän tulee näkyä myös veturinkuljettajalle.

Työskennellessään ratatyöulottuman sisäpuolella sillantarkastajan on kustannuksellaan järjestettävä turvamiespätevyys omaava turvahenkilö huolehtimaan ja varmistamaan junaliikenteen ja työntekijöiden turvallisuus. Turvahenkilöllä ei turvaamistehtävänä lisäksi saa olla muita tehtäviä. Työnjohtoon kuuluva henkilö ei saa toimia turvahenkilönä, vaikka hänellä olisikin siihen edellyttävä koulutus.

Raiteen vieressä liikkuvia koneita käytettäessä tarkastustyöt on järjestettävä ensisijaisesti niin, ettei työskentelyalue ulotu aukean tilan ulottuman sisäpuolelle.

Jos liikenteen alainen raide tai raiteita joudutaan työskentelyn aikana ylittämään tai mikäli aukean tilan ulottuman sisällä on lyhytaikaisesti mentävä tai jokin osa koneesta saattaa sinne ulottua, on tehtävä junasuoritusvälin varaus tai ratapihalle raidevaraus, jolloin raide suljetaan liikenteeltä sovituksi ajaksi. Raidevarauksen aikana raide on toimintakunnossa, mutta liikenne täysin suljettu. Raidevarauksen kustannuksista vastaa sillan tarkastaja. Raidevarauksen aikana tarkastustyö saa tapahtua vain junasuorittajan antamalla luvalla turvahenkilön ohjeiden mukaan. Työn päättymisestä on ilmoitettava junasuorittajalle.

Raidevarauksen saa tehdä vain junaturvallisuuspätevät (jt-pätevät) henkilöt. Raidevarauspyynnön on oltava jt-henkilöllä vähintään kolme viikkoa ennen pyydettyä raidevarausta.

Rautatieliikennettä koskevat rajoitukset hoidetaan Ennakoilmoitusjärjestelmällä (ETJ).

Junan lähestyessä viereisellä raiteella tarkastuskohdetta henkilönostimien ja muiden koneiden työt on keskeytettävä junan ohittamisen ajaksi.

Kun junasuoritusvälillä ei ole varausta, tarkastustyöt tehdään turvahenkilön varmistamana. Sillantarkastajat voivat käyttää omia koulutettuja turvamiehiään tai hankkia turvamiehet omalla kustannuksellaan.

Työskentely sähköistetyillä radoilla

Sähköistetyllä radalla jännite on 25 000 V ja sen läheisyydessä työskenneltäessä on noudatettava edellä esitettyjen määräysten lisäksi sähköistetyillä radoilla tehtäviä töitä koskevia erityisohjeita sekä sähkö- ja työturvallisuusmääräyksiä. Kaikkien sähköradalla työskentelevien henkilöiden on tunnettava tehtäviensä edellyttämässä laajuudessa sähköratamääräykset ja sähköturvallisuusmääräykset ja noudatettava niitä.

Tehtävään opastetun henkilön työskentelyalueen vähimmäisetäisyydet ratajohdon jännitteisistä osista ovat sivulla ja alapuolella 2 metriä. Työkoneen tai kuorman etäisyyden jännitteisiin rakenteisiin tulee olla sivulla vähintään 3 metriä ja alapuolella 2 metriä. Jännitteisen ajojohdon alla työskenneltäessä nostimissa ja työkoneissa on oltava hyväksyttävä nostokorkeuden rajoitin 4,5 m kiskon selästä mitattuna, tai on anottava jännitekatko.

Nostimet ja työkoneet on sillantarkastajan kustannuksellaan maadoitettava, kun jokin niiden osa ulottuu 5 metriä lähemmäksi sähköistetyyn raiteen jännitteisistä osista. Nostimen ja työkoneen runko maadoitetaan työn ajaksi paluukiskoon 25 mm²:n kuparijohtimella. Maadoitustarpeen määrittää paikallinen raideliikenteen sähköalan asiantuntija.

Työskentely jännitteisten rakenteiden yläpuolella on kielletty ilman sähkölaitteiston käytön johtajan antamia erityisohjeita. Jos joudutaan työskentelemään lähempänä jännitteisiä osia eikä käytetä suojarakenteita, on tehtävä kirjallinen jännitekatkopyyntö lomakkeella VR 3555. Se on toimitettava rautatieliikenteen paikalliselle organisaatiolle 2 viikkoa ennen tarkoitettua työviikkoa. Raiteen jännitekatko ei merkitse liikennekatkoa, ellei niin erikseen sovita. Jännitekatkot ovat maksullisia.

Jokaisesta jännitekatkosta on tehtävä kirjallinen sopimus sähköraiteen työmaadoituksen asentajan kanssa. Jännitekatkoa ei saa tulkita alkavaksi ilmoitettuna kellonaikana. Jännitekatko alkaa ja työt saa aloittaa, kun työmaadoituksen asentaja antaa allekirjoittamansa jännitekatkon sopimuskaavakkeen työstä vastaavalle henkilölle ja työstä vastaava henkilö on sen allekirjoittanut. Jännite kytketään vasta, kun työstä vastaava henkilö on antanut allekirjoittamansa sopimuskaavakkeen työmaadoituksen purkajalle ilmoituksena töiden lopettamisesta. Jännitettä ei kytketä ennen tätä ilmoitusta.

Maadoitustöihin kuluu jännitekatkon molemmissa päissä noin puoli tuntia, joten käytännössä jännitekatko on noin tunnin ilmoitettua lyhyempi.

Sillantarkastusten mittauksissa on käytettävä metallisten mittanauhoiden sijasta muovinauhoja ohjaus- ja turvalaitevirtapiirien ja nauhaan indusoituvan sähkövirran vuoksi.

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 1/2013.

1.4 TARKASTUSTULOSTEN KÄYTTÖ TIENPIDOSSA

1.4.1 Tarkastusperiaatteet

Sillantarkastuksessa sillan kaikki rakenneosat käydään silmämääräisesti systemaattisesti läpi. Vaurioista selvitetään tyyppi, luokka, laajuus ja vaurion syy sekä määritetään korjaustoimenpide ja sen kiireellisyys. Vauriotietojen perusteella pää rakenneosille ja koko sillalle annetaan kuntoarvio.

Tarkastuksissa käytetään kuntoasteikkoa 0–4 ja vaurioasteikkoa 1–4.

Kuntoluokat ovat:

- 0 = uudenveroinen
- 1 = hyvä
- 2 = välttävä
- 3 = huono
- 4 = erittäin huono.

Vaurioluokat ovat:

- 1 = lievä
- 2 = merkittävä
- 3 = vakava
- 4 = erittäin vakava.

Yleisimpien vaurioiden vaurioluokittelu on esitetty yksityiskohtaisesti *Sillantarkastuskäsikirjassa* /3/.

1.4.2 Siltarekisterin tietojen tarkistus

Tarkastuksissa tarkistetaan myös sillan perustietoja ja kerätään puuttuvia tietoja. Tiedot päivitetään mahdollisimman pian *Siltarekisteriin* /6/. Tämä on tärkeää, jotta Siltarekisteristä on saatavissa ajan tasalla olevat tiedot.

1.4.3 Siltojen hoito ja ylläpito

Siltarakenteiden puhtaanapito ja huolto ehkäisee tehokkaasti vaurioiden syntymistä, jolloin voidaan saada aikaan kustannussäästöjä. Tarkastusten yhteydessä on kiinnitettävä huomiota myös niihin seikoihin.

Siltojen ylläpitoon kuuluvat siltojen yleis- ja erikoistarkastukset, yksittäisten vaurioiden korjaukset, peruskorjaukset ja kuntosyistä toteutettavat sillan uusimiset /7/.

Tarkastuksista saatavia vauriotietoja käytetään tarvittavia toimenpiteitä korjaus- ja uusimishjelmiin sijoitettaessa.

Pääosa tarkastuksista saatavista tiedoista palvelee siltojen kunnostusta. Tietojen tarkkuustaso vaihtelee niin, että vähäiset kunnostustoimenpiteet voidaan tehdä vuosi- tai yleistarkastuksen perusteella, mutta sillan korjaamista varten on aina tehtävä erikoistarkastus. Tarkastuksissa on aina pyrittävä selvittämään vaurion syy, koska vaurio yleensä uusiintuu, ellei syytä poisteta.

Tarkastustoiminnasta saatavat kuntotiedot otetaan huomioon myös kuljetuslupia myönnettäessä.

Erittäin tärkeätä on tarkastuksista saatavien kokemusten antaminen palautteena suunnittelijoille ja rakentajille. Näin estetään virheellisten materiaalien, rakennusratkaisujen ja työmenetelmien käyttö. Käytännö on osoittanut, että eri osapuolten välinen rakentava yhteistoiminta on ollut tuloksellista ja kehittävää. Samalla saadaan myös viitteitä siihen, miten tutkimus- ja kehitystoimintaa pitää painottaa ja suunnata. Tätä ohjausta varten tarkastustoiminnan yhteydessä on pyrittävä kokoamaan tietoja rakennusmateriaaleille ja siltatyypeille ominaisista virheistä, jotta siltatuotantoa voidaan kehittää parempaan suuntaan.

2 KÄSITTEET JA MÄÄRITELMÄT

Silta on esteen ylittävä rakenne, jonka vapaa-aukko on kaksi metriä tai suurempi.

2.1 SILTATYYPIT

Siltatyyppejä käsitellään tarkemmin erillisissä ohjeissa /6 ja 8/. Siltatyyppi määritetään huolellisesti ja ohjeiden mukaisesti uuden sillan suunnitelmassa tai siltaa koskevia tietoja ensimmäistä kertaa Siltarekisteriin vietäessä. Sillantarkastusten yhteydessä on kuitenkin syytä varmistaa, että Siltarekisteriin merkitty siltatyyppi on oikea.

Sillat jaetaan jännemittojen summan perusteella seuraaviin ryhmiin:

- pieni silta alle 20 m
- keski-suuri silta 20–60 m
- suuri silta yli 60 m.

2.1.1 Betonisillat

Teräsbetoni otettiin sillanrakennusmateriaalina käyttöön maassamme 1910-luvulla. Alkuvuosikymmenille oli luonteenomaista siltatyyppien moninaisuus sekä monet rakenne- ja rakennusteknilliset ratkaisut.

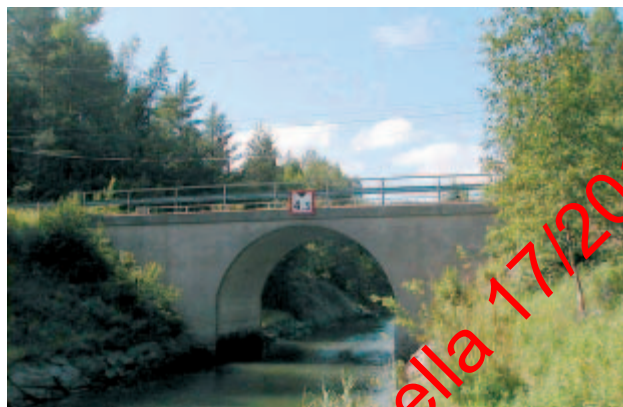
Yleisten teiden silloista on yli 60 % teräsbetonirakenteisia. Jännitetyt sillat ja elementtisillat tulivat yleiseen käyttöön 1960-luvulla.

Suosituin siltatyyppi on teräsbetonin laattasilta joko yksi- tai useampiaukkoisena (kuva 7). Teräsbetonisilloista on yli 60 % laattasiltoja. Tätä siltatyyppiä voidaankin pitää kansallisena siltatyyppinä.



Kuva 7. Laattasilta (Oinaalan silta, Renko, H-1216).

Holvi on staattisesti ja esteettisesti edullisen muotonsa ja perinteisyytensä vuoksi ollut myös suosittu siltatyyppi (kuva 8).



Kuva 8. Holvisilta (Kanavan silta, Pammisaari, U-686).

Teräsbetoniset laattakehä sillat (kuva 9) tulivat yleiseen käyttöön 1970-luvulla, koska olivat rakennuskustannuksiltaan edullisempia kuin laattasilillat.



Kuva 9. Laattakehäsilta (Nikinsalmen silta, Ristiina, KaS-2643).

Elementtirakentaminen, jännittäminen ja pyrkimys hoikkiin rakenteisiin näkyy 1960- ja 1970-lukujen siltatuotannossa. Teräsbetonisia palkkisilloja on tehty runsaasti elementtirakenteisina (kuva 10).



Kuva 10. Elementtirakenteinen jännitetty betoninen palkkisilta (Upon risteys ja ylikulkusilta, Lahti, H-4756).

Poikkileikkaukseltaan edellisten sovellutuksia ovat kotelopalkkisillat ja ontelolaattasillat.

Jos silta on jännitetty, se ilmaistaan siltatyyppimerkinnässä.

2.1.2 Terässillat

Sillanrakennustaito tuli maahamme rautateiden rakentamisen myötä. Maanteille 1800-luvun loppupuolella rakennetut terässillat on purettu Korean siltaa lukuun ottamatta. Osa silloista tuhoutui sotien aikana.

Yleisin siltatyyppi on teräksinen palkkisilta (kuva 11). Kansirakenteena on käytetty betonia tai puuta. Teräspalkit on tehty niittaamalla, hitsaamalla tai muototeräksestä.

Suuret sillat on yleensä rakennettu terässiltoina. Käytetyimmät siltatypit ovat ristikko-, riippu- ja kaarisillat. Viime aikoina rakennetut terässillat ovat palkki- ja vinoköysisillat.



Kuva 11. Teräksinen palkkisilta (Pyhäjoen silta, Pyhäsalmi, O-3272).

Teräsputkirakenteita (kuva 12) on käytetty melko runsaasti 1960-luvulta lähtien sekä vesistöisiltain (putkisilta) että autokäytävänä. Sillastosta on noin 20 % näitä rakenteita.



Kuva 12. Teräksinen putkisilta (Salmiahon silta, Evijärvi, V-5258).

Vesiteiden yli johtavia avattavia siltoja on noin 20 kappaletta. Siltatyyppejä ovat kääntö-, läppä- ja nostosillat. Yleisin rakennusmateriaali on teräs.

2.1.3 Puusillat

Puu on vanhin sillanrakennusmateriaali, mutta puusillat ovat tuhoutuneet lahoamisen vuoksi nopeasti. Paine- ja kuivattu puu kestää melko pitkään ja sopii pienten silttojen rakennusmateriaaliksi alemmilla luokilla teillä. Kantavat rakenteet on tehty liimapuusta 1970-luvulta lähtien.

Yleisin puusiltatyyppi on palkkisilta (kuva 13).



Kuva 13. Puinen liimattu palkkisilta (Palokorven silta, Somero, T-888).

2.1.4 Kivisillat

Kivi on puun ohella vanhin sillanrakennusmateriaali ja ainoa todella kestävä materiaali. Vanhimmat käytössä olevat sillat ovat kivisillat.

Historiallinen siltatyyppi on holvi (kuva 14). Kiviholvisillat on yleisillä teillä lähes 200 kappaletta. Holvi kestää, elleivät perustukset vaurioitu.

Kivisilttojen museoarvo on aina otettava huomioon.



Kuva 14. Kivinen holvisilta (Aunessilta, Tampere, H-389).

2.2 SILLAN PÄÄMITAT

2.2.1 Aukkomitat

Sillantarkastuksissa on kiinnitettävä huomiota seuraaviin aukkomittoihin (kuva 15):

Jännemitta on sillan keskilinjaa pitkin mitattu kahden peräkkäisen tukilinjan välinen etäisyys.

Vapaa-aukko on sillan keskilinjan suuntainen, kahden peräkkäisen tuen välinen pienin vapaa, vaakasuora etäisyys.

Sillan kokonaispituus on samalla puolella tielinjaa olevien siipimuurien äärimmäisten päiden välinen etäisyys. Jos mitat ovat tien eri laidoilla erilaiset, kokonaispituus on mittojen keskiarvo. Jos siipimuurit eivät ole tien suuntaiset tai silta on kaareva, kokonaispituus on siipimuurien kärkien yhdysviivan ja sillan keskilinjan leikkauspisteiden välinen etäisyys, sillan keskilinjaa pitkin mitattuna. Jos sillassa ei ole siipimuureja, kokonaispituus on päällysrakenteen pituus sillan keskilinjaa pitkin mitattuna.

Alikulkukorkeus on sillan alittavan tien yläpinnan, rautatien kiskon selän, sisävesillä väylän yläveden (HWnav tai HW) tai merellä keskiveden (MW) ja sillan päällysrakenteen alapinnan välinen pienin pystysuora etäisyys silta-aukossa.

Kulkukorkeus on sillan kannen tai päällysteen yläpinnan ja kuljetusten korkeutta rajoittavien kannen yläpuolisten rakenteiden välinen pienin vapaa, pystysuora etäisyys.

Sallittu kulkukorkeus on siltole rakenteiden vaurioittamisen välttämiseksi sillalle määrätty suurin sallittu kuljetuksen korkeus.

Sallittu alikulkukorkeus on sillan alittavalla väylällä liikuvan kulkuneuvon suurin sallittu korkeus.

Sallittu alikulku- ja kulkukorkeus määrätään siten, että mitattu alikulku- tai kulkukorkeus pyöristetään alaspäin lähimpään 0,1 metriin ja tästä vähennetään 0,1 metriä. Todellinen alikulku- ja kulkukorkeus on tarkistettava aika ajoin ja aina uudelleenpäällystyksen jälkeen. Korkeuden mittaus voidaan tehdä erikseen tilattuna myös sillan yleis- tarkastuksessa, jolloin mittauksesta on verrattava mahdollisen liikennemerkien sallimaan korkeuteen.

Risteys- ja alikulkusilloissa sallittu alikulku- tai kulkukorkeus ilmoitetaan liikennemerkillä, jos se on pienempi tai yhtä suuri kuin 4,4 metriä. Vesikulkuväylä ylittävien siltojen sallittu alikulkukorkeus on merkitty sillan yleispiirustukseen ja se ilmoitetaan siltaan kiinnitettävällä liikennemerkillä.

Siltaa kutsutaan vinoksi, jos sillan päällysrakenteen tukilinjat päätytuilla eivät ole kohtisuorassa sillan keskilinjaa vastaan. Sillan vinous on sillan päällysrakenteen tukilinjan ja sillan keskilinjan normaalin välinen kulma. Jos silta on vino, on vapaa-aukko mitattava myös kohtisuoraan alittavan väylän linjaan nähden. Sillan vinous ilmoitetaan gooneina.

Aukkomitat mitataan 0,01 metrin tarkkuudella. Tarkemmat ohjeet on annettu *Siltarekisterin inventointiohjeessa* /6/. Käsitteet ilmenevät kuvasta 15.

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 1/2013.

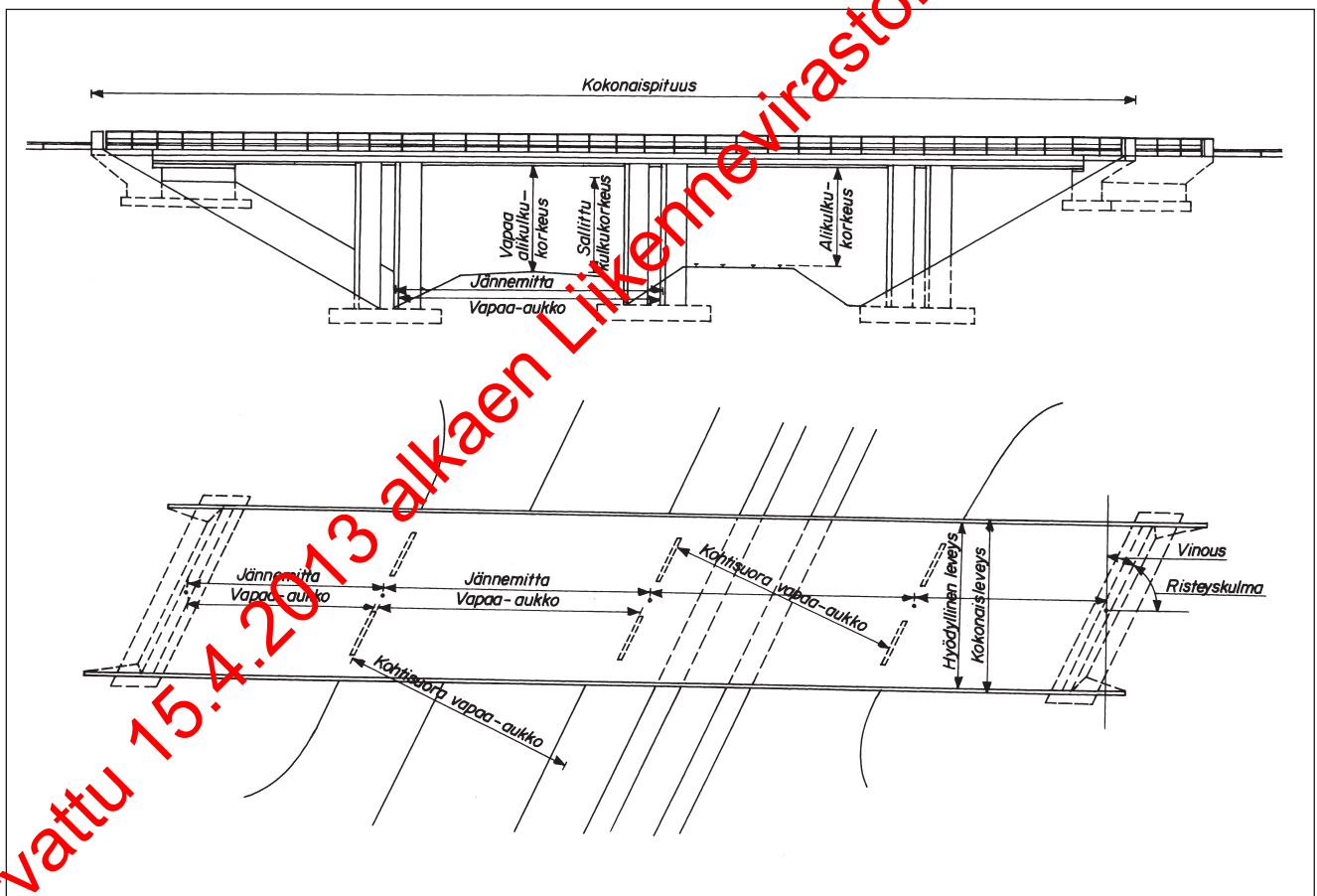
2.2.2 Leveysmitat

Sillantarkastuksen yhteydessä mitattavilla leveysmitoilla tarkoitetaan seuraavia päällysrakenteen yläpuolisia mittoja:

Hyödyllinen leveys on sillan kaiteiden välinen pienin etäisyys.

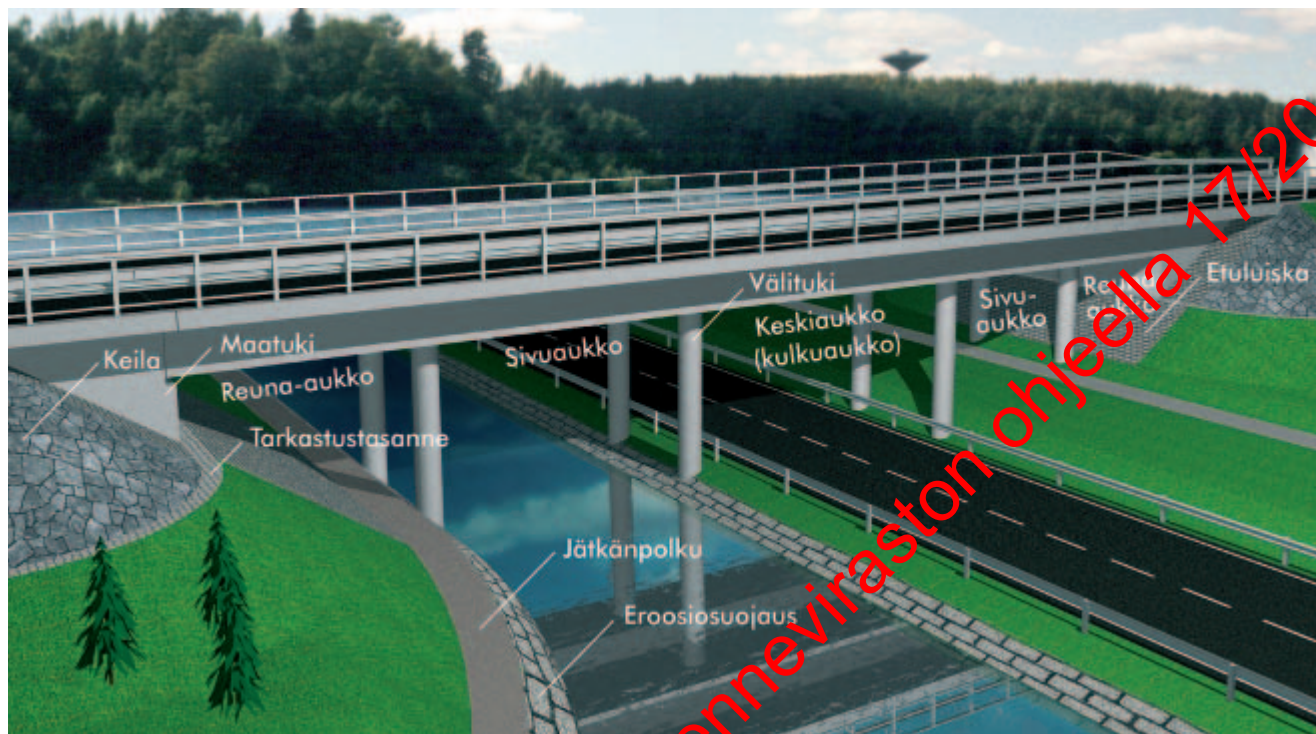
Kokonaisleveys on kantavan päällysrakenteen ulko-reunojen välinen pienin etäisyys.

Leveysmitat mitataan 0,01 metrin tarkkuudella. Jos sillalla on kevyen liikenteen väyliä tai korokkeita, niiden leveydet ilmoitetaan erikseen. Tarkemmat ohjeet on annettu *Siltarekisterin inventointiohjeessa* /6/. Käsitteet ilmenevät kuvasta 15.



Kuva 15. Sillan aukko- ja leveysmitat.

2.3 ALUSRAKENNE



Kuva 16. Sillan alusrakenteet ja siltapaikan rakenteet.

Sillan alusrakenteita ovat

- maatuet
- välituet
- holvisiltojen kantamuurit
- riippusiltojen ankkurointirakenteet.

Sillan alusrakenteisiin verrattavia ovat lauttapaikkojen lauttalaiturit.

Sillan yleisimmät alusrakenteet sekä siltapaikan rakenteet on esitetty kuvassa 16.

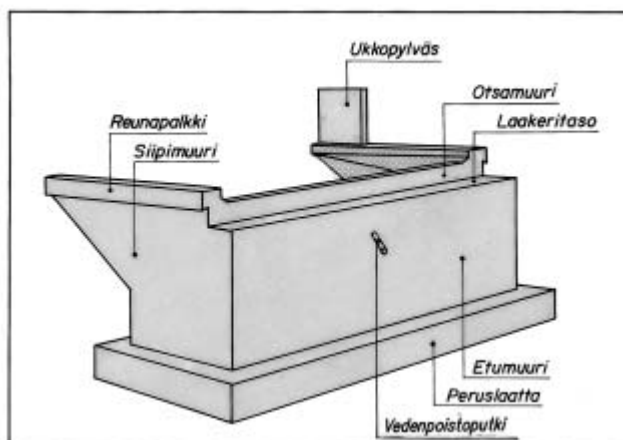
2.3.1 Maatuet

Maatuet luokitellaan Siltarekisterin inventointiohjeessa /6/ seuraavasti:

- Puinen paalutuki
- Puinen arkku
- Kivinen muuri
- Kivinen ja teräsbetoninen tuki
- Massiivinen teräsbetonituki
- Teräsbetoninen elementtituki
- Teräsbetoniset paalut ja/tai pilarit
- Terästuki
- Teräsbetoninen penkereenvarainen laatta tai palkki.

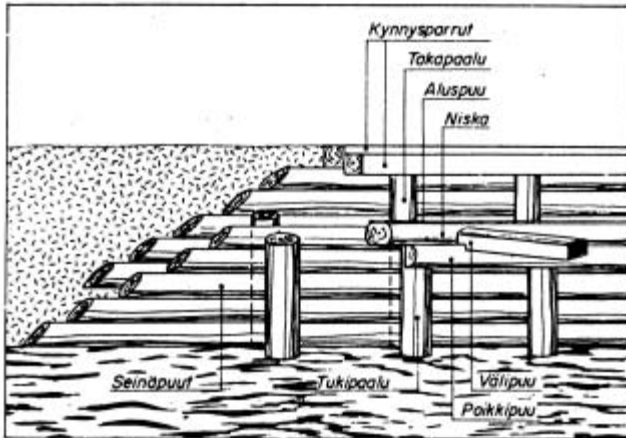
Jos maatuki ei kuulu näihin luokkiin, maatuen rakenne on selostettava yksityiskohtaisesti. Ulokesiiloissa ei ole maatukia lainkaan. Luokittelua ei pidä erehtyä tekemään verhouksmateriaalin mukaan.

Yleisimmän teräsbetonisen maatuen rakenneosat on esitetty kuvassa 17. Maatukea vahventavia rakenneosia ovat rivat ja vetotangot. Pilari- tai paalutuen yläosassa on laakeripalkki, jonka päällä päällysrakenne lepää.



Kuva 17. Betonirakenteisen maatuen osat.

Yleisimmän puisen paalutuen rakenneosat on esitetty kuvassa 18. Maatukea vahventavia rakenneosia ovat erilaiset pöngät, vetotangot ja tukipaalujen eteen lyödyt vinopaalut. Niska voi olla myös teräsrakenteinen. Liitoksissa käytettäviä tarvikkeita ovat kuusioruuvi (pultti), hakkupultti, aluslaatta ja vaarna. Puurakenteen mahdollinen lahosuojausmenetelmä on aina mainittava.



Kuva 18. Puurakenteisen maatuen osat.

Kivirakenteisen maatuen rakenneosat ovat samat kuin betonirakenteisen maatuen.

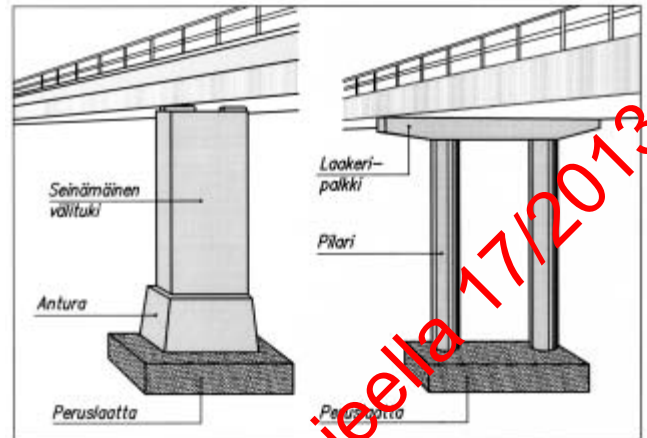
Maatukiin verrattavia alusrakenteita ovat riippu- ja vinoköysisiltöjen ankkurikammiot tai ankkurit sekä lautta- ja lossilaiturit.

Riippusiltöjen pidätinköydet kiinnitetään vastapainoon tai kallioon ankkurointiteräksillä, joihin köysi kiinnittyy istukan avulla. Laitureihin liittyviä rakenteita ovat kelkkalaituri tai ponttonikalvari, jotka kiinnittyvät laiturin maatukeen laakeriterästen avulla.

2.3.2 Välituet

Sillan välituet luokitellaan maatukien tapaan kohdassa 2.3.1 olevan luettelon mukaan.

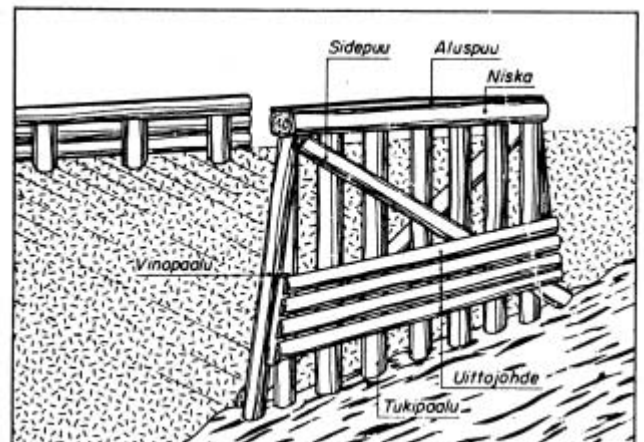
Useimmiten välituet on tehty pilari- tai seinärakenteena (kuva 19). Jos välituki on tehty teräsbetoni-paaluista, sitä on usein vahvennettu vedenpinnan vaikutusalueelle tehdyllä manttelilla. Vesi-uomassa oleva seinämäinen välituki on virtapilari.



Kuva 19. Betonirakenteisen välituen osat.

Teräsrakenteisen välituen rakenneosat selostetaan aina tarkemmin, mieluummin piirroksen avulla. Teräsrakenteisen välituen rakenneosia ovat pystysauvat, vinosauvat, vaakasauvat, nurkkalevyt ja peitelevyt. Liitokset on tehty niitti-, ruuvi- tai hitsausliitoksina.

Puinen välituki on useimmiten tehty paalutukena, jonka rakenneosat on esitetty kuvassa 20. Kiinnitystarvikkeet on selostettu maatukia käsittelevässä kohdassa. Puisen arkun rakenneosia ovat seinäpuut, sidepuut ja mahdollinen kivitäyte. Puisen arkun nurkkaliitosten tekotapoja ovat sinkkaliitos ja ristiliitos.



Kuva 20. Puurakenteisen välituen osat.

2.4 PÄÄLLYSRAKENNE

Siltatyypin määrätty päällysrakenteen perusteella erillisen ohjeen /8/ mukaan. Päätyypit ovat: laatta, palkki, kehä, kaari, ristikko ja holvi.

Samassa sillassa saattaa olla siltatyyppiltään erilaisia silta-aukkoja. Jopa samassa aukossa saattaa olla kaksi erilaista siltatyyppiä.

Jos viereisten aukkojen päällysrakenteet toimivat yhdessä, silta on jatkuva. Tämä on aina mainittava siltatyyppiä määritettäessä.

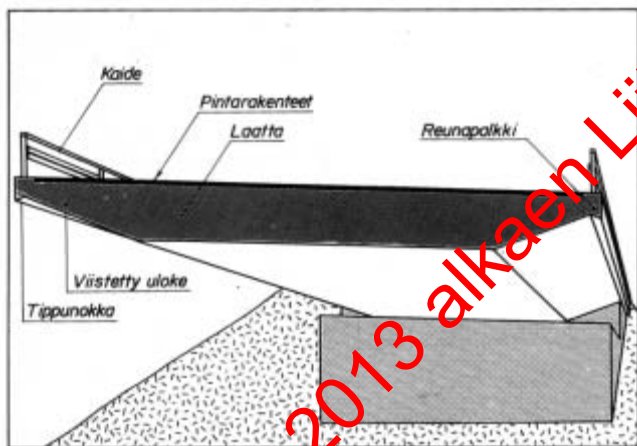
2.4.1 Betonisillat

Teräsbetonisen laattasillan ja palkkisillan rakenneosat on esitetty kuvissa 21 ja 22.

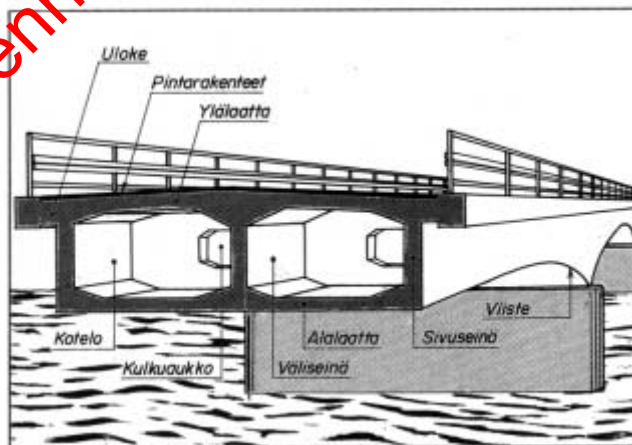
Normaalista laattasillasta kehitettyjä siltatyypejä ovat ulokelaatta ja ontelolaatta sekä ulokeontelolaatta. Laatan ontelot on tehty kevennysputkilla. Vastaavasti palkkisillasta kehitettyjä tyypejä ovat ulokepalkki ja nivelpalkki sekä jäykistetty palkki. Kotelopalkkisillan rakenneosat on esitetty kuvassa 23.

Laattakehä- ja palkkikehäsilloissa kehan jalat ovat osa maaturakennetta. Vinojalkaisissa laattakehä- ja palkkikehäsilloissa muodostavat jalat alusrakenteen.

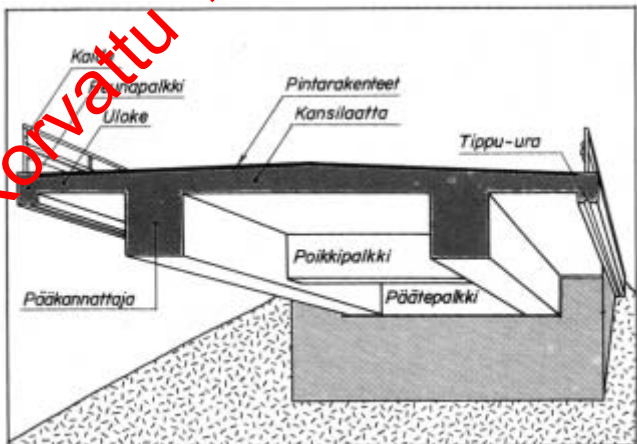
Holvin leveys on vähintään viisi kertaa rakennekorkeus holvin laessa. Kapeammat rakenteet ovat kaaria. Kaarisillan rakenteet on esitetty kuvassa 24.



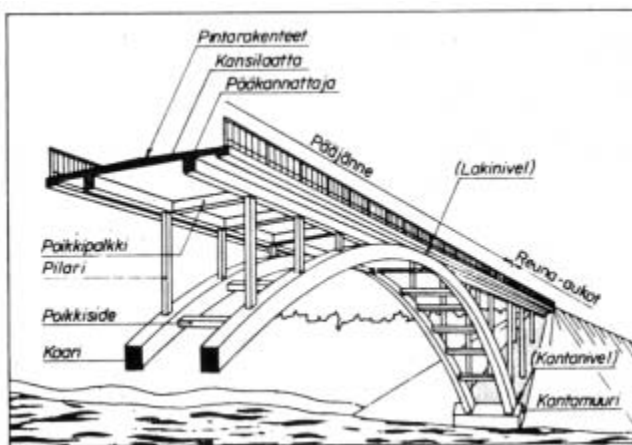
Kuva 21. Teräsbetoninen laattasilta.



Kuva 23. Teräsbetoninen kotelopalkkisilta.



Kuva 22. Teräsbetoninen palkkisilta.



Kuva 24. Teräsbetoninen kaarisilta.

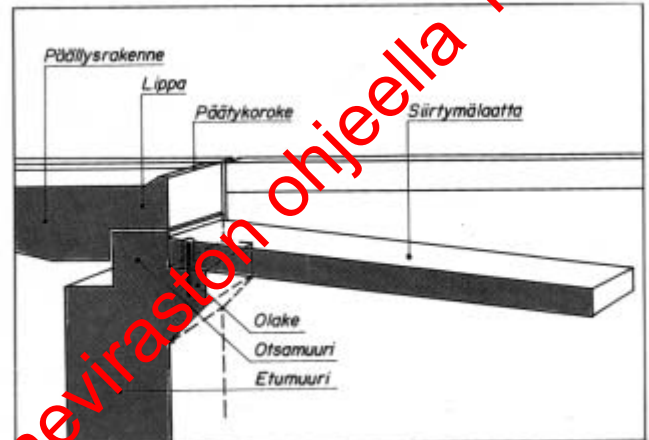
Teräsbetonisen sillan kannen pintarakenteet kuuluvat yleensä johonkin seuraavista vaihtoehdoista:

1. Asfalttibetoni
Sora tai murskesora
Suojakerros
Vedeneristys
2. Asfalttibetoni tai valuasfaltti
Asfalttibetoni
Suojabetoni
Vedeneristys
3. Asfalttibetoni tai valuasfaltti
Asfalttibetoni
Suojakerros
Vedeneristys
4. Betoninen ajotilaatta
Vedeneristys.

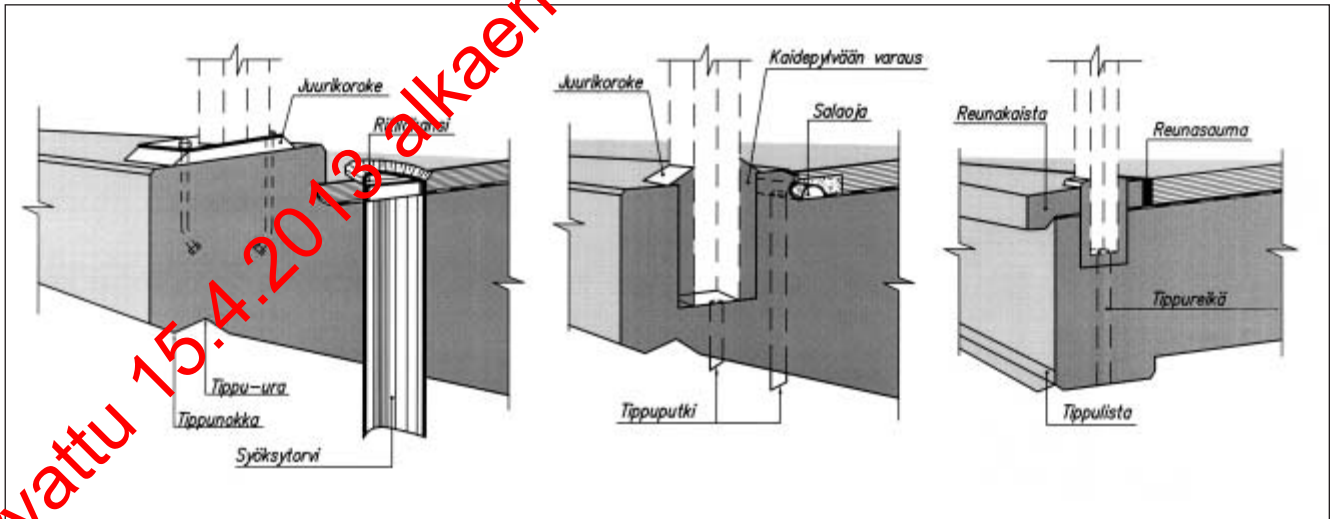
Tarkastuksessa on otettava huomioon, että päällystekerroksia on saatettu lisätä vanhoja poistamatta.

Sillan reunan rakenteet on esitetty kuvassa 25.

Jos jatkuvassa sillassa ei ole liikuntasaumalaitetta, sillan pääty on yleensä tehty kuvan 26 mukaisesti. Siirtymälaattaa käytetään yleisesti estämään pölygerpainumaa sillan ja tien liittymäkohdassa. Myös tyyppiirustuksen mukaisissa kehäsilloissa on siirtymälaatat.



Kuva 26. Alus- ja päällysrakenteen osia sillan päässä.

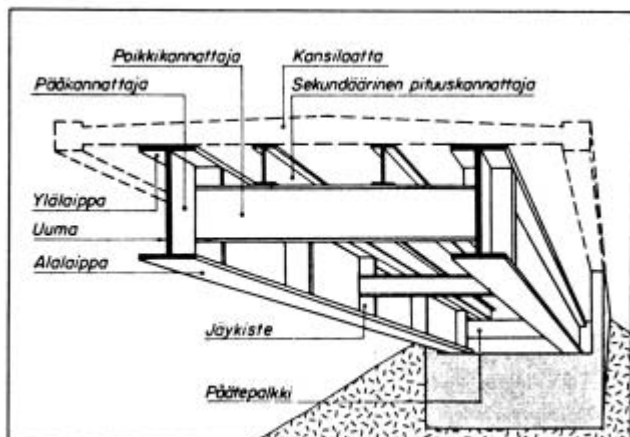


Kuva 25. Teräsbetonisen sillan reunan rakenteita.

2.4.2 Terässillat

Teräksisen palkkisillan rakenneosat on esitetty kuvassa 27. Vanhemmat levypalkit on tehty niittaamalla ja uudemmat hitsaamalla tai kitkaruuviliitoksien.

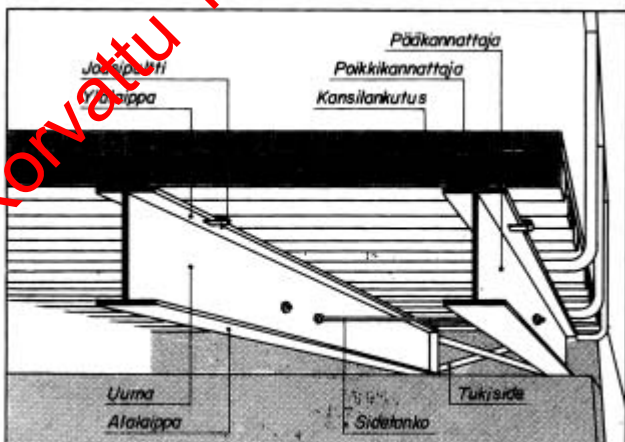
Jos teräspalkit ja teräsbetonikansi on liitetty toisiinsa vaarnatapeilla, kysymyksessä on liittopalkkisilta. Myös teräskansi toimii yleensä staattisesti yhdessä pääkannattajien kanssa.



Kuva 27. Teräksinen palkkisilta.

Pienimmät teräksiset palkkisillat on tehty muuttoräksistä (kuva 28). Kansirakenne on tehty puusta, teräsbetonista tai teräsprofiilista. Pääkannattajien ja kansirakenteen liitostapa on aina mainittava. Kansirakenteen kiinnityksessä on käytetty puuveja, puukapuloita (klosseja), jousipultteja ja koukukupultteja.

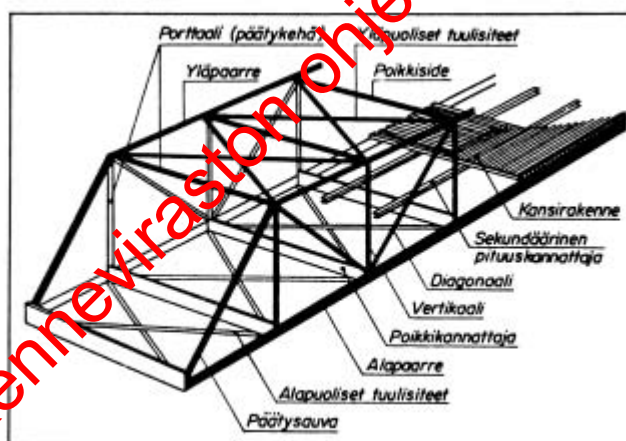
Teräksisen ristikkosillan rakenneosat on esitetty kuvassa 29. Sillan pääkannattaja on sauvoista koostuva ristikko. Sillan kansirakenne on tehty teräsbetonista tai puusta, jonka päällysteenä saattaa olla asfaltti tai teräslevy. Liitokset on yleensä tehty niitta-



Kuva 28. Teräksinen palkkisilta, puukantinen.

malli, mutta ruuviliitoksiakin saattaa esiintyä, varsinkin uusituissa rakenneosissa. Liitosten tekotapa on aina mainittava.

Teräksisen riippusillan rakenneosat on esitetty kuvassa 30. Reunajänteet ovat yleensä yksiaukkoisia teräksisiä palkkisilloja. Riippu- ja vinoköysisillassa päällysrakenne on ripustettu pylonin varaan. Teräksisen Langer-palkkisillan päällysrakenne on puolestaan ripustettu ajoradan yläpuolisten teräskaarien varaan.

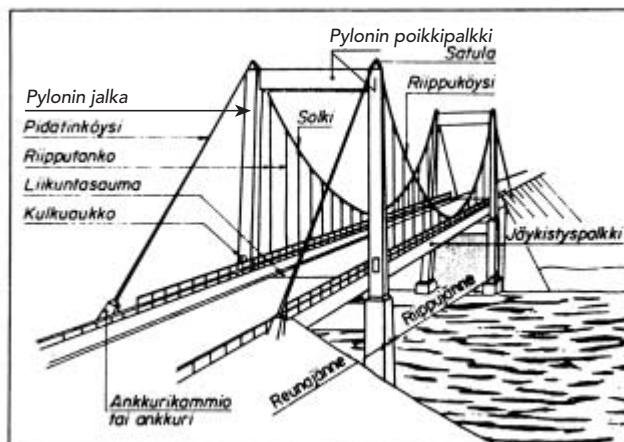


Kuva 29. Teräksinen ristikkosilta.

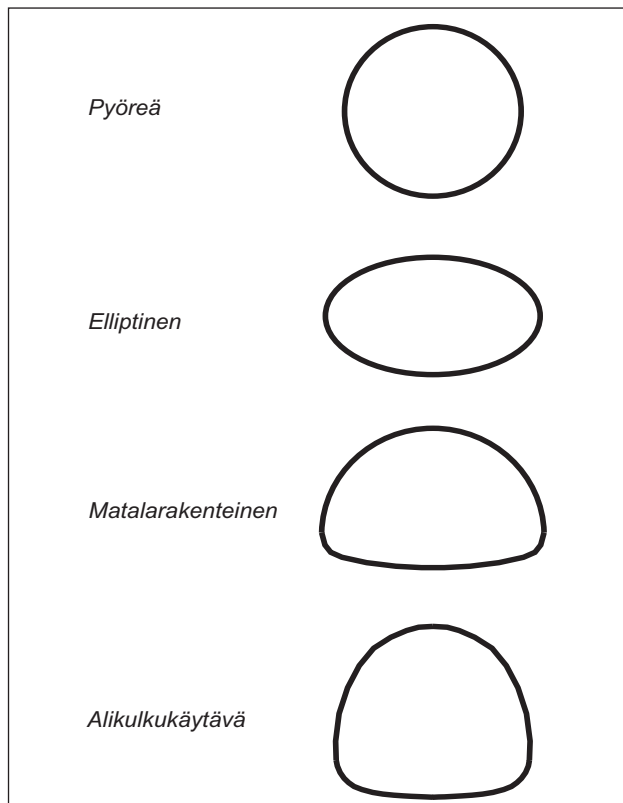
Muita terässiltatyyppejä ovat teräksiset putkisillat sekä kotelopalkki- ja kaarisillat.

Teräsputken muoto ilmaistaan jollakin seuraavista käsitteistä: pyöreä, elliptinen, vaakaelliptinen, matalarakenteinen tai alikulkukäytävätyyppi (kuva 31).

Teräsrakenteen pintakäsittelymenetelmä on aina mainittava, ellei teräs ole ns. säänkestävää laatua.



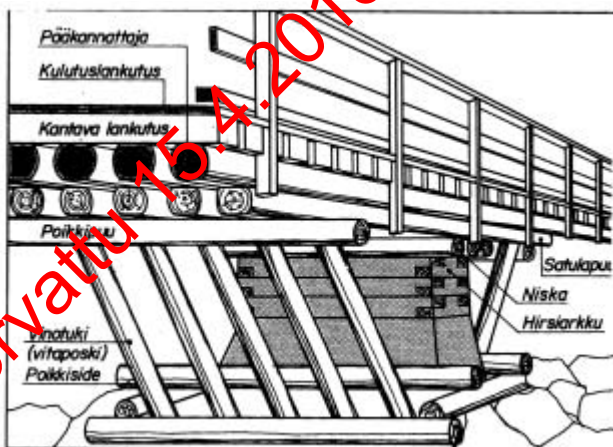
Kuva 30. Teräksinen riippusilta.



Kuva 31. Teräksiset putkisillat.

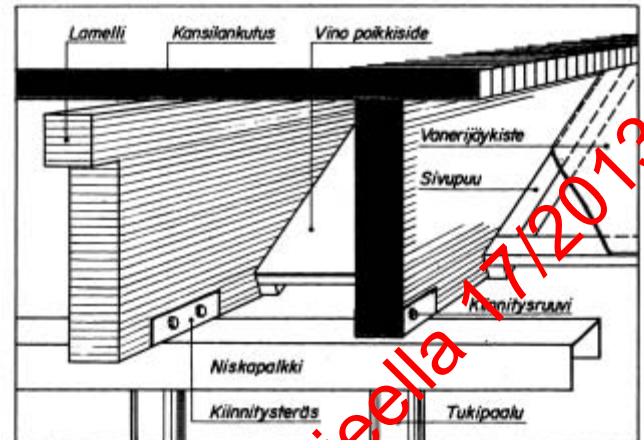
2.4.3 Puusillat

Puisen tukiansassillan rakenneosat on esitetty kuvassa 32. Muissa puusilloissa käytetään samoja käsitteitä.



Kuva 32. Puinen tukiansassilta.

Puusillan kansirakenne voi olla naulattu tai elementtirakenne. Vanhimmissa silloissa kulutuslankutus naulattiin vinoon (sulkamainen muoto). Myöhemmin on erillinen kulutus- ja kantavalankutus korvattu nau-



Kuva 33. Puisen liimatun palkkisillan pääty puupaalulle perustettuna.

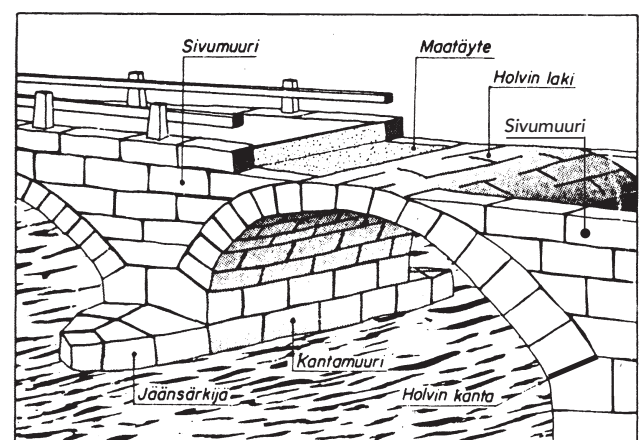
latulla syrjäalankukannella tai liimapuisella elementtikannella. Puisen kansirakenteen päällysteenä käytettyjä materiaaleja ovat asfaltti, ohutkerrospäällyste ja teräslävy.

Puurakenteiden liittimiä ovat naula, naulalevy, ruuvi, kansiruuvi, hakkupultti, haka, rengasvaarna ja hammasvaarna. Liitostapoja ovat puskuliitos, lovi-liitos ja hammasliitos.

Liimatun palkkisillan rakenneosat on esitetty kuvassa 33. Poikkisiteitä käytetään pitemmissä jän-teissä. Pystysuorat poikkisiteet asennetaan vinojen lisäksi jän-teen kolmannespisteisiin. Teräsbetonielementeistä tai -paaluista tehtyjen maatumien yhteydessä ei käytetä niskapalkkia.

2.4.4 Kivisillat

Kiviholvisillan rakenneosat on esitetty kuvassa 34. Kiviholveja on vahvennettu kantamuurien ympärille valetuilla mantteleilla ja holvien päälle valetuilla teräsbetonirakenteilla. Kiviä on sidottu toisiinsa kiviha-oilla.



Kuva 34. Kiviholvisillan osat.

2.5 SILLAN VARUSTEET JA LAITTEET

2.5.1 Kuivatuslaitteet

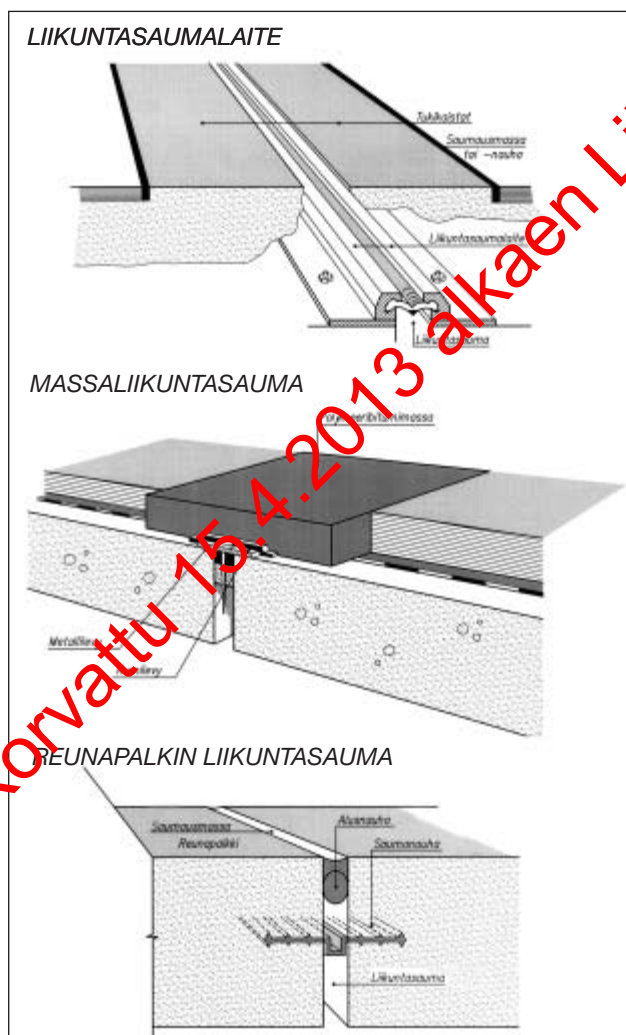
Kuivatuslaitteet on määritelty sillan ja siltapaikan kuivatusta käsittelevässä yleisohjeessa /9/.

2.5.2 Saumarakenteet

Sillan liikuntasauaman rakenneosat on esitetty kuvassa 35.

Liikuntasauimalaite on sauman päälle kiinnitetty teräs-, kumi- tai muovirakenteinen tarvikke, joka estää liikuntasaumaan kohdistuvien voimien siirtymisen rakenneosasta toiseen ja sallii rakenneosien liikkeen. Liikuntasauimalaite voi olla avoin tai vesitiivis.

Massaliikuntasauma valmistetaan sekoittamalla kuuma sideaine kuumennettuun kiviainekseen. Rakenne pystyy ottamaan vastaan saumaan kohdistuvan liikkeen ja on vesitiivis.



Kuva 35. Liikuntasauaman rakenteita.

Kutistumis- ja liikuntasaumoissa käytetään polymeeristä tai polymeeribitumista valmistettuja massoja, joilla sauma tiivistetään. Saumausmassat ovat käyttötarkoituksen mukaan elastisia tai plastisia.

2.5.3 Kaiteet

Kaiteiden rakenneosat on esitetty kuvassa 36. Sillan kaide voi olla korkea tai matala. Korkea kaide voi olla tyypiltään harva, tiheä tai säle- tai verkkokaide.

Kaiteen runko on kaidepylvään ja yläjohteen muodostama kokonaisuus. Liikuntajatkos on päällysrakenteen liikkeen liikuntasauman kohdalla tai määrävällein johteissa salliva rakenne. Kaiteen liikuntajatkosten väli saa olla korkeintaan 50 m.

Jos sillan kaiteiden rakenne poikkeaa oleellisesti tyyppi- ja piirustusten mukaisista, kaiteesta otetaan valokuva sillantarkastuksen yhteydessä. Tällaisia ovat muun muassa betonikaiteet ja kivisiltojen kaiteet.

Matalassa sillankaiteessa kaidepylväät on kiinnitetty siltaan, josta eroavasti pengerkaitteen kaidepylväät on upotettu maahan.

2.5.4 Laakerit

Sillan laakerit ovat kiinteitä tai liikkuvia. Laakerin toimintatapa ja toimivuus on todettava sillantarkastuksen yhteydessä. Yleisimpien teräslaakerien rakenneosat on esitetty kuvassa 37. Harvinainen teräslaakeri on kalottilaakeri.

Teräsrakenteisten laakerien lisäksi on käytössä kumilevylaakereita /10/, kumipesälaakereita ja kalottilaakereita (kuva 37).

Jos laakerin rakenne poikkeaa yleisesti käytössä olevista, laakerista otetaan valokuva.

Nivel toimii kiinteän laakerin tavoin. Nivelen materiaali määritetään mahdollisuuksien mukaan (teräs, lyijy tms.).

2.5.5 Muut varusteet ja laitteet

Jos valaisinpylvään kiinnitys ei ole tyyppipiirustuksen mukainen, rakenteesta otetaan valokuva. Pylvään kiinnityslaitte voi olla upotettu tai asennettu pintaan.

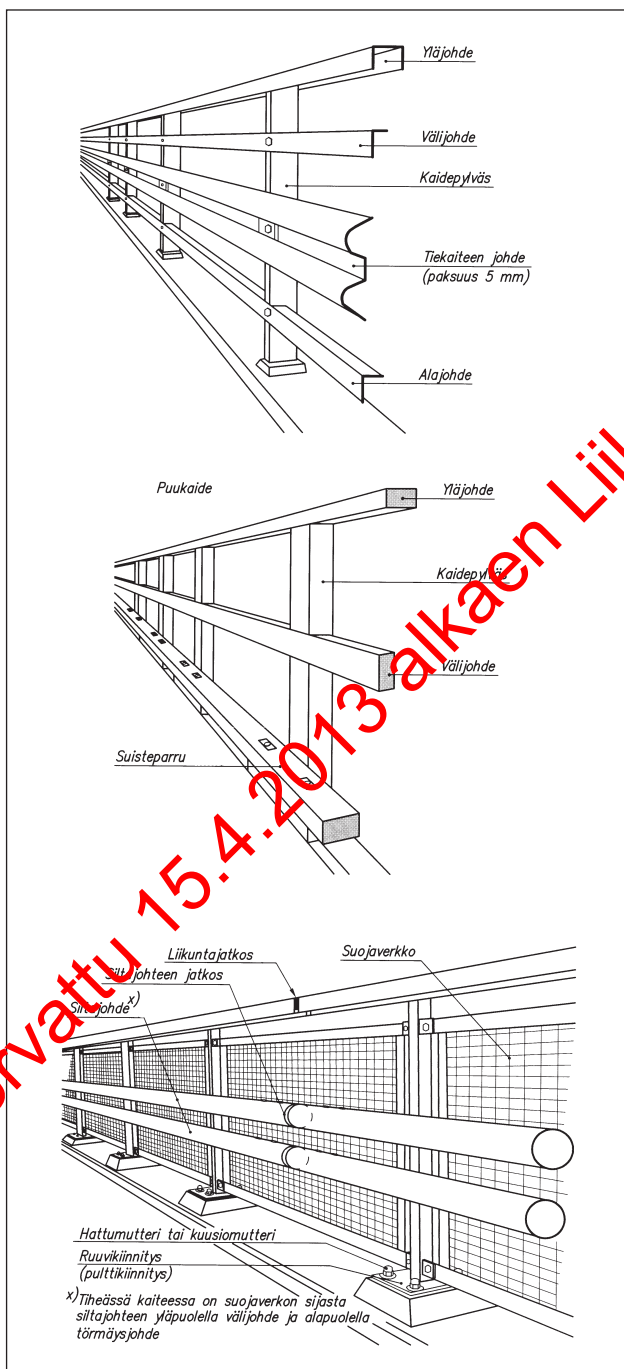
Kaapelihylly on siltaan kaapeleita ja johtoja varten kiinnitetty varuste.

Suojaputki on siltaan kaapeleita tai johtoja varten asennettu putki.

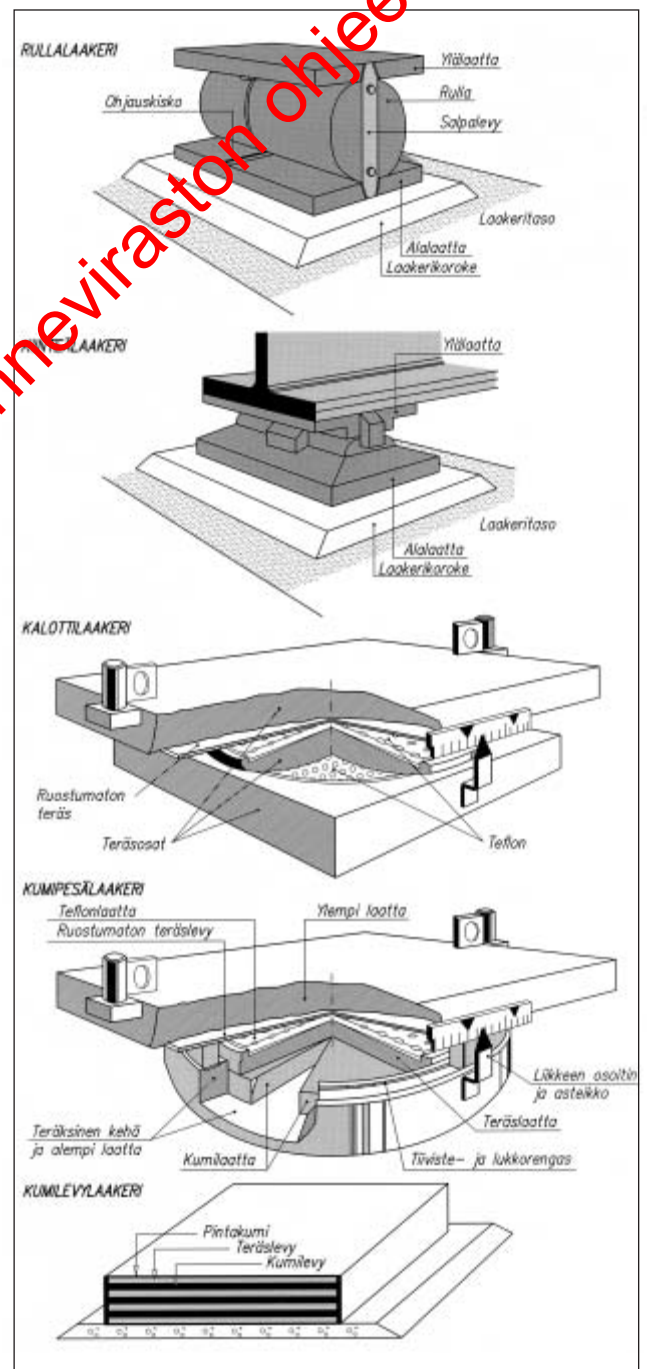
Kiinnike on kaapelihyllyn, suojaputken tai kaapelin siltarakenteisiin kiinnittämistä varten tarvittava varuste.

Muihin varusteisiin ja laitteisiin kuuluvista rakenneosista käytetään piirustuksissa esiintyviä tai muuten yleisesti käytössä olevia nimityksiä. Tällaisia varusteita ja laitteita ovat

- avattavan sillan osat
- sähköratojen kosketussuojat
- hoitosillat ja -sillakkeet
- kulkuaukot, kulkuesteet, portaat ja tikkaat
- sähköjakolaitteet
- vesiliikennettä varten tarvittavat laitteet
- törmäyspalkit ja muut ylikorkeilta kuornilta siito- ja suojaavat rakenteet
- panostilat, panoskiinnikkeet ja panoskaivot
- kontaktitapit ja tarkkailupisteet.



Kuva 36. Kaiteiden rakenteita.



Kuva 37. Siltalaakerien rakenteita.

2.6 SILTAPAIKAN RAKENTEET

Siltapaikan rakenteista käytetään siltapaikan viimeistelyä käsittelevän yleisohjeen /11/ mukaisia käsitteitä ja määritelmiä.

Jos sillantarkastuksessa todetaan, että liikkuminen siltapaikalla on vaikeaa tai vaarallista tai tarkastettaviin kohteisiin ei päästä, on tästä mainittava tarkastuselostuksessa ja esitettävä parannusehdotuksia.

Yleisesti puuttuvia rakenteita ovat

- tarkastustasanteet (kuva 38)
- portaat tai muut nousutiet
- pysäköintipaikat.



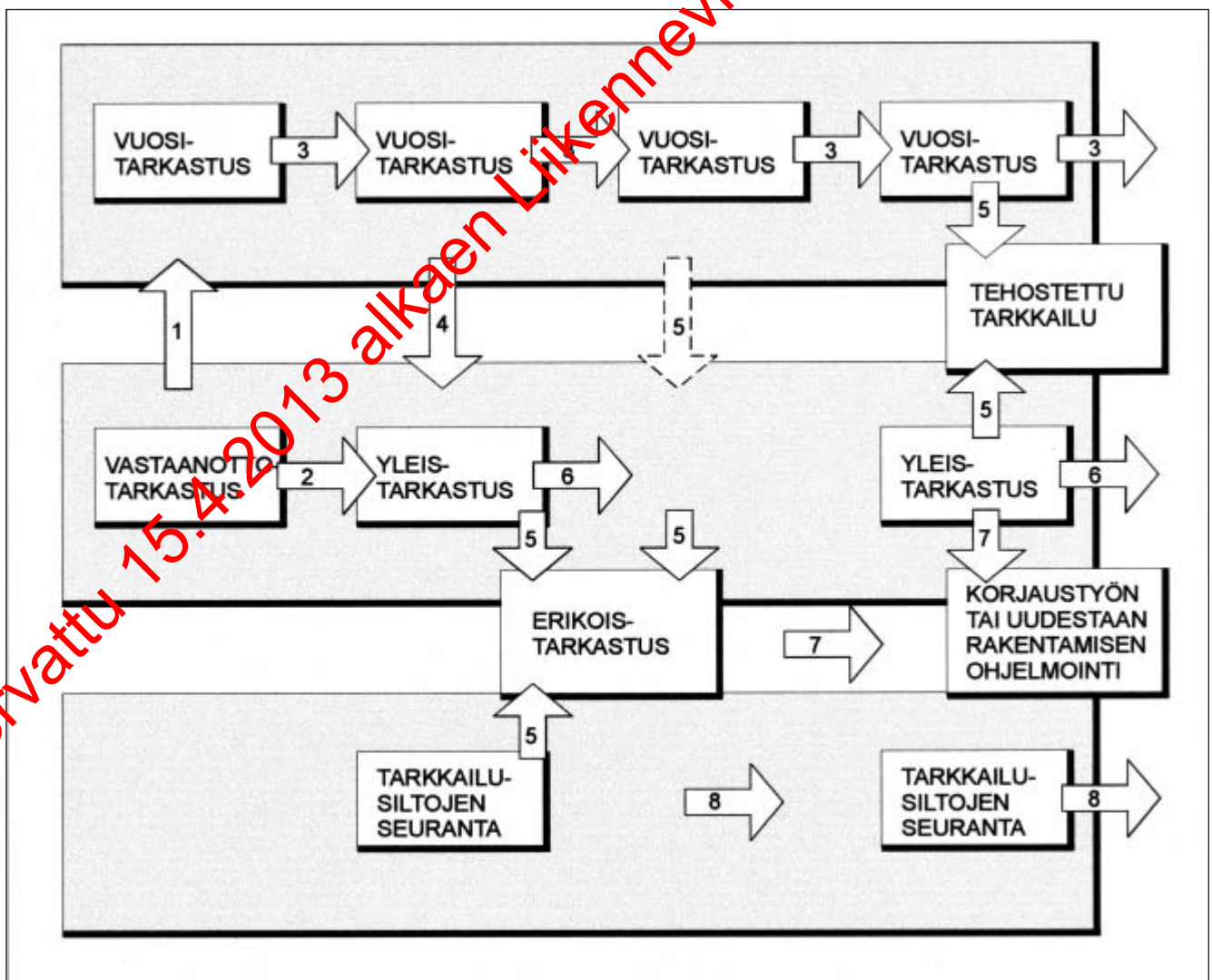
Kuva 38 Tarkastustasanne.

3 TARKASTUSJÄRJESTELMÄ

3.1 YLEISTÄ

Siltakohtainen tarkastusjärjestelmä on esitetty kuvassa 39. Kuvan numerosymbolit tarkoittavat seuraavaa:

1. Vastaanottotarkastus käynnistää sillan tarkastustoiminnan.
2. Vastaanottotarkastuksessa kerätään tarkastustoiminnan lähtöasiakirjat. Niiden perusteella sillan perustiedot päivitetään Siltarekisteriin ja määrätään ensimmäisen yleistarkastuksen ajankohta.
3. Vuositarkastuksessa tehdään havainnot rakennosien kunnosta ja tarkastetaan hoidon taso.
4. Vuositarkastuksessa havaitut vauriot saatetaan tiilaajan tietoon vuositarkastuslomakkeella.
5. Pahat vauriot siirretään tutkittavaksi erikoistarkastuksessa tai silta asetetaan tehostettuun tarkkailuun.
6. Yleistarkastus on pohjana seuraavalle tarkastukselle ja toimenpiteiden ohjelmoimille.
7. Tarkastuksista saadaan lähtötiedot toiminnan suunnittelua tai korjaussuunnitelman laatimista varten.
8. Tarkkailusillan perustarkastus korvaa yleistarkastuksen.



Kuva 39. Siltojen tarkastusjärjestelmä.

3.2 VASTAANOTTOTARKASTUS

Sillan vastaanottotarkastus on tilaisuus, jossa rakennuttaja vastaanottaa urakoitsijan suorittaman sillan rakennus- tai korjaustyön tuloksen.

Vastaanottotarkastuksen tarkoituksena on

- sillan rakennus- tai peruskorjaustyön arviointi ja vertaaminen suunnitelmaan
- urakoitsijan laatiman sillan laaturaportin tarkastaminen
- virheiden ja vaurioiden kirjaaminen sekä korjaustoimenpiteiden määrääminen
- tarkastustoiminnan lähtöaineiston kokoaminen
- palautteen hankkiminen suunnittelijoille ja rakentajille.

Jälkitarkastus pidetään, jos tarkastaja katsoo tarpeelliseksi todeta, että vastaanottotarkastuksessa havaitut keskeneräiset työt, viat tai puutteellisuudet tulevat korjatuiksi asianmukaisesti. Lisäksi jälkitarkastuksessa tulee ratkaista ja sopia eri osapuolten esille ottamat keskeneräiset asiat. Jälkitarkastuksen pitäjä sovitaan vastaanottotarkastuksessa.

3.2.1 Tarkastuksen valmistelu

Jos sillan laatuasiakirjoista ei ilmene seuraavia seikkoja, rakennustyömaan päällikkö tekee ennen vastaanottotarkastusta ennakkotarkastuksen, jossa

- verrataan mittaamalla rakenteiden paksuuksia suunnitelmaan
- merkitään rakenteissa olevat halkeamat ja paikallistetaan muut vauriokohdat
- mitataan laakerien asennot ja saumojen leveydet
- mitataan betonirakenteiden vaudoituksen betonipeitteet
- mitataan teräsrakenteiden pinnoitepaksuudet.

Mittaustulokset ja niiden paikallistettavuus merkitään siltasuunnitelman toteumapiirustuksiin ja liitetään laatuasiakirjoihin.

Rakennuttajan valvoja toimittaa tiepiirin silta-arkistoon säilytettäväksi ainakin seuraavat laatuasiakirjat:

- sillan laaturaportti liitteineen, joita ovat mm.
 - sillan toteumapiirustukset, joihin on merkitty rakentamisen aikana tehdyt muutokset
 - työmaapäiväkirja
 - työmaakokousten, katselmusten ja tarkastusten pöytäkirjat
 - poikkeamaraportit
 - aineistodistukset
- panostilakortti

- rakennustyön aikana otetut valokuvat kuvatiestoon
- sillan valmistuttua tehdyt ilmoitukset
- tarvittaessa harauspöytäkirja /11/.

Asiakirjat muodostavat siltatietoarkiston perusaineiston.

3.2.2 Tarkastajat

Sillan vastaanottotarkastuksen tekee rakennuttajan valvoja tai muu tiepiirin tehtävään määräämä toimitusmies. Hän vastaa siitä, että tiestötietojen vastuhenkilö saa tiedon sillan valmistumisesta ja tarpeelliset asiakirjat sillan perustietojen päivittämiseksi Siltarekisteriin.

3.2.3 Tarkastuksen ajankohta

Sillan vastaanottotarkastus tehdään rakennus- tai korjaustyön valmistuttua. Urakoitsijan pitää toimittaa tarkastuksessa tarvittavat asiakirjat rakennuttajan valvojalle hyvissä ajoin ennen tarkastusajankohtaa.

3.2.4 Tarkastus

Tarkastus tehdään pääasiassa silmämääräisesti rakenteita suunnitelmaan vertaamalla ja sillan laaturaporttia tutkimalla. Tarkastuksessa selvitetään, onko työ tehty suunnitelman mukaan, vastaavatko rakenteet käyttötarkoitustaan, sopiiko silta ympäristönsä ja onko siltapaikka viimeistelty maisemallisen arvonsa mukaisesti. Kaikki normaalista poikkeavat havainnot merkitään muistiin, vaikka kyseessä ei olisi-kaan varsinainen vaurio.

Tarkastuksen lopuksi varmistetaan, että tarvittavat valmistusilmoitukset ja loppuarvioinnit on tehty.

3.3 JATKUVA TARKKAILU JA VUOSITARKASTUS

Sillan jatkuvan tarkkailun tarkoituksena on havaita liikenneturvallisuutta vaarantavat tai liikenteen sujuvuutta haittaavat tekijät.

Sillan vuositarkastuksessa kirjataan myös tarvittavat hoito- ja kunnostustoimenpiteet. Vuositarkastukset täydentävät sillan yleistarkastuksia.

3.3.1 Tarkastukset

Vuositarkastukset sisältyvät tiepiirien alueellisiin hoitourakoihin ja ne tehdään siltojen hoidon ja ylläpidon laatuvaatimusten mukaan /2/.

Jos vuositarkastuksessa havaitaan raportoitavia vaurioita tai hoidon puutteita, raportointi tehdään sillan vuositarkastuslomakkeella.

3.3.2 Vaurioista ilmoittaminen

Kaikki tien käyttäjät ovat velvollisia välittömästi ilmoittamaan havaitsemastaan sillan liikenneturvallisuutta vaarantavasta vauriosta Tiehallinnon liikennekeskukseen.

Alueurakoitsija on velvollinen ilmoittamaan tilaajalle vuositarkastuksissa ja jatkuvassa tarkkailussa havaitsemistaan puutteista, vaurioista ja korjaustyötä vaativista toimenpiteistä. Kiireellisistä liikenneturvallisuuteen vaikuttavista vaurioista on ilmoitettava tilaajalle välittömästi.

Korvattu 15.4.2013 jälkeen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.

3.4 YLEISTARKASTUS

Sillan yleistarkastuksen tarkoituksena on sillan ja sen rakenteiden kunnan seuranta ja arviointi niin, että halitsematon rappeutuminen vältetään oikeaan aikaan tehtävillä hoito- ja kunnostustoimenpiteillä. Yleistarkastuksessa rakenteet tarkastetaan systemaattisesti ja kirjataan kunto- ja vauriotiedot sekä tarkistetaan ja täydennetään Siltarekisterin perustietoja. Suurten vesistösiltojen yleistarkastuksesta annetaan yksityiskohtaisemmat ohjeet kohdassa 3.4.5.

Yleistarkastustietoja käytetään

- hoito- ja korjaustoimenpiteiden ohjelmointiin
- erikoistarkastuksen tai tehostetun tarkkailun tarpeen arvioimiseen
- sillan kunnan ja kantavuuden arviointiin kuljetuslupien käsittelyä varten
- sillaston kunnan ja tilan raportointiin päätösten tekoa varten
- tiepiirien tulostulohjaukseen
- palautteen hankkimiseen suunnittelijoille ja rakentajille.

3.4.1 Tarkastajat

Yleistarkastuksia saavat tehdä vain Tiehallinnon Sillantarkastajatutkinnon hyväksytysti suorittaneet henkilöt.

Yleistarkastusten tilaajan edustajana tulisi olla sillantarkastajan pätevyyden omaava henkilö. Hänen olisi hyvä itse tehdä muutamia yleistarkastuksia vuosittain oman ammattitaitonsa ylläpitämiseksi.

Siltojen koneistojen ja sarakelaitteiden tarkastuksissa tulee käyttää alan asiantuntijoita.

Ratahallintokeskus vastaa sähköistetyin radan ylikulkuksiltaan liittyvien laitteiden tarkastuksista.

3.4.2 Tarkastuksen ajankohta

Sillan yleistarkastus tehdään keskimäärin viiden vuoden välein. Tarkastaja määrittää seuraavan tarkastuksen ajankohdan sillan iän ja kunnan perusteella.

Avattavien siltojen laitteet tarkastetaan siltakohtaisen hoito- tai käyttöohjeiden mukaisesti tai vähintään kerran vuodessa.

Vuotuinen yleistarkastusohjelma laaditaan Siltarekisteritietojen perusteella vuoden alussa. Pääosa yleistarkastuksista tilataan ennen toukokuun alkua ja tarkastukset tehdään 1.5.–31.10. välisenä aikana.

Tarkastusta tehtäessä silta ja siltapaikka eivät saa olla jäätyneinä eivätkä lumen peitossa. Vesistösiltoina toimivat putkisillat on tarkastettava matalan veden aikana.

3.4.3 Tarkastus

Yleistarkastuksessa sillan kaikki rakenneosat käydään läpi järjestelmällisesti. Tarkastus on pääasiassa silmämääräinen, mutta sitä voidaan täydentää mittauksin sekä yksinkertaisin kokein testauslaitteilla ja käsityövälineillä. Sillasta ja huomattavimmista vaurioista ja puutteista otetaan valokuvia. Tarkastus on valmistettava huolella, jotta kaikki tarvittava aineisto ja välineet ovat mukana.

Yleistarkastus tehdään *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ mukaan. Vauriot luokitellaan ja kirjataan sillantarkastuslomakkeille ja päivitetään Siltarekisteriin. Myös sillan päärakenneosien kunto ja koko sillan yleiskunto arvioidaan. Digitaalisessa muodossa olevat valokuvat tallennetaan Siltarekisterin kuvatiokantaan.

Kunnostus- ja korjaustoimenpiteitä määritettäessä on pyrittävä selvittämään vaurioiden syyt ja tuleva kehittyminen sekä arvioitava vaara liikenneturvallisuudelle. Aina on pyrittävä selvittämään ja poistamaan vaurion syy eikä vain seurausta. Ennakoivat toimenpiteet ja pienten vaurioiden korjaaminen on otettava huomioon, jos niin voidaan välttää seurausvaurioiden syntyminen.

Yleistarkastuksessa arvioitavia jatkotoimenpiteitä ovat

- ehdotus korjaus- ja ylläpitotoimenpiteiksi tai tarvittaessa sillan uudelleen rakentamiseksi
- sillan tai sen osan erikoistarkastus
- sillan tehostettu tarkkailu
- sillan painorajoitus
- seuraavan tarkastuksen tarkastustyyppi ja ajankohta.

Tarkastusten perusteella laaditaan tiepiirin korjausohjelmat. Tarvittaessa annetaan palautetta hoidon tasosta hoitourakan tilaajalle.

3.4.4 Tarkastettavat kohteet

Yleistarkastuksessa tarkastetaan kaikki sillan ja sil-
tapaikan rakenteet, varusteet ja laitteet sekä tehdään
havainnot tiestä ja vesistöisillan uomasta. Seuraavaan
luetteloon on pyritty keräämään yleisimmät ja seu-
rausvaikutuksiltaan vaarallisimmat vauriot ja puutteet,
joihin tarkastuksessa on kiinnitettävä huomiota.

Alusrakenteet

Tarkastus käsittää perustukset, riippusiltojen ankku-
rointilaitteet, maatuot ja välituet. Tarkastuksessa kiin-
nitetään huomiota seuraaviin seikkoihin:

- esiintyykö tuissa painumia, siirtymiä, kallistumia tai pullistumia
- onko rakenteissa merkkejä poikkeuksellisista ra-
situksista, joita saattavat aiheuttaa maan siirtyminen,
routanousu, virtaava vesi tai jäidenlähtö
- esiintyykö vesirajassa tai muualla pintavaurioita
- esiintyykö rakenteissa pintahalkeamia tai raken-
teellisia halkeamia, jolloin on pyrittävä selvittä-
mään halkeaman syy: painuminen, taipuminen tai
kutistuminen
- onko laakeritasoilla, laakerikorokkeissa tai maa-
tukien otsamuureissa syöpyviä, halkeamia tai
 muita vaurioita, jolloin samalla on tarkistettava,
toimiiko laakeritasojen kuivatus
- onko ankkurikammioissa kosteutta, jolloin on sel-
vitettävä tuuletuksessa olevat puutteet
- onko laakeritasoilla tai muilla alusrakenteiden pin-
noilla maa-aineksia tai muita epäpuhtauksia taik-
ka kasvillisuutta
- ovatko puusiltojen maatuot liian korkeat, ovatko
niskapuut kallistuneet ja ovatko paalujen päät hal-
jenneet
- onko puupaaluissa, puuponttiseinissä, arinoissa
tai kiviarkuissa lohkovikoja, jotka aiheutuvat siitä,
että rakenteet ovat ajoittain vedenpinnan yläpuo-
lella
- ovatko kivirakenteiden saumat auenneet taikka ki-
vet pudonneet pois, siirtyneet tai halkeilleet, il-
mentään näin rakenteiden liikkeitä?

Päälysrakenne

Tarkastus käsittää kaikki kantavaan päälysrakentee-
seen kuuluvat rakenteet. Tarkastuksessa kiinnitetään
huomiota seuraaviin seikkoihin:

- onko päälysrakenteessa pysyviä taipumia
- esiintyykö rakenteessa pintahalkeamia tai raken-
teellisia halkeamia, jolloin pyritään selvittämään
halkeamien syy: painuminen, kutistuminen, läm-
pötilamuutokset tai ylikuormitus
- onko reunapalkeissa tai muissa rakenteissa suo-
lakorroosiota, jäätymisen aiheuttamia lohkeamia
tai muita pintavaurioita

- onko betonipinnoissa ruostetta tai muita merkke-
jä, joiden perusteella voidaan epäillä, että raudoi-
tuksen betonipeite ei ole riittävä
- esiintyykö betonipinnoissa kalkkivuotoa, ruoste-
vuotoa tai muita merkkejä vesivuodosta
- onko päälysrakenteen alakulmissa törmäysjalkia,
jolloin on samalla tarkastettava, ovatko törmäys-
palkit tai muut mahdolliset korkeudenrajoittimet
kunnossa
- onko korotettujen jalkakäytävien sisäreunoissa
korroosio- tai törmäysvaurioita
- onko betonipinnoissa tai erityisesti pesubetoni-
pinnoissa merkkejä alkavasta korroosiosta
- onko kaidepylväiden jalkakorokkeissa halkeamia
tai pääseekö vesi muuten pylvään juureen
- esiintyykö päälysteessä halkeamia, kulumisuria,
purkautumia, painanteita tai kuplimista
- lammikoituko vesi ajoradalle, jolloin on selvitet-
tävä, ovatko pinnan kaltevuusolosuhteet virheel-
liset tai onko syöksytoria liian vähän
- ovatko päälysteen saumat irronneet tai muu-
ten puutteellisia
- onko päälysrakenteen pinnoilla kasvillisuutta tai
epäpuhtauksia
- onko kuivatuslaitteissa roskia, joista on haittaa
kuivatukselle?

Jos betoninen päälysrakenne on jännitetty, raken-
teissa esiintyviin halkeamiin ja muihin vaurioihin on
suhtauduttava erityisen vakavasti. Lisäksi kiinnitetään
huomiota seuraaviin seikkoihin:

- esiintyykö jännitysankkureiden läheisyydessä hal-
keamia tai vuotoja
- esiintyykö rapautunutta tai muuten heikkolaatuis-
ta betonia
- onko kansilaatassa halkeamia välitukien kohdilla,
jolloin on vaarana, että suolainen vesi saattaa va-
lua kannen läpi
- onko jännityskaapelien lähellä ruosteläiskä; kaapelit si-
jaitsevat tukien kohdilla ylhäällä ja aukoissa alhaalla
- onko rakenteissa törmäysvaurioita tai niitä enna-
koivia raappeita
- onko halkeilleissa rakenteissa taipumia tai painumia?

Teräsrakenteiden tarkastuksessa kiinnitetään lisäksi
huomiota seuraaviin seikkoihin:

- esiintyykö pinnoitteissa ruoste- tai muita vaurioita
- esiintyykö silmin nähtäviä murtumia, halkeamia tai
syöpyviä
- onko teräsrakenteissa yleensä taipumia tai muo-
donmuutoksia
- ovatko riipputangot epänormaalin kireällä tai löy-
sällä sekä aiheuttavatko tuuli ja liikenne suuria
heilahduksia
- ovatko riippusillan soljet liukuneet
- ovatko köysien kittaukset ja läpivientien tiivistet
irronneet tai puutteelliset

- ovatko ristikkosillan sauvat vääntyneet, löystyneet tai muuten joutuneet virheelliseen asemaan.
- kerääntykö umpinaisiin tiloihin kosteutta, jolloin on pyrittävä selvittämään tuuletuksessa olevat puutteet
- kerääntykö rakenteiden päälle vettä ja epäpuhtauksia, jolloin on samalla arvosteltava kuivauslaitteiden riittävyys?

Jos sillan teräsrakenteissa esiintyy niin huomattavia ruostevaurioita, että niiden arvioidaan vaikuttavan kantavuuteen, tai jos sillassa esiintyy voimakkaita heilahduksia tai epänormaaleja liikkeitä laakereissa, on tehtävä erikoistarkastus.

Teräksiset putkisillat tarkastetaan ja tarkastustulokset kirjataan muiden siltojen tapaan. Tarkastuksessa kiinnitetään huomiota seuraaviin seikkoihin:

- onko putki painunut, taipunut, kallistunut tai liikkunut sivuttain
- onko levyissä painumia, repeämiä, naarmuja tai hankautumia
- onko pintakäsittelyssä ruostevaurioita
- onko putki ruostunut puhki
- ovatko pultit kireällä ja onko niiden rei'issä repeämiä tai muita vaurioita
- onko putki koottu oikein
- toimiiko alikulkukäytävän kuivatus
- onko mahdollinen valaistus kunnossa?

Yli 15 vuotta vanhat teräsputkisillat tarkastetaan uudempia tarkemmin *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ ohjeiden mukaan. Teräksisten putkisiltojen suunnittelu-, rakentamis- ja kunnossapito-ohjeet ovat julkaisussa *Aallotetut teräsputket* /12/.

Puurakenteiden tarkastuksessa kiinnitetään lisäksi huomiota seuraaviin seikkoihin:

- onko puurakenteissa lahovikoja ja kerääntykö rakenteiden päälle vettä
- onko ruuvien pituus riittävä ja aluslevyt oikean kokoiset sekä ovatko mutterit riittävän kireällä
- onko puukannen kiinnitys teräspalkkien laippoihin riittävä
- ovatko kaiteet, kulmateräksiset ja peitelevyt tyydyttävässä kunnossa ja hyvin kiinnitetyt
- onko kansilankutus harva taikka liimapuuelementtikannen saumat irronneet tai muuten puutteelliset
- esiintyykö liimapuupalkeissa läpimeneviä halkeamia tai liimasaumoissa irtoamia tukialueella
- onko puukannen mahdollinen päällyste kulunut, halkeillut tai irronnut
- onko sillan ja penkereen rajakohdassa kynnysmuodostumaa
- onko sillan kannella epäpuhtauksia tai kannen kulutuspinnoissa vaurioita?

Kivirakenteiden tarkastuksessa kiinnitetään lisäksi huomiota seuraaviin seikkoihin:

- onko kivirakenteessa liikkeitä, joiden seurauksena saumat ovat auenneet taikka kiviä on halkeillut, työntynyt ulos rakenteesta tai pudonnut pois
- onko kivissä rapautumia tai muita huomattavia vaurioita
- onko ajoradassa holvin päällä painumia tai ovatko sivumuurit pullistuneet ulospäin
- ovatko kaiteet taipuneet, murtuneet tai irronneet
- onko sivumuurien tai reunapalkkien päällä kasvillisuutta tai epäpuhtauksia?

Liikkuneet kivet merkitään vedenkestävällä väriliidulla. Liikkeiden suuruus mitataan ja silta asetetaan tarvittaessa tehostettuun tarkkailuun.

Laakerit ja liikuntasaumalaitteet

Tarkastuksessa kiinnitetään huomiota seuraaviin seikkoihin:

- onko liikkuvien laakereiden asento oikea ja vaadittu liikuntatila riittävä
- onko laakerirullissa tai laakerilevyissä ruostetta ja onko vierintäpinnat rasvattu ohjeiden mukaan
- onko laakerirakenteiden kosketus tasainen ja ovatko ruuvit muttereineen paikallaan ja riittävän kireällä sekä onko asennuspultit poistettu
- onko laakereissa murtumia tai muita vaurioita
- ovatko kumilaakerien lamellit painuneet epänormaalin vinoon tai pullistuneet ulos tai teräslevyt leikkautuneet irti
- onko liikuntasaumoissa riittävä liikuntavara ja ovatko peitelevyt tyydyttävässä kunnossa ja hyvin kiinnitetyt
- esiintyykö vesitiiviissä liikuntasaumalaitteessa vesivuotoja, jolloin on samalla selvitettävä, poistuu-ko vesi liikuntasaumalaitteen päältä
- esiintyykö liikuntasaumalaitteen tukikaistoissa kulumista, halkeamia tai murtumia
- aiheutuuko ajoneuvoista poikkeuksellisia iskuja liikuntasaumalaitteisiin taikka häiritsevää ääntä, jolloin on selvitettävä, onko aiheuttaja kynnysmuodostuma vai muu syy
- valuuko vesi sillan reunoissa alapuolisten rakenteiden päälle, jolloin on selvitettävä, onko vesitiivis liikuntasaumalaitte tehty liian lyhyeksi taikka sauma reunapalkin osalla jätetty avoimeksi tai saumausmassa irronnut
- onko laakerien pinnoilla ja liikuntalaitteiden tiivistekumien päällä maa-aineksia tai muita epäpuhtauksia?

Kaiteet

Tarkastuksessa kiinnitetään huomiota seuraaviin seikkoihin:

- onko kaiteissa ruoste- tai törmäysvaurioita taikka ajoneuvojen aiheuttamia naarmuja
- onko hitsausjatkokset ja tiekaiteen johteen jatkokset tehty oikein
- ovatko kaiteen liikuntajatkokset oikeissa paikoissa sekä onko jatkoksissa riittävästi liikevaraa ja toimivatko jatkokset
- onko ukkopylväät turvallisuussyistä tarpeen poistaa ja tehdä tilalle vinot päätteet
- onko kaiteen ja tiekaiteen johteen tyyppi ja korkeusasema oikea sekä onko niiden kiinnitys riittävä
- onko ruosteisia ruuveja ja aluslevyjä
- onko puukaiteen jatkokset tehty oikein
- onko sillan ja penkereen kaiteiden liitoskohta asianmukainen niin, ettei tiekaiteen johteessa ole epäjatkuvuuskohtaa?

Muut varusteet ja laitteet

Tarkastuksessa kiinnitetään huomiota myös seuraavien varusteiden ja laitteiden kuntoon ja vaurioihin:

- avattavien siltojen koneistot ja niiden käyttötilat
- laiva- ja uittojohteet sekä väylämerkit
- liikennemerkkit
- törmäyspalkit ja muut korkeudenrajoittimet
- panostilat ja panoskiinnikkeet
- tarkkailupisteet ja kontaktitapit
- hoitosillat ja hoitosillakkeet
- kulkuaukot, kulkuesteet, portaat ja tikkaat
- valaistuslaitteet ja niiden kiinnikkeet ja johtojen suojaukset
- sähkö- ja puhelinjohtojen kiinnikkeet, suojaputket ja kaapelihyllyt
- kaukolämpöputkien kiinnitys ja ulkonäkö
- rautatien sähköistykseen liittyvät kosketussuojat.

Siltapaikan rakenteet

Tarkastus käsittää penkereet, keilat, luiskat, uoman tai alittavan väylän sekä siltaan oleellisesti liittyvän ympäristön. Tarkastuksessa kiinnitetään huomiota seuraaviin seikkoihin:

- onko pengerkaitteen pituus ja korkeus oikea, onko päätteet tehty oikein ja varustettu sumupaa- luilla sekä ovatko rakenteet kunnossa
- ovatko sillan ja penkereiden liittymäkohdat kunnossa
- onko kuivatuslaitteita riittävästi ja ovatko laitteet kunnossa
- onko keiloissa haitallista kasvillisuutta tai vaurioita ja tukevatko keilat siipimuurien päitä
- ovatko verhoukset mahdollisine saumauksineen kunnossa

- onko pientareilla, keiloissa ja luiskissa asfalttijätettä, maa-aineksia tai muuta roskaa
- ovatko portaat ja muut rakenteet kunnossa tai onko tarvetta niiden rakentamiseen
- onko uomassa tai luiskissa eroosiovaurioita
- onko sillan tai siltapaikan rakenteissa töherryksiä
- onko siltapaikka siisti ja sillan maisemallisen arvon mukaisessa kunnossa?

Tien osalta tarkistetaan lisäksi, että näkemät ja muut liikenneturvallisuustekijät ovat kunnossa. Samalla kirjataan myös tien päällysteessä mahdollisesti tapahtuneet muutokset.

Uoman osalta tarkistetaan, että uomassa ei ole vesiliikennettä tai veden virtausta vaikeuttavia esteitä.

Jos tie- tai vesistöolosuhteet eivät ole turvalliset, tarpeellisten rajoitusten asettamista on harkittava. Muutokset päivitetään Siltarekisteriin ja niistä ilmoitetaan tarvittaessa muille viranomaisille.

Siltapaikan rakenteita on käsitelty tarkemmin *SILKO-ohjeissa 19 ja 11/*.

3.4.5 Suurten vesistösiltojen yleistarkastus

3.4.5.1 Yleistä

Suurten vesistösiltojen yleistarkastus tehdään silloille, joita ei pystytä kunnolla tarkastamaan rannalta tai veneestä kiikaroimalla, vaan on käytettävä siltakurkea tai muita tarkastusten apuvälineitä.

Suurten vesistösiltojen yleistarkastuksen pääasiallisena tarkoituksena on saada Siltarekisteriin suorista vesistösiltoista luotettavat ja vähintään saman tasoiset kunto- ja vauriotiedot kuin pienemmistäkin silloista. Lisäksi tarkastuksessa hankitaan erikoistarkastuksen keinoin tarkempaa tietoa sillan kunnosta ja vaurioista ja niiden kehittymisestä, jotta tulevat korjaustarpeet ja korjausten optimaaliset ajankohdat voidaan määrittää ja ennakoida paremmin.

Uuden suuren vesistösillan ensimmäinen yleistarkastus tehdään takuutarkastuksen yhteydessä. Ensimmäisessä yleistarkastuksessa tulisi olla mukana pätevän sillantarkastajan lisäksi sillan rakenteet hyvin tunteva henkilö, esimerkiksi sillan suunnittelija tai rakennussuunnitelman tarkastaja.

3.4.5.2 Tarkastettavat sillat

Tarkastettavat sillat ovat nimettyjä suuria vesistösiltoja. Nimetyistä silloista on tehty Siltarekisteriin osatietokanta. Siihen lisätään uusia siltoja harkinnan mukaan, joko uuden suuren vesistösillan valmistuttua tai muuten ilmenneen tarpeen vaatiessa. Tiepiirin Siltarekisterin pääkäyttäjä toimittaa Siltarekisterin järjestelmävastuuhenkilölle tiedon valmistuneesta tai osatietokantaan muusta syystä lisättävästä sillasta. Jos vesistö on veneellä liikkumiseen turvallinen eikä silta ole liian korkea luotettavien havaintojen tekemiseksi, siltaa ei valita nimettyjen siltojen luetteloon.

Siltojen hallintajärjestelmän kehittämiseen liittyviä tarkkailusiltoja ei ole otettu luetteloon toistaiseksi, vaan niiden perustarkastukset tehdään erillisinä projekteina. Luetteloon ei myöskään ole otettu mukaan riippusiltoja eikä niitä erikoissiltoja, joille on laadittu siltakohtainen hoito-ohje. Erikoissiltojen osalta tarkistetaan, että seuraavaksi tarkastukseksi on merkitty erikoistarkastus hoito-ohjelman mukaiselle vuodelle.

3.4.5.3 Tarkastajien pätevyysvaatimukset

Suurten vesistösiltojen yleistarkastuksia tekevältä henkilöltä edellytetään Tiehallinnon sillantarkastajan tutkinnon hyväksyttyä suorittamista ja tarkastuspätevyyden säilyttämistä *Siltojen yleistarkastusten laatuvaatimusten* mukaisesti sekä vähintään kahden vuoden kokemusta yleistarkastusten tekemisestä.

Tarkastuksia tekevän henkilön tulee olla silta-alan diplomi-insinööri tai kantavien silta-rakenteiden suunnittelukokemusta tai vankkaa siltojen korjaussuunnittelukokemusta omaava rakennusalan insinööri.

FISE Oy:n myöntämä kuntotutkijan pätevyys katsotaan eduksi ja sillä voidaan korvata puuttuvaa kokemusta.

3.4.5.4 Tarkastusväli

Suuren vesistösillan yleistarkastus tehdään keskimäärin kahdeksan vuoden välein. Tarkastaja määrittää seuraavan tarkastuksen ajankohdan sillan iän ja kunnan perusteella.

Tarkastusväli voi olla pitempi kuin muilla yleistarkastuksilla, koska tarkastuksessa tehtävien tutkimusten ja kokeneempien tarkastajien ansiosta sillan kunto ja vauriokehityksen ennustettavuus on parempi.

3.4.5.5 Tarkastusten apuvälineet

Suuren vesistösillan yleistarkastus tehdään aina siltakurjesta tai ponttonille sijoitetusta henkilönostimesta käsin. Apuvälineitä on käytettävä, vaikka sillassa on hoitosilta, koska hoitosillalta katsoen jää paljon kaivoalueita kuten kannen ulokkeet ja pääkannattajien urkopuoli. Välitukien tarkastaminen ja mittaus on tekeminen edellyttävät myös apuvälineiden käyttöä.

3.4.5.6 Liikennejärjestelyt

Liikennejärjestelyt sisältyvät tarkastusten tilaukseen. Tilaaajan laatimassa turvallisuusasiakirjassa esitetään myös liikenneturvallisuutta ja liikennejärjestelyitä koskevat asiat ja vaatimukset.

Tarkastusten toimittaja joko ostaa liikennejärjestelyt kokonaispalveluna niihin erikoistuneilta yksiköiltä tai yrityksiltä tai toteuttaa järjestelyt omin resurssein.

Liikennejärjestelyjen toteuttajan on aina laadittava kirjallinen liikenteenohjaussuunnitelma, joka on hyväksyttävä tiepiirillä. Nopeusrajoitusten asettamiseen on saatava tiepiiriltä nopeusrajoituspäätös.

Liikennejärjestelyissä noudatetaan julkaisun *Liikenne tietyömaalla TIEL 2272000* ohjeita.

Vilkailla tieosuuksilla tarkastukset on pyrittävä tekemään viikonloppuna (ei vilkkaana kesäaika kautena) tai muuna hiljaisena aikana, jolloin liikenneajoitukset aiheuttavat mahdollisimman vähän haittaa.

3.4.5.7 Tarkastusmenetelmät ja raportointi

Suuren vesistösillan yleistarkastuksessa tehdään Siltojen yleistarkastusten laatuvaatimusten mukainen yleistarkastus ja lisäksi seuraavia tutkimuksia:

- Betonipeitemittaus
- Betonipinnan kosteuden mittaus
- Kloridipitoisuuden määrittäminen
- Teräsrakenteiden pinnoitepaksuuden mittaus.

Tilaaaja voi harkintansa mukaan tilata tarkastuksen lisätyönä esimerkiksi seuraavia paikallisesti tai määrittämisesti rajattuja lisätutkimuksia:

- Karbonatisoitumissyvyyden määrittäminen
- Betonin pintalujuuden mittaus kimmovasaralla
- Potentiaalimittaus
- Halkeamien kartoittaminen.

Yleistarkastustulokset päivitetään Siltarekisteriin. Lisäksi laaditaan lyhyt sanallinen tarkastusselostus, jossa täydennetään rekisteritietoja oleellisimpien havaintojen tai vaurioiden osalta ja tehdään ehdotuksia seuraavassa tarkastuksessa tarpeellisista tutkimuksista ja välittömistä korjaustoimista. Tarkastusselostus viedään Siltarekisteriin osana tarkastustietoja, tarvittaessa lyhennettynä.

Tutkimustuloksia Siltarekisteriin päivitettäessä tutkimuskohdan sijainti merkitään vaurion sijainnin kirjaimista koskevien ohjeiden mukaisesti.

3.4.5.8 Tutkimusten laajuus

Tässä määritetty tutkimusten laajuus on vähimmäisvaatimus. Tarvittaessa tutkimusten määrää lisätään tarkastajan harkinnan mukaan.

Tarpeettomia mittauksia tai tutkimuksia ei tehdä, jos Siltarekisterissä on jo kyseinen tutkimustulos eikä silmä määräisten havaintojen perusteella ole tapahtunut oleellisia muutoksia.

Betonipeitemittaus

Päälys rakenteesta betonipeitemittauksia tehdään yhdestä poikkileikkauksesta jokaisessa silta-aukossa.

Alusrakenteista betonipeitemittauksia tehdään jokaisesta tuesta sillan keskeltä ja molemmista reunoista.

Siltarekisteriin kirjataan päälys rakenteen, maatuksen ja välitukien pienin ja suurin mitattu arvo. Päälys rakenteesta kirjataan lisäksi jokaisesta aukosta pienin mitattu betonipeite, jos se on pienempi kuin 30 mm. Jos mittaustulos on aiemmin kirjattujen raja-arvojen välissä, mittaustulosta ei kirjata rekisteriin.

Betonipinnan kosteuden mittaus

Kosteusmittauksia tehdään absoluuttisen kosteuden pintakosteusmittarilla harkinnan mukaan päälys rakenteen kohdista, joissa on kalkkihärmää tai muita vesivuotovaurioihin viittaavia seikkoja. Vertailumittaus tehdään lähellä olevasta kuivasta ja hyvästä betonipinnasta.

Siltarekisteriin kirjataan pienin ja suurin mitattu arvo. Mittauskohdaksi merkitään suurimman kosteuden sijainti.

Kloridipitoisuuden määrittäminen

Näytteitä otetaan harkinnan mukaan päälys rakenteen kohdista, joissa on vesivuotovaurioita tai rapautumista. Jos siltakurki ulottuu, näytteitä otetaan merivedessä olevien alusrakenteiden vedenpinnan vaikutusalueella olevista betonipinnoista, joissa on suola-pakkasvaurioihin viittaavaa rapautumista.

Näytesyvyys on ensimmäisellä kerralla 0–20 mm. Jos Siltarekisterissä on jo tutkimustulos kohdasta kloridipitoisuudesta, porataan samasta kohdasta uusi näyte 20–40 mm:n syvyydeltä. Kloridipitoisuuden määrittäminen tehdään happoliukoisena betonin painosta.

Siltarekisteriin kirjataan päälys rakenteen ja alusrakenteen suurin tutkittu kloridipitoisuus. Näytteenottokohdan sijainti on merkittävä mahdollisimman tarkasti.

Teräsrakenteiden pinnoitepaksuuden mittaus

Ensimmäisessä yleistarkastuksessa pinnoitepaksuuden mittauksia tehdään pääkannattajista yhdestä poikkileikkauksesta jokaisessa silta-aukossa. Seuraavilla kerroilla täydentävien mittausten tarve harkitaan aiempien mittaustulosten perusteella. Täydentävien mittausten tekemisestä päättää tilaaja.

Siltarekisteriin kirjataan pienin ja suurin mitattu arvo. Päälys rakenteesta kirjataan lisäksi jokaisesta aukosta pienin mitattu pinnoitepaksuus, jos se on pienempi kuin 100 µm. Jos mittaustulos on aiemmin kirjattujen raja-arvojen välissä, mittaustulosta ei kirjata rekisteriin.

Lisätyönä tilattavat tutkimukset

Tilaaja määrittää lisätyönä tehtävien tutkimusten laajuuden tarjouspyynnössä.

Karbonatisoitumissyvyyden selvittämistarvetta harkittaessa otetaan huomioon betonipinnan laatu, betonipeite, ympäristörajoitus ja sillan ikä.

Potentiaalimittauksia on syytä tehdä, jos kloridit tai karbonatisoituminen ovat saavuttaneet raudoituksen.

Kimmo- ja saramittauksia voidaan tehdä, jos halutaan selvittää betonin lujuusvaihteluita tai lujuustasoa.

Halkeamien kartoittamista voidaan tehdä yleistarkastuksessa paikallisesti rajatuille alueille. Laajojen alueiden täydellinen halkeamakartoitus tehdään erillisenä projektina.

3.5 ERIKOISTARKASTUS

Erikoistarkastuksia joudutaan tekemään silloilla esimerkiksi seuraavissa tapauksissa:

- 1) täydentämään yleistarkastusta, kun tarvitaan
 - erikoista asiantuntemusta
 - erikoista ammattitaitoa
 - erikoisia tutkimusvälineitä tai
 - näytteiden ottoa rakenteista,
- 2) korjaus- tai uusimistarpeen sekä korjauksen ajoituksen ja kannattavuuden selvittämiseksi,
- 3) ryhdyttäessä laatimaan sillan korjaussuunnitelmaa, jotta saadaan luotettava tieto
 - rakenteiden vaurioista, rakennemitoista ja sillan kantavuudesta sekä
 - rakenteiden kestoikään ja korjaustoimenpiteiden onnistumiseen vaikuttavista seikoista,
- 4) tutkittaessa tietyin välein teräsrakenteiden ja niiden liitosten, kuten ruuvien, niittien ja hitsausliitosten kunto erikoisvälinein,
- 5) tutkittaessa harvinaisia ilmastollisia, vesistöllisiä ja geoteknillisiä vaikutuksia,
- 6) tutkittaessa keskitetyn valvonnan alaisena tietyin välein suurten siltojen kunto ja muodonmuutokset,
- 7) tutkittaessa siltojen vedenalaisia rakenteita.

3.5.1 Tarkastajat ja tarkastusvälineet

Erikoistarkastuksiin kerätään tapauskohtaisesti tarvittava asiantuntemus ja välineet.

Erikoistarkastuksen päätarkastajalta edellytetään voimassa olevaa Tiehallinnon sillantarkastajan pätevyyttä ja vähintään kahden vuoden kokemusta yleistarkastusten tekemisestä. Päätarkastajan tulee olla silta-alan diplomi-insinööri tai kantavien siltarakenteiden suunnittelukokemusta tai ylläpidon siltojen korjaussuunnittelukokemusta omaava rakennusalan insinööri.

FISE Oy:n myöntämä kuntotutkijan pätevyys vaaditaan siltojen betonirakenteiden erikoistarkastusten päätarkastajalta vuodesta 2007 alkaen.

Muilla tarkastustyötä tekevilta henkilöiltä edellytetään perehtyneisyyttä tarkastusmenetelmiin ja tarkastusvälineiden käyttöön.

Tarkastusvälineiden tulee olla niiden valmistajien ohjeiden mukaisesti huollettuja ja kalibroituja. Kalibrointitietojen dokumentoinnin tulee olla ajan tasalla.

3.5.2 Tarkastuksen ajankohta

Erikoistarkastuksia tehdään tarvittavien toimenpiteiden valinnan ja päätösten tekemistä varten, ennen korjaussuunnitelman laatimista, silta- tai siltatyyppiin kohtaisen ohjelman mukaan tai erityisestä syystä. Teräsbetonisten kotelopalkkisiltojen päällysrakennetta otetaan siltakohtaisen ohjelman mukaiseen seurantaan, jos tarkastuksissa on havaittu merkittäviä taipumia tai halkeamia.

Suurten terässiltojen erikoistarkastukset tulisi tehdä 15 vuoden välein. Väliaikana tehtävissä yleistarkastuksissa tehdään silmämääräisiä havaintoja rakenteiden pinnoista ja liitoksista. Suurten riippusiltojen muodonmuutokset tulisi tarkastaa määräajoin, mutta tarkastusväli määritetään siltakohtaisesti. Suositeltava tarkastusväli on 5 vuotta. Tiehallinnon tarkkailusiltaverkostoon valitut sillat tarkastetaan 5 vuoden välein.

Voimakkaan virtauksen tai aallokon rasittamille vedenalaisille rakenteille tehdään sukellustarkastus noin 5 vuoden välein.

3.5.3 Tarkastus

Erikoistarkastuksia ovat esimerkiksi

- betonipeitteiden mittaus
- betonin karbonatisoitumisen määrittäminen
- betonin kloridipitoisuuden määrittäminen
- potentiaalimittaus
- teräsrakenteiden pinnoitepaksuuden mittaus
- rakenteiden muodonmuutosten ja liikkeiden seuraaminen mittauksin ja mahdollisesti koekuormituksin
- rakenteiden lujuus-, jännitystila- ja materiaaliominaisuuksien tutkiminen.

Erikoistarkastuksessa on tärkeää, että vaurion syy saadaan selville. Tutkimukset pyritään tekemään ainetta rikkomattomilla menetelmillä, mutta varsinkin betonirakenteista joudutaan poraamaan näytteitä, jotta säilyvyyteen vaikuttavista tekijöistä saadaan riittävä käsitys. Työtä varten laaditaan tutkimussuunnitelma.

Erikoistarkastus on valmisteltava huolellisesti, koska yleensä joudutaan käyttämään kalliita laitteita ja apuvälineitä, jolloin tarpeettomia kustannuksia on pyrittävä kaikkein keinoin välttämään. Kaikki saatavissa oleva siltakohtainen aineisto on kerättävä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa erikoistarkastuksen lähtöaineistoksi. Myös yleisiin asioita käsitteleviin raportteihin on syytä tutustua.

Erikoistarkastukset saattavat lisäksi vaatia tutkimusluonteisia lisätarkasteluja, koska silloista yleensä saatavana olevat tiedot ovat valitettavan niukat ja arvosteluperusteet luotettavien johtopäätösten tekemiseen jäävät usein epäselviksi.

Erittäin tärkeän erikoistarkastusten ryhmän muodostavat vedenalaiset tarkastukset. Niiden tarkastusmenetelmiä ja sukeltajia koskevia vaatimuksia esitetään kohdassa 4.7.

Erikoistarkastuksen tekemiselle ei ole mitään määrättyä muotoa, koska tarkastuksen laajuus ja menetelmät on ratkaistava jokaisessa yksittäistapauksessa erikseen.

Erikoistarkastuksesta laaditaan kirjallinen tarkastusselostus. Siltarekisteriin päivitetään yleistarkastuskäytännön mukaiset tiedot sekä päivitettäviksi soveltuvat tutkimustulokset.

Liikennejärjestelyt sisältyvät erikoistarkastusten tilaukseen. Liikennejärjestelyjä koskevat samat vaatimukset kuin suurten vesistösiltojen yleistarkastuksissa (kohta 3.4.5.6).

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.

3.6 TEHOSTETTU TARKKAILU

Tehostetun tarkkailun tarkoituksena on mahdollistaa sillan tai sen osan laskennallisen kantavuuden ylittämisen ajoneuvoasetuksen salliman kuormituksen tai sillan painorajoituksen aiheuttamiin rasituksiin asti. Tehostettua tarkkailua käytetään useimmiten niissä tapauksissa, jolloin silta tai sen osa kulutetaan loppuun. Tällöin sillan käyttöikä lyhenee, mutta hyötykuorman lisäyksen kautta voidaan saavuttaa paras mahdollinen kansantaloudellinen hyöty.

Silta asetetaan tehostettuun tarkkailuun esimerkiksi silloin, jos painorajoitus poistetaan vahventamatta rakennetta. Tehostettua tarkkailua käytetään muulloinkin, esimerkiksi sillan vaurioiden vaikuttaessa kantavuuteen ja sillan kunnon huonontuessa kriittiseksi.

Silta asetetaan tehostettuun tarkkailuun tiepiirin päätöksellä. Tarkkailuun johtavasta syystä riippuen päätöksen perustana voi olla yleistarkastus tai erikoistarkastus ja mahdolliset laskennalliset tarkastelut.

3.6.1 Tarkastajat

Siltainsinööri tai tiestötietojen vastuuhenkilö nimeää tarkastajat harkintansa mukaan.

3.6.2 Tarkkailuvälit

Sillan tehostettu tarkkailu tehdään mieluiten tasaisin aikavälein.

Jos sillan rakenteissa tapahtuu muodonmuutoksia tai vaurio on muuten huolestuttava, silta tarkastetaan 4–6 kertaa vuodessa. Muissa tapauksissa sillat tarkastetaan aluksi kaksi kertaa vuodessa. Kun vaurion etenemisestä on saatu riittävästi tietoja, voidaan siirtyä pitempään tarkastusväliin. Tehostetussa tarkkailussa olevat sillat on tarkastettava kuitenkin vähintään kerran vuodessa.

3.6.3 Tarkastus

Tehostetun tarkkailun tavoitteena on määrittää sillan kunnon heikkenemisnopeus. Näin ollen tehostettu tarkkailu eroaa muista tarkastuksista siinä, että muut tarkastukset määrittävät sillan kunnon tarkastushetkellä ja kiinnittävät huomiota myös sillan pitkäaikaiskäilyvyyden varmistamiseen.

Tehostetussa tarkkailussa kiinnitetään päähuomio sillan kantavuuteen vaikuttaviin seikkoihin ja erityisesti tarkkailuun johtaneeseen syyhyn. Tarkkailu keskeytetty näin ollen muodonmuutosten sekä halkeamien, murtumien ja syöpmien tarkkailuun.

Terässiltojen ja jännitettyjen betonisiltojen vaurioihin on suhtauduttava erityisen vakavasti, koska niiden kehittyminen murtumaksi voi olla yllättävän nopeaa ja arvaamatonta.

3.6.4 Johtopäätökset

Kun peräkkäisiä tarkastustuloksia verrataan toisiinsa, voidaan periaatteessa päätyä kolmenlaiseen tulokseen:

- 1) Sillan vaurion tai muodonmuutoksen eteneminen kiihtyy.
- 2) Sillan vaurion tai muodonmuutoksen eteneminen hidastuu tai pysähtyy johonkin raja-arvoon.
- 3) Aikutilanteeseen verrattuna ei tapahdu muutoksia.

Ensimmäisen ryhmän vaurio on hälyttävä ja se vaatii yleensä nopeita toimenpiteitä sekä tarvittaessa uusia liikennerajoituksia. Tässä tilanteessa voidaan joutua muuttamaan jo vahvistettua työohjelmaa kiihkeimmällä vaurioituneen sillan korjaamisesta tai uusimisesta.

Toisen ryhmän vaurio ei välttämättä vaadi mitään välittömiä toimenpiteitä. Tiepiiri päättää mahdollisista toimenpiteistä ja sillan ottamisesta johonkin myöhempään toimenpideohjelmaan.

Kolmannen ryhmän vaurio ei aiheuta mitään erityisiä toimenpiteitä. Tässä tapauksessa voitaneen pidentää tarkastusvälejä tai luopua tehostetusta tarkkailusta kokonaan, kuitenkin aikaisintaan kolmen vuoden kuluttua.

Tehostetun tarkkailun tulosten perusteella voidaan arvioida sillan myöhemmin todennäköinen uusimisajankohda, liikenneturvallisuuden vaatimukset huomioon ottaen.

Jotta tarkkailutietoja voidaan hyödyntää, ne on esitettävä kirjallisessa muodossa. Raportti on päivättävä ja varmennettava tarkastajan allekirjoituksella. Tiedot päivitetään soveltuvin osin Siltarekisteriin.

4 TARKASTUSMENETELMÄT

4.1 YLEISTÄ

Siltojen tarkastuksissa käytettäviä perusmenetelmiä ovat

- näköhavainnot
- mittaukset
- pintatestaus
- näytteiden otto ja laboratoriokokeet.

Tarkastukset aloitetaan tekemällä näköhavainnot, joiden perusteella päätetään muiden menetelmien käytöstä niin, että vältetään tarpeetonta rakenteiden rikkomista.

Sillan vastaanottotarkastuksessa käytetään pääasiassa näköhavainnot ja mittauksia, mutta poikkeuksellisesti voidaan joutua käyttämään muitakin menetelmiä kuten betonipeitemittaus.

Vuositarkastukset perustuvat näköhavaintoihin.

Yleistarkastukset tehdään näköhavainnoin ja mittauksin. Suurten vesistösiltojen yleistarkastukset tehdään osassa 3 selostetulla tavalla, tehden tarvittavassa määrin erikoistarkastukseen kuuluvia toimia siltakurjesta käsin. Yleensä menetellään siten, että tutkimuksiin perustuvia tietoja kerätään järjestelmällisesti aikaisempia tuloksia täydentäen. Samalla tavalla menetellään tarkkailusiltoja tarkastettaessa.

Erikoistarkastuksessa on kysymys erikoista asiantuntemusta vaativasta selvityksestä, jolloin tarkastus tehdään erikoislaitteilla ja rakenteista otettujen näytteiden avulla laboratoriossa. Betonirakenteista eri laitteilla ja laboratoriotesteillä selville saatavat asiat on esitetty taulukossa 1.

Tehostetussa tarkkailussa käytetään mittauksia ja näköhavainnot.

Tarkastuksissa on pyrittävä aina selvittämään vaurion syy.

Taulukko 1. Betonirakenteiden tutkimusmenetelmät.

TUTKIMUSMENETELMÄ	KOESTUS MITTAUS KOHTEESSA							KOESTUS LABORATORIOSSA		
	Näköhavainnot	Mittaukset	Iskukoe (koputtelu)	Fenoliftaleiikkoe	Kloridipitoisuuskoe	Betonipeitemittaus	Tartuntakoe	Ultraäänimittaus	Kimmo- ja värähtelymittaus	Potentiaali- ja resistanssimittaus
● Perusmenetelmä ○ Täydentävä menetelmä n) Yhdessä käytettävät menetelmät										
OMINAISUUS TAI VAURIO										
Mitat	●	●						○		
Raudoituksen koki ja sijainti	○	○								
Raudoituksen korroosio	●	○		●	●				● ¹⁾	○
Karbonatisoituminen				●						
Kloridipitoisuus					●					
Halkaisu	●	●						○		
Kosteuspitoisuus	○									●
Pakkasenkestävyys									○ ¹⁾	
Huokoisuus ja läpäisevyys	○									●
Tartunta		○					●			
Lujuus							○ ²⁾	○ ²⁾		
Materiaalirakenne	○									
Betonin laatu							○	○	○	
Laadun vaihtelu	○	○								
Kimmoisuus								○		
Sementtityyppi										
Irtoamat ja onkalot	○	●					●	○		
Palovaurio	●	●					○	○		
Kiviaineksen laatu	○									
Kiviainesreaktiot	○									
Sulfaatinkestävyys	○									
Törmäysvaurio	●	○	○				○			○

4.1.1 Yleistarkastajan välineet

Sillantarkastajan varusteisiin pitää yleistarkastusta tehtäessä kuulua

- sillantarkastuslomakkeet (esitetyt)
- sillantarkastuskäsikirja
- muistiinpanovälineet ja taskulaskin
- kamera ja salamavalolaite
- mittanauha (3 m)
- kiikari
- pajavasara tai muurarinvasara ja pieni vasara
- teräspiikki tai ruuvimeisseli ja puukko
- mitta-asteikolla varustettu suurennuslasi (luppi)
- turvaköysi tai turvavaljaat
- taskulamppu ja varoitusvilkku
- kypärä, haalarit, varoitusvaate (CE-merkitty, suojausluokka 2) ja kumisaappaat.

Mahdollisesti tarvittavia välineitä ovat

- mittanauha (20 m) ja mittaluoti
- etäisyysmittari (laser)
- teleskooppisauva
- sähkömagneettinen pinnoitepaksuusmittari
- tarkastuspeili
- pistepuikko
- kahluupuku
- sanelukone
- videokamera
- tietokone (yhteys Siltarekisteriin).

Välineitä varten on syytä hankkia sopiva laakku, jotta välineet säilyvät samassa paikassa ja niiden kuljetus helpottuu.

4.1.2 Erikoistarkastusvälineet

Erikoistarkastuksessa tarvitaan yleistarkastusvälineiden lisäksi ainakin seuraavat tutkimuslaitteet:

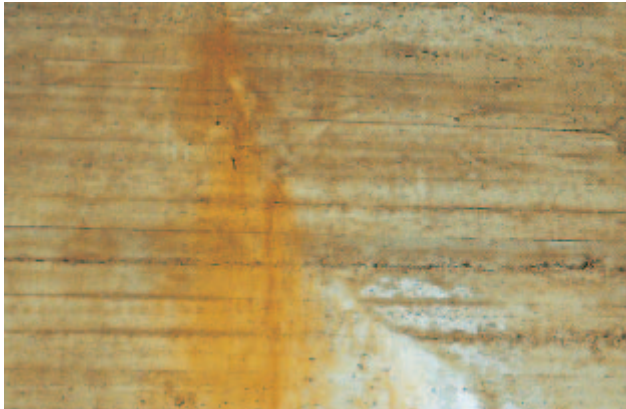
- betonipeitemittari
- kimmovasara
- potentiaalimittari
- ominaisvastusmittari
- tartuntavetomittari
- lieriö- ja iskuporakone terineen
- betonin kosteusmittari
- ilman lämpötila- ja kosteusmittari
- vedenkestäviä väriliituja (eri värejä)
- kasvukaira.

Laitteet on kalibroitava valmistajan antamien ohjeiden mukaan. Kalibrointien dokumentoinnin on oltava ajan tasalla.

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.

4.2 NÄKÖHAVAINNOT

Siltojen tarkastaminen perustuu näköhavaintoihin. Tarkemmista tutkimuksista päätetään näköhavaintojen avulla (kuva 40). Siltakohtainen tarkastus aloitetaan aina tarkastelemalla siltaa ja sen rakenteita etäämmältä.



Kuva 40. Näköhavainnot paljastavat piileviäkin vaurioita.

Näköhavaintojen perusteella tehtäviä johtopäätöksiä varten joudutaan yleensä tekemään myös mittauksia. Jotta vallitsevasta tilanteesta saadaan heti oikea kuva, tarkastajalla on oltava mukanaan raportit aikaisemmista tarkastuksista sekä tarpeelliset piirustukset ja muut asiakirjat. Muistitiedoista saattaa joskus olla erittäin paljon apua.

Erityisesti isojen siltojen rakenteita joudutaan yleensä tarkastelemaan myös kaukaa, jolloin apuna on käytettävä kiikaria.

4.2.1 Betonirakenteet

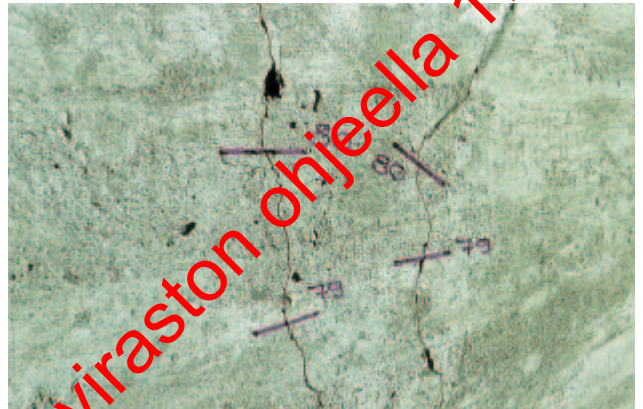
Betonipinnoissa esiintyy yleisesti pintavaurioita kuten rapautumia ja syöpymiä. Niiden vaurioaste määritetään Sillantarkastuskäsikirjan /3/ taulukon 2 avulla.

Rakennusvaiheessa syntyneet pintaviat, kuten huonosti tiivistetyt kohdat (rotankolot) ja pinnan huokoisuus, altistavat rakenteen korroosiolle.

Betonipintojen tummuusaste-eroihin on syytä kiinnittää huomiota. Käytännössä on havaittu, että kloridipitoinen betoni pysyy kauemmin kosteana.

Halkeamien suunta ja mahdollinen verkkomaisuus määritetään silmämääräisesti. Jos rakenne on jännitetty, kaikki rakenteelliset halkeamat tutkitaan tarkemmin. Ruostepilkkujen lisäksi kiinnitetään erityis-

tä huomiota raudoituksen suuntaisiin ja ankkurointi-alueen halkeamiin. Normaalisti raudoitettun päällysrakenteen rakenteelliset halkeamat tutkitaan tarkemmin, jos halkeaman leveys on yli 0,2 mm. Halkeamat merkitään (kuva 41), jotta niiden edistymistä voidaan luotettavasti seurata.



Kuva 41. Halkeamat merkitään betonipintaan.

Halkeamia tarkasteltaessa on muistettava, että raudoitustangon korroosio ilmenee aluksi halkeamana betonin pinnassa. Jos teräksiä on näkyvissä tai pinnoissa on ruostepilkkuja, tarkemmat tutkimukset ovat tarpeen.

4.2.2 Teräsrakenteet

Teräsrakenteiden pintakäsittelyn vaurioluokitus määritetään Sillantarkastuskäsikirjan /3/ vaurioluokitustaulukon 7 avulla. Poikkeuksena ovat säänkestävästä teräksestä tehty rakenteet, joiden korroosionesto perustuu ilman hapen vaikutuksesta pinnalle muodostuvaan tiiviiseen oksidikerrokseen. Jos tällaiselle pinnalle suuntautuu vesivuoto tai kerääntyy epäpuhtauksia ja suolaa, korroosiovaara on olemassa.

Maalipinnan kuplimisen, halkeilun tai hilseilyn asema ja laajuus selostetaan tarkastusraportissa.

4.2.3 Puurakenteet

Puurakenteista todetaan lahoviat ja pinnan kunto.

Puurakenteiden murtumat ja liitosten viat vaativat yleensä välittömiä korjaustoimenpiteitä. Myös taipumat on todettava ainakin silmämääräisesti.

Puurakenteen läpimenevät halkeamat ja liimasaumojen irtoamiset todetaan ja merkitään niiden päätepisteet.

Jos vanhoissa puisissa pääkannattajissa on runsaasti oksia, niiden vaikutus rakenteen kantavuuteen on arvioitava.

4.2.4 Kivirakenteet

Kivirakenteiden saumoissa mahdollisesti tapahtuneisiin liikkeisiin on kiinnitettävä ensisijaisesti huomiota. Holvin muodonmuutos näkyy esimerkiksi kaitteiden taipumisena. Vesistösiltojen kivisten maatumien saumalinjoja verrataan vedenpintaan mahdollisen epätasaisen painumisen selvittämiseksi.

Rakenteessa käytettyjen kivien työstötapa ilmaistaan käsitteillä lohkottu, hakattu tai sahattu. Myös kiven halkeiluun vaikuttavaan lustaisuuteen on kiinnitettävä huomiota.

4.2.5 Muut rakenteet

Kaikkien rakenteiden osalla on kiinnitettävä huomiota vesivuotoihin. Samalla arvioidaan vesivuodon haitallisuus. Betonisen päällysrakenteen alapinnassa olevat kalkkiläiskät ja kalkkipuikot ilmaisevat, että sillan vedeneristys on vaurioitunut tai reunasauma vuotaa. Vedeneristykseen kohdistuvia rasi-
tuksia voidaan arvioida päällysteen halkeamien ja kuluneisuuden perusteella. Päällysteen verkkohalkeilu on merkinä siitä, että vesi ei pääse pois vedeneristyksen päältä tai suojabetoni on jossain vaurioitunut.

Siltapaikan rakenteiden kunto arvioidaan silmämääräisesti. Yleisimpiä ovat erilaiset eroosiovauriot ja ulkonäköön vaikuttavat tönnöt. Havaitut painumat, siirtymät, kallistumat tai taipumat johtavat yleensä tarkempiin tutkimuksiin.

Erityisesti on kiinnitettävä huomiota pengerkaitteiden pituuteen ja korkeuteen. Pituus- ja korkeusvaatimukset on esitetty *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ vaurioluokitus taulukossa 20.

4.2.6 Valokuvaus ja videokuvaus

Jotta rakenteissa tapahtuvia muutoksia voidaan havainnollisesti verrata eri ajankohtina, silloista otetaan valokuvia (kuva 42). Valokuvan avulla vauriosta on saatavissa havainnollinen käsitys ja vertailu aikaisemmin vallinneeseen tilanteeseen on helpompaa. Valokuvien ottamista on selostettu yksityiskohtaisesti *Sillantarkastuskäsikirjassa* /3/. Videointi saneluineen helpottaa ja havainnollistaa vaurioiden käsittelyä korjaussuunnitelmaa laadittaessa.



Kuva 42. Valokuvaus on hyvä dokumentointitapa

Kamerassa on oltava salamavalolaitteet, koska valaistus siltojen alla ja rakenteiden sisällä on useimmiten riittämätön. Kuvamateriaalin tarkoitus on sillan esittelyä varten vaurioiden havainnollistaminen.

Sillasta otetaan yleiskuvat sivulta, tien suuntaan ja sillan alta sekä tarpeellinen määrä kuvia rakenteiden yksityiskohdista ja vaurioista. Kuva rajataan huolellisesti niin, että vain oleelliset asiat tulevat kuvaan mukaan. Kuvattavaan kohteeseen voidaan asettaa vaaituslat-
ta tai mittanauha mittakaavaksi kuvan katsojalle. As-
teikolla varustetun mitan puuttuessa voidaan kuvattavaan kohteeseen sijoittaa mitoiltaan tunnettu esine kuten tulitikkulaatikko.

Halkeamien sijaintikaavio (halkeamakartta) voidaan tehdä valokuvasarjana. Valokuvat otetaan, kun kaudaltaan kasteltu pinta on kuivunut niin, että halkeamat ovat selvästi näkyvissä. Mitattuja halkeamien leveyksiä merkitään valokuviiin niin paljon, että vaurioluokitus *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ taulukon 3 avulla on mahdollista.

Yleisimpiä virheitä siltojen valokuvauksessa ovat:

- Valokuva on otettu liian kaukaa.
- Riittävästä valaistuksesta ei ole huolehdittu.
- Kuva on otettu vastavaloon.
- Kuvakulma on valittu siten, että kuvassa on varjoja ja heijastuksia.

Tärkeimmät kuvat tallennetaan digitaalisessa muodossa Siltarekisterin kuvatietokantaan. Valokuvien lukumäärää ja nimeämistä koskevat ohjeet on esitetty *Sillantarkastuskäsikirjassa* /3/. Siltatietoarkistoon tallennettavat valokuvat säilyvät parhaiten kartonkitaskuissa. Muista materiaaleista tulevat kysymykseen polyeteeni ja selluloosa-asetti. PVC-muovia ei saa käyttää. Kuviiin merkitään kohde, aihe ja päiväys.

4.3 MITTAUKSET

Mittauksilla täydennetään näköhavaintoja. Siirtymien ja muodonmuutosten tarkka seuranta voi perustua vain mittauksiin.

Mittaukset on tehtävä huolellisesti siltamittauksiin perehtyneiden työntekijöiden toimesta. Kojeet on tarkistettava kojeen valmistajan ohjeiden mukaan.

Nykyaikainen mittaustekniikka mahdollistaa myös siltarakenteissa tapahtuvien muutosten jatkuvan seurannan eli tarkkailtavien mittasuureiden jatkuvan luvun ja tallentamisen sillan instrumentoinnin avulla.

Laajemmista töistä on laadittava mittaussuunnitelma. Kaikki mittaustulokset on esitettävä yksikäsitteisesti ja mahdollisimman havainnollisesti.

4.3.1 Kiinto- ja tarkkailupisteet

Siltaan rakennetaan *Sillanrakentamisen yleisten laatuvaatimusten /14/* mukaan tarkkailupisteet

- maatuilla siipimuurien uloiimpiin nurkkapisteisiin reunapalkin yläpintaan
- jokaisen välituen kohdalla ja jokaisen silta-aukon keskellä siltakannen molempiin reunoihin reunapalkin yläpinnan ulkoreunaan
- välitukien yläosaan sillan molemmille reunoille.

Jos sillassa on ohjeiden mukaiset tarkkailupisteet, mittaus perustuu aikaisempaan mittaussaineistoon. Tarkkailupisteiden kunto tarkistetaan aina sillan erikoistarkastuksen yhteydessä ja niitä kunnostetaan tai uusitaan tarvittaessa. Vanhoissa silloissa ei yleensä ole tarkkailupisteitä, jolloin niitä rakennetaan harkinnan mukaan mittausten ja sillan korjaustöiden yhteydessä. Tarkkailupisteet valmistetaan ruostumattomasta teräksestä ja kiinnitetään joko juottamalla tai liimaamalla (kuva 43).



Kuva 43. Juottamalla kiinnitetty tarkkailupiste.

Kiintopisteinä käytetään mahdollisuuksien mukaan Maanmittauslaitoksen pisteitä. Jos monikulmiopisteitä tai korkeuskiintopisteitä joudutaan rakentamaan, ne juotetaan kallioon tai muuhun liikkumattomaan alustaan juotoslaastilla (kuva 44).



Kuva 44. Kiintopisteet kiinnitetään kutistumattomalla juotoslaastilla.

Seurannassa käytettävien kiintopisteiden ja tarkkailupisteiden on oltava luotettavia ja niin sijoitettuja, että niitä voidaan mahdollisimman vaivattomasti käyttää havaintotyössä.

4.3.2 Pituudenmittaus

Sillantarkastuksissa yleisimmin käytettäviä pituudenmittausvälineitä ovat (kuvat 45 ja 46)

- erilaiset mittanauhat (≤ 50 m)
- lasermittari (≤ 100 m)
- teleskooppimitta (≤ 5 m).

Sähköistetyillä radoilla ei saa käyttää sähköä johtavaa mittanauhaa tai teleskooppimittaa.



Kuva 45. Kaidevälin mittaus mittanauhalla.

Mittanauhaa käytetään, kun tarkistetaan sillan rakenteiden mittoja sekä sillan liikenneteknillisen poikileikkauksen tai vesiaukon mittoja.

Näissä mittauksissa on mittaustarkkuus ± 10 mm. Mittanauhan jännittimen käyttö ei näissä mittauksissa ole tarpeen. Mittauksia voidaan joissain tapauksissa helpottaa luotilangan avulla.

Lasermittari tai teleskooppimitta sopii erikoisesti sillan aukkomittojen mittaamiseen (kuva 46).



Kuva 46. Alikulkukorkeuden mittaaminen lasermittarilla.

Saumojen leveydet ja muut vastaavat mitat (0–150 mm) sekä syvennykset ja reiät voidaan mitata työntömitalla, jonka mittaustarkkuus on $\pm 0,1$ mm (kuva 47). Mittauspisteet on aina merkittävä rakenteisiin, esimerkiksi maalaamalla. Yleensä mittaus tehdään jonkin selvästi havaittavissa olevan särmän kohdalta.



Kuva 47. Liikuntasauman mittaaminen työntömitalla.

Halkeamien leveydet ja muut vastaavat mitat (0,1–20 mm) voidaan mitata mitta-asteikolla varustetulla suurennuslasilla eli lupilla (kuva 48). Luppeja on saatavana valaisimella varustettuna. Muussa tapauksessa on tarvittaessa käytettävä taskulamppua.



Kuva 48. Halkeaman mittaaminen lupilla.

Halkeamassa tai saumassa tapahtuvia liikkeitä voidaan mitata tarkasti deformetrilla demognastojen avulla (kuva 49). Laitteen lukemataarkkuus on $\pm 1,6 \times 10^{-3}$ mm. Havaintoja voidaan tehdä myös ohuen lasilevyn avulla, joka liimataan alustaan halkeaman molemmilta puolilta. Lasi rikkoutuu, jos halkeamaan kohdistuu liikkeitä.



Kuva 49. Venymämittaus deformetrilla.

4.3.3 Vaaitus ja kulmanmittaus

Sillan rakenteiden painumista, taipumista tai kallistumista seurataan vaaituskojeella tehtävien korkeushavaintojen avulla (kuva 50).



Kuva 50. Vaaitusta sillan kannella.

Vaaituksessa käytetään mikrometrillä varustettua tarkkavaaituskojetta. Vaaituslatassa on oltava rasiatasain. Vaaituksen mittaustarkkuus on ± 1 mm. Riippujänteitä mitattaessa mittaustarkkuus on kuitenkin ± 5 mm.

Likimääräisen käsityksen maatuen liikkeistä saa mittaamalla alus- ja päällysrakenteen välisen saumojen leveyksiä eri kohdista. Varsinkin poikakaavissa silloissa tukien liike näkyy ukkopylvään ja ensimmäisen kai-depylvään välisen raon leveyden vaihteluna.

Tarkat siltamittaukset tehdään takymetrillä, jolloin kulma-, korkeus- ja etäisyyshavainnot tehdään samasta kojeasemasta (kuva 51). Havaintotulokset tallennetaan tiedonkeruulaitteella. Mittaukset tehdään asiantuntevan konsultin toimesta. Mittaustiedot ja tiedot kiinto- ja tarkkailupisteistä on tallennettava luotettavasti tulevien mittausten lähtötiedoiksi.

Suurimpien siltujen, joissa on yli 100 metrin jänteitä, mittaukset vaativat hyvää mittauskokemusta ja mittauksiin liittyy paljon siltakohtaisia erityispiirteitä. Esimerkiksi riippu- ja vinokaisisiltujen muodonmuutosten tarkkailuun on kiinnitettävä erityistä huomiota.



Kuva 51. Pääkannattajien alapintoihin kiinnitetyt prismat (ylempi kuva) ja takymetri (alempi kuva).

4.3.4 Muut mittaukset

Jos sillassa on rullalaakerit, tukien kallistumista voidaan seurata mittaamalla laakerien asennot eri aikoina. Laakerit on asennettu siten, että niiden salpalevyjen pitäisi olla pystysuorassa, kun siltaa kuormittaa pelkkä oma paino ja lämpötila on ± 0 °C. Salpalevyn asento mitataan ylälaatan siirtymänä alalaattaan nähden (kuva 52). Liike maatuen suuntaan merkitään positiivisena (+) ja sillan keskustan suuntaan negatiivisena (-).

Jos laakerien asennot poikkeavat suuresti toisistaan, mittauksia on tehtävä useammasta laakerista ja pyrittävä selvittämään, onko kyseessä asennusvirhe vai tuen kiertymä. Erikoistarkastuksessa on syytä tehdä laakereista havainnolliset piirroksot.



Kuva 52. Rullalaakerin asennon mittaus.

Päällysrakenteessa lämpöliikkeiden suhteen vallitseva lämpötila on määritettävä mahdollisimman tarkoin mittaamalla ilman ja rakenneosien lämpötiloja. Lämpöliikkeen suuruus saadaan kertomalla laakerin etäisyys kiinteästä laakerista tai muusta liikkumattomasta sillan kohdasta lämpötilalla ja luvulla 0,000012 eli lämpöliike on jokaista kymmentä metriä ja astetta kohden 0,1 mm.

Kumilevylaakerin liike mitataan laakerin yläpinnan siirtymisenä laakerin alapintaan nähden. Kumipesä- ja kalottilaakerissa on asteikko, josta siirtymä on luettavissa millimetreinä. Asteikon vauriot mainitaan kommenttina Sillantarkastuslomakkeella 1.

Jos liikuntasaumalaitteen kiinnitysruuvien kireydelle on asetettu vaatimuksia, mittaukset tehdään määräajoin momenttiavaimella.

Veden virtausnopeus (m/s) voidaan mitata "kaarna-laivamenetelmällä", jossa virtaan heitetään kelluva esine ja mitataan sekuntikellolla esineen virran mukana kulkema aika mitatulla matkalla. Jos veden virtausnopeus on tiedettävä tarkasti, mittaus tehdään siivikolla.

Kosteus- ja lämpötilamittaukset tehdään tarvittaessa erilaisilla antureilla varustetulla mittarilla.

Alusrakenteissa tapahtuvia liikkeitä voidaan seurata rakenteisiin kiinnitettävien merkkien avulla (kuva 53).



Kuva 53. Alumiiniliuskat osoittavat maatuessa tapahtuneen liikkeen.

4.4 PINTATESTAUS

Pintatestauksella tarkoitetaan ainetta rikkomattomia testausmenetelmiä, joilla tutkitaan rakenteen pintaosaa. Rakenteen koputtelua lukuun ottamatta pintatestaukset ovat täydentäviä tutkimuksia.

Huolellisella ja asiantuntevalla pintatestauksella on mahdollista saada melko hyvä yleiskuva rakenteesta, jolloin voidaan tarkentaa näköhavaintojen ja mahdollisten laskelmien perusteella tehtyjä johtopäätöksiä. Lisäksi pintatestauksen avulla voidaan paikallistaa epäilyttävät, tarkempia tutkimuksia vaativat alueet.

Yleisin pintatestausmenetelmä on iskukoe, jolloin iskun antaman äänen perusteella paikallistetaan rakenteen epäilyttävät kohdat. Koputtelu tehdään muurarin- tai pajavasarella (kuva 54).



Kuva 54. Pajavasara on pintatestauksen perusväline.

Iskukokeella saadaan selville

- pintakerroksen tartunta alustaan
- irtonaisten betonielementtien sijainti
- teräsrakenteiden säröt
- puurakenteiden lahot kohdat
- lähellä pintaa olevat onkalot.

4.4.1 Betonirakenteet

Magneettisella betonipeitemittarilla (kuva 55) saadaan riittävällä tarkkuudella selville suojaavan betonipeitteen lisäksi raudoitustangon sijainti rakenteen pinnan suunnassa, kun tanko on alle 100 mm:n syvyydessä.

Betonipeitemittari kalibroidaan mittausta aloitettaessa, tarkistamalla betonipeitteen paksuus mitattuun kohtaan poratusta tai piikatusta reiästä. Peitekerroksen mittarin antamat tulokset ovat epävarmoja hyvin tiheästi raudoitetuissa kohdissa.



Kuva 55. Betonipeitemittari.

Betonin likimääräinen puristuslujuus sekä rakenteessa vallitsevat lujuuserot saadaan selville kimmovasarella (kuva 56).



Kuva 56. Kimmovasara.

Kimmovasaran käyttö edellyttää, että betonipinta hiotaan ja pinnan kosteus on vakioitava ennen mittausta pitämällä pinta kosteana 15 minuutin ajan. Mittaus tehdään eri ohjeen /15/ mukaan. Kimmovasara sopii hyvin uuden betonin tutkimiseen, jos betonin lujuus on pienempi kuin K45. Karbonatisoituneesta betonipinnasta tehty mittaus antavat todellista korkeampia puristuslujuusarvoja. Niitä voidaankin käyttää lähinnä betonin lujuusvaihteluiden selvittämisessä. Tarkkailusilloilla tehtyjen mittausten perusteella kimmovasaran antama tarkkuus on ± 10 % alle 50 vuoden ikäisillä silloilla. Tarkemmin puristuslujuus saadaan selville testaamalla rakenteesta porattu lieriö laboratoriossa.

Betonin pinnoitteen paksuus voidaan mitata tarkasti mikrometrillä, mittakellolla tai mikroskoopilla. Tällöin pinnoite rikkoutuu, joten menetelmät eivät ole ainetta rikkomattomia.

4.4.2 Teräsrakenteet

Niitattujen teräsrakenteiden niittien kiinnitys on syytä tarkistaa aika ajoin kevyellä vasaralla (noin 350 g) koputteleamalla. Jos niitti on löystynyt tai murtunut, antaa isku vastakkaisen puolen kantaa vasten painetulle sormelle selvän tärähdyksen tai kopautuksen antama ääni on erilainen kuin kiinteän niitin kyseessä ollen.

Sillan teräsrakenteen pinnoitteen paksuus mitataan yleensä sähkömagneettisella menetelmällä.

Kuivan kalvon paksuuden mittauslaite (kuva 57) on kalibroitava aina ennen käyttöä laitteen valmistajan antamien ohjeiden mukaan. Käytön aikana kalibrointi on tarkistettava, jos mittaustuloksissa havaitaan poikkeuksellisuutta. Lähellä reunaa tai sisäpuolista nurkkaa tehtävät mittaukset eivät ole päteviä, ellei laitetta ole kalibroitu tällaista mittausta varten.

Teräsputkien vaurioastetta tutkitaan piikkitestillä, jossa testataan, läpäiseekö pistepuikko teräslevyn vasaralla lyömällä (kuva 58).

Muut teräsrakenteiden pintatestausmenetelmät ovat luonteeltaan erikoistutkimuksia (kohta 4.6).



Kuva 57. Sähkömagneettinen kuivan kalvon paksuusmittari.



Kuva 58. Piikki on lävistänyt teräsputken.

4.4.3 Puurakenteet

Puurakenteiden lahovikoja etsitään vasaralla koputteleamalla. Epäilyttävät kohdat tutkitaan tarkemmin piikillä tai taltalla pistelemällä.

4.5 NÄYTTEENOTTO JA LABORATORIOKOKKEET

Näytteenottoa tarvitaan ainetta rikkovia testausmenetelmiä varten, jotka ovat luonteeltaan syiden selvittämiseen tähtääviä tutkimuksia.

Näytteenotto ja näytteillä tehtävät testaukset täydentävät muita tarkastusmenetelmiä. Näytteiden tarve harkitaan huolellisesti. Näytteenottosuunnitelma laaditaan ottaen huomioon luvuissa 5 ja 6 selostetut materiaalien ominaisvauriot ja rakenneosien vauriot niin, että näytteiden avulla saatavat tiedot täydentävät riittävästi muiden tutkimusten avulla saatuja tietoja. Näytteet tutkitaan joko kentällä tai laboratoriossa.

4.5.1 Betonirakenteet

Betonirakenteita joudutaan joskus piikkaamaan auki näytteenoton tapaan, jotta pintaa syvemmillä olevista vaurioista ja rakenteista saadaan riittävästi tietoja. Samalla tarkistetaan mahdollisen pintatestauksen luotettavuus mittaamalla raudoituksen betonipeite.

Betonin karbonatisoituminen tutkitaan halkaisemalla lieriöporalla porattu näyte. Halkaistulle pinnalle suihkutetaan tai sivellään fenolftaleiiniiliuosta, jonka pitoisuus on yksi prosentti. Karbonatisoituminen betoni värjäytyy välittömästi punaiseksi ja karbonatisoitunut jää harmaaksi (kuva 59).



Kuva 59. Karbonatisoitumaton betoni värjäytyy fenolftaleiinin vaikutuksesta punaiseksi.

Betonin kloridipitoisuus voidaan tutkia kohteeseen poratusta reiästä eri syvyyksiltä otetun betonijauheen avulla. Tarkasti punnittu näyte tutkitaan mieluummin laboratoriossa titraamalla tai ns. RCT-elektrodimenetelmällä (kuva 60). Tutkimuksessa käytettäviä aineita on saatavana valmiina pakkauksina. Tutkimus tehdään valmistajan ohjeiden mukaan. Suositeltavaa on,

että määrittäminen tehdään happoliukoisena betonin pinnasta, koska näin saadaan tarkempi ja vertailukelpoisempi mittaustulos.



Kuva 60. Kloriditutkimus laboratoriossa.

Laboratoriotutkimuksia varten tarvittavat koekappaleet porataan rakenteesta lieriöporalla (kuva 61). Näytettä porattaessa on varottava vaurioittamasta pääraudoitteita ja varsinkin jänneteräksiä. Raudoitustankojen paikat on selvitettävä betonipeitemittarilla.

Näytteitä porattaessa rikutut betonirakenteet paikataan valumattomalla paikkauslaastilla tai juotoslaastilla, ellei sillan korjaustyö seuraa välittömästi. Paikkaus tehdään SILKO-ohjeen 2.231 mukaan.



Kuva 61. Näytteenotto lieriöporalla (timanttipora).

4.5.2 Teräsrakenteet

Teräksen lujuus- ja sitkeysominaisuuksien sekä hirtattavuuden selvittäminen edellyttää aina näytekapaleen irrottamista rakenteesta. Paikka valitaan ja työ tehdään teräsrakenteiden asiantuntijan ohjeiden mukaan. Näytteenottokohtat korjataan asiantuntijan ohjeiden mukaan. Näytteenottokohtien ja muiden tutkimusten vaatimien kohtien paikkausmaalaus tehdään *SILKO-ohjeen 2.351* mukaan.

Jos vanhaa pinnoitetta ei tunneta, käytetty maalityyppi saadaan selville epoksimaalin ohenteella /16/ tai lähettämällä näyte maalityhtaalalle tai tutkimuslaitokseen tutkittavaksi. (Alkydimaali nousee tai tulee tahmeaksi (tarvitaan pitkä vaikutusaika) ja kloorikautsu- tai vinyylimäali liukenee. Epoksi- ja polyuretaanimaaleihin ei ohenteella ole vaikutusta /16/).

4.5.3 Puurakenteet

Puurakenteen lahovikojen laajuus sekä kyllästysaineen tunkeutuminen ja määrä saadaan selville kasvukairalla otettavan näytteen avulla (kuva 62). Pääkannattajaa tutkittaessa näyte on saatava kannen kanssa kosketuksessa olevasta osasta ja alapinnasta. Lahoviat voidaan todeta näytteestä silmämääräisesti.



Kuva 62. Näytteenotto kasvukairalla.

Kyllästysaineen tunkeutumisvyvyys voidaan määrittää tarvittaessa tutkimuslaitoksessa. Sydänpuun ja pinta-puun raja saadaan selville kastamalla näyte sulfa-niilihapon ja natriumnitriitin vesiliuokseen.

Näyttereikä suljetaan puutapilla tai tiivistysmassalla.

4.5.4 Näytteiden merkintä

Betoni-, teräs- ja puurakenteista otettavat näytteet on varustettava yksikäsitteisillä merkinnöillä, joista selviää

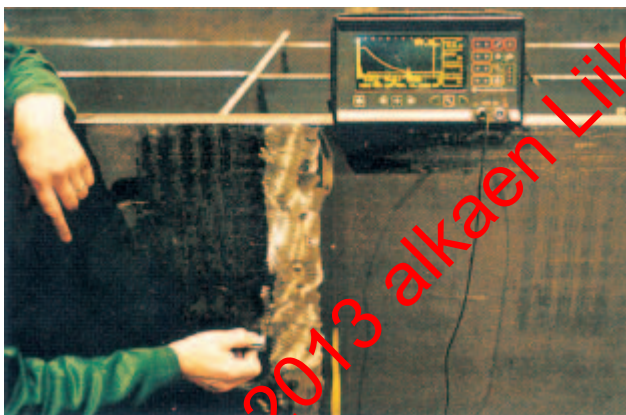
- silta
- rakenneos
- näytteen numero.

Sillasta laaditaan havainnollinen piirros, johon nume-roidut näytteenottokohtat merkitään.

4.6 ERIKOISTUTKIMUKSET

Erikoistutkimusten tarve harkitaan vauriokohtaisesti sillan yleistarkastuksen yhteydessä ja merkitään *Sillantarkastuslomakkeelle* 2. Suurin osa tutkimuksista tehdään sillan korjaussuunnittelua tai korjaustöiden ohjelmointia varten tehtävässä erikoistarkastuksessa. Muulloin erikoistutkimuksia tehdään yksittäisten ongelmakohtien selvittämiseksi tai erityisen ohjelman mukaan. Erikoistutkimuksia ovat myös rakenteiden koekuormitus ja laskennalliset tarkastelut.

Erikoistutkimus tehdään joko ainetta rikkomattomalla menetelmällä siltapaikalla (kuva 63) tai rakenteesta otettujen näytteiden avulla laboratoriossa (kuva 64). Tilaaaja liittyy tarjouspyyntöön alustavan tutkimusohjelman, jossa määritetään tarvittavat tutkimukset ja niiden määrä ja tutkimusmenetelmät standardeineen. Erikoistarkastus tai yksittäinen tutkimus tilataan asiaan hyvin perehtyneeltä konsultilta tai tutkimuslaitokselta. Tutkimusohjelma tarkentuu tarjouksessa ja tilauksessa.



Kuva 63. Teräsrakenteista voidaan etsiä säröjä ultraäänimittauksella.



Kuva 64. Polarisaatiomikroskooppi videolaitteineen.

4.6.1 Betonirakenteet

Siltapaikalla tehtävät erikoistutkimukset

Potentiaolimittauksella selvitetään raudoituksen korroosiotila (kuva 65). Menetelmässä mitataan millivolttimittarilla raudoitustangon ja betonin pinnalle asetetun erityisen referenssielektrodin välinen jännite eli teräksen potentiaali suhteessa referenssielektrodin potentiaaliin. Kun referenssielektrodi siirretään betonin pinnalla, potentiaali muuttuu sen mukaan, mikä on raudoituksen korroosiotila referenssielektrodin kohdalla. Mittaustuloksia annustellaan *ASTM-standardin C876-91 (1999) "Standard Test Method for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel In Concrete"* mukaan. Mittausta varten on saatava kontakti raudoitukseen, mikä yleensä edellyttää piikkausta. Uusiin siltoihin on asennettu potentiaalimitausta helpottavat kontaktitapit vuodesta 1992 lähtien.



Kuva 65. Potentiaalimittari.

Ominaisvastusmittauksen (kuva 66) avulla voidaan tehdä epäsuoria arvioita raudoituksen korroosionopeudesta aktiivisilla korroosioalueilla. Arviointi perustuu sääntöön, että mitä pienempi on betonin vastus, sitä suurempi on korroosionopeus aktiivisilla alueilla. Mittaustuloksia arvostellaan tarkoitusta varten laaditun asteikon avulla. Mittausmenetelmiä on useita. On myös laitteita, joilla voidaan mitata sekä raudoituksen potentiaali sekä betonin ominaisvastus.



Kuva 66. 4-elektrodinen ominaisvastusmittari.

Polarisaatiovastus- ja impedanssimenetelmillä saadaan selville raudoituksen korroosionopeus. Suomessa on käytetty eniten lineaariseen polarisaatioon perustuvaa menetelmää (kuva 67), joka perustuu standardiin ASTM G59-97 (2003) "Standard Test Method For Conducting Potentiodynamic Polarisation Resistance Measurements". Menetelmää käytetään potentiaali- ja ominaisvastusmittauksia täydentävänä mittauksena.



Kuva 67. Polarisaatiovastusmittari.

Kosteusmittauksella selvitetään rakenteen kosteustila joko suhteellisenä tai absoluuttisena kosteutena ilmaistuna. Suhteellinen kosteus voidaan todeta melko luotettavasti alapintaan porattuun reikään asennetun anturin ja siihen liitetyn mittarin avulla (kuva 68). Absoluuttinen kosteus mitataan pintakosteusmittarilla tai kuivattamalla ja punnitsemalla rakenteesta otettu näyte.



Kuva 68. Kosteusmittari.

Tartuntavetomittauksella selvitetään betonipinnan riittävä lujuus korjausalustaksi ja eri materiaalien, kuten pinnoitteen, ruiskubetonin tai paikkauslaastin tartunta alustaan (kuva 69). Vetokoe ilmaisee myös pinnan suuntaiset pakkasvauriot.



Kuva 69. Tartuntavetomittari.

Näytteistä tehtävät erikoistutkimukset

Puristuslujuuskokeella selvitetään betonin puristuslujuus. Näyteliön halkaisijan pitää yleensä olla 100 mm, poikkeuksellisesti koestus voidaan tehdä 75 mm:n lieriöstä.

Suojahuokossuhde- ja pakkassuolakokeilla selvitetään betonin pakkasenkestävyys. Pakkassuolako-
keessa näyteliön halkaisija on 100 mm. Suojahuokossuhdekokeessa lieriön halkaisija on 150 mm ja korkeus 300 mm.

Optisella mikrorakennetutkimuksella selvitetään betonin laatu ja vaurioiden syyt (kuva 64). Näytteestä tehdään ohuthie, joka tutkitaan fluoresenssi- ja polarisaatiomikroskooppilla.

Pintahietutkimus rinnastetaan usein ohuthietutkimukseen, mutta pintahieestä voidaan määrittää vain halkeilu ja ilmahuokoisuus. Pintahietutkimus ei sovellu minerologiseen tutkimukseen.

Taulukossa 1 on esitetty muitakin betonin tutkimusmenetelmiä.

4.6.2 Teräsrakenteet

Siltapaikalla tehtävät erikoistutkimukset

Magneettijauhe- ja tunkeumanestetutkimuksilla etsitään pintaan asti ulottuvia säröjä ja muita pinta-
vaurioita.

Ultraäänimittauksella etsitään säröjä laakereista ja muista teräsrakenteista ja tarkastetaan hitsien kunto (kuva 63). Ultraäänimittaus on syrjäyttänyt röntgenkuvauksen hitsauskoosten tarkastuksessa, mutta ai-
nepaksuuden ollessa alle 10 mm röntgenkuvaus on edelleen tarpeen.

Näytteistä tehtävät erikoistutkimukset

Vetokokeella selvitetään kimmomoduli, myötöraja, murtolujuus sekä murtovenymä.

Iskusitkeys-kokeella selvitetään pakkasenkestävyys (haurasmurtuma).

Materiaalianalyysillä selvitetään teräksen koostumus ja hitsattavuus.

Raudoitustangot tutkitaan muiden teräsrakenteiden tapaan.

4.6.3 Puurakenteet

Laboratoriossa voidaan näytekappaleen avulla selvittää laho, kosteus ja tilavuuspaino sekä kylläis-
tysaineen määrä.

4.6.4 Siltapaikalla tehtävät erikoistutkimukset

Teräsputken siltapaikalta on syytä ottaa vesinäyte korroosioriskin ja syntyneiden vaurioiden selvittä-
mistä varten. Näyte otetaan pintaaseen pulloon ja siitä tutkitaan pH, sähköjohtavuus ja kovuus. Lisäksi mitataan uoman virtausnopeus.

Harvemmin käytettyjä siltapaikalla tehtäviä erikois-
tutkimuksia ovat

- maatutkimittaus tai kaikuluotaus, joilla saadaan selville eri kerrosten paksuudet ja niiden välinen tartunta, vaurioituneet kerrokset ja tyhjätilat
- gamma- tai röntgenkuvaus, joilla saadaan selville raudoitustankojen koko ja sijainti sekä betoni-
peitteen paksuus
- lämpökameramittaus, jolla saadaan selville ve-
deneristuksen tartunta betonipintaan
- värähtelymittaus, jolla selvitetään esimerkiksi lii-
kenteen sillalle tai ympäristöön aiheuttamaa täri-
nää tai värähtelyä
- vetysuodatus, jolla saadaan selville halkeaman
kulku rakenteessa
- väsytyskuormituksen tallentaminen jännitysvaiht-
telukertymän avulla.

4.7 VEDENALAISET TARKASTUKSET

Vedenalaisten rakenteiden osalta vaurioherkille silloille on syytä laatia tiepiireittäin tarkastusohjelma.

Vedenalaisissa tarkastuksissa käytetään pääasiassa näkö- ja tuntohavaintoja, pintatestausta sekä mitauksia (kuva 70).



Kuva 70. Vedenalaisen syöpmän syvyyden mittaaminen.

Olosuhteista johtuen asiantuntevilla näköhavainnoilla on tärkeä merkitys. Paras tulos saavutetaan, jos käytetään nauhoitettua videokuvasta vaurioiden esittämiseen (kuva 71). Vähimmäisvaatimus on, että tarkastajalla pitää olla vedenalaiseen kuvaukseen soveltuva, riittävän valovoimainen kamera ja tarvittavat valaistuslaitteet.



Kuva 71. Vedenalainen tarkastus tallennetaan videonauhalle.

Työvälineet, testausvälineet ja varusteet, jotka on kehitetty meriolosuhteisiin tai urheilusukellukseen, ovat yleensä käyttökelpoisia vedenalaisten rakenteiden arvioimiseen.

Vedenalaisissa tarkastuksissa on kiinnitettävä huomiota työturvallisuuteen /4/. Työntekijältä vaaditaan kevytsukeltajan pätevyys.

Vedenalaisesta tarkastuksesta tehdään siltakohtainen raportti lomakkeelle *Sillan sukellustarkastus TIEL 7005607* (liite 3).

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.

4.8 TARKASTUKSISSA KÄYTETTÄVÄT APUVÄLINEET

Siltoja rakennettaessa ja korjattaessa on otettava huomioon siltöjen tarkastamisen ja hoidon tarpeet /17/. Suuriin vesistösiltoihin asennetaan kiinteä hoitosilta (kuva 72) tai liikutettavan hoitosillakkeen kiinnityslaitteet. Hoitosillalle tai -sillakkeelle kulkemista varten tarvitaan yleensä tikkaat tai portaat. Hoitosillasta huolimatta joudutaan yleensä käyttämään myös siltakurkea.



Kuva 72. Kiinteä hoitosilta.

Kotelopalkkisiltöjen väliseinien kulkuaukot on tehtävä siten, että kulku voi tapahtua mahdollisimman vaivattomasti. Ellei näin ole, aukot on varustettava kulkua helpottavilla laitteilla /17/. Umpimaiset tilat olisi varustettava kiinteällä valaistuksella /17/.

Sillan huolto- ja tarkastushenkilöstön työturvallisuus on taattava kiinteillä tai liikutettavilla varusteilla tai työssä on käytettävä siltakurkea (kuva 73) tai muuta henkilönostinta (kuva 74). Suurelle sillalle on laadittava siltakohtainen hoitosuunnitelma, jossa otetaan huomioon usein vaarallisten ja kalliiden työ- ja tutkimusvälineiden liikuttelu.



Kuva 73. Siltakurjesta käsin voidaan työskennellä päällysrakenteen alla.

Sillan reunaosat voidaan tarkastaa kaiteen varaan ripustettavasta hoitokorista.

Ajoradan yläpuolella olevat rakenteet voidaan tarkastaa autoon, traktoriin tai konealustaan kiinnitetyn henkilönostimen korista (kuva 74).



Kuva 74. Henkilönostin on usein tarpeellinen apuväline.

Liikennejärjestelyt hoidetaan siten, että kohdassa 3 esitetyt tarkastukset voidaan tehdä turvallisesti ja liikennettä tarpeettomasti häiritsemättä.

Erikoistarkastusta valmisteltaessa on selvitettävä

- rakenteiden puhdistamistarve
- avattavat ja kunnostettavat tarkastuslaitteet
- telineiden, tikkaiden ja muiden siirrettävien apuvälineiden tarve
- ponttonin ja veneen tarve (kuva 75).



Kuva 75. Vesistösilan tarkastuksessa voidaan käyttää venettä.

Kulkutielle on tehtävä portaat, jos tasojen pystysuora korkeusero on suurempi kuin 50 cm tai jos kulkutien kaltevuus on 20–60° /17/. Jos kaltevuus on jyrkempi, käytetään tikkaita. Maatuen etumuurin edessä olevan tarkastustasanteen (kuva 76) leveyden pitää olla vähintään 50 cm ja etäisyyden päällysrakenteen alapinnasta vähintään 100 cm ja korkeintaan 160 cm /17/.



Kuva 76. Hyvä tarkastustasanne.

Jos vesistö sillan alla tarvitaan telineitä, ne tehdään ponttonien tai tynnyrien varaan rakennetulle lautalle (kuva 77). Koottavista putkitelineistä on saatu hyviä kokemuksia.



Kuva 77. Kätevä lautta, joka on kiinnitetty haruksilla rantaan.

Jos sillassa on panoskoukut, tikkaat ja telineet voidaan ripustaa niiden varaan.

Suuren sillan siltapaikalla pitää olla tila huoltoautoa varten ja kulkuyhteys usein huoltoa vaativiin kohteisiin ja tarkastustasanteille.

K kaikki tarkastusten apuvälineitä koskevat puutteet kirjataan tarkastuksen yhteydessä kommenttina Sillantarkastuslomakkeelle 1 tai vauriona Sillantarkastuslomakkeelle 2.

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.

5 MATERIAALIEN OMINAISVAURIOT

5.1 YLEISTÄ

Sillanrakennusmateriaalit poikkeavat vaurioitumisominaisuuksiltaan toisistaan seuraavasti:

- Hyvälaatuinen kivi on ainoa kestäväksi luonnehdittava sillanrakennusmateriaali (kuva 78).



Kuva 78. Kalliolle perustetuissa kivisilloissa on harvoin vaurioita.

- Puun ongelma on lahoaminen, joka on puun biologista tuhoutumista lahottajasiementen vaikutuksesta (kuva 79).



Kuva 79. Puun ongelma on lahoaminen.

- Seostamattoman teräksen heikkous on ruostuminen, joka on tyypillinen korroosioilmiö eli ympäristön kanssa tapahtuva sähkökemiallinen reaktio (kuva 80).



Kuva 80. Ruostumisvaurioita päällysrakenteen teräspalkeissa.

- Teräsbetonin ongelma on alttius veden, pakkasen ja suolojen aiheuttamalle rapautumiselle (kuva 81), halkeilu sekä karbonatisoituminen ilman hiilioksidin vaikutuksesta.



Kuva 81. Paha suolapakkasvaurio.

Rakennusmateriaalien vauriotyypit poikkeavat toisistaan, joskin halkeilu ja kuluminen ovat kaikille ominaisia, mutta niissäkin on materiaaleittain aste-eroja.

Vauriot esiintyvät rakenteissa yksin tai yhdessä muiden vaurioiden kanssa. Vaurioiden huolellinen ja järjestelmällinen selvittäminen sekä vaurioiden luokitus antavat perustan rakenteen käyttöiän arvioimiselle sekä oikein mitoitetuille kunnostus- ja korjaustoimenpiteille. Materiaalityyppien vaurioasteet on esitetty *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ taulukoissa 2–12.

5.2 BETONI

Sillantarkastuksessa huomioon otettavia betonirakenteiden vauriotyyppejä ovat

- betonin pintavauriot
- halkeamat
- raudoituksen korroosio.

Mahdolliset betonin lujuusalitukset, raudoituksen sijaintivirheet, rakenteen mittapoikkeamat ja betonin karbonatisoituminen tulevat esiin tarkempien tutkimusten yhteydessä ja ne kuuluvat erikoistarkastuksen piiriin.

Betonin säilyvyyteen vaikuttavia ulkoisia rasisitustekijöitä ovat

- kosteus
- kloridit ja muut ympäristön epäpuhtaudet
- ilman hiilidioksidipitoisuus
- pakkasen ja lämpötilan vaihtelut
- liikenteen, virtaavan veden ja jään aiheuttama kuluminen
- merituuli.

Näiden ulkoisten rasisitustekijöiden vaikutuksia kiihdyttäviä betonin ominaisuuksia ovat

- huono tiiviys
- pinnan halkeilu
- voimakas karbonatisoituminen
- vähäinen suojahuokosten määrä.

Kostea ympäristö on melkein aina vaikuttamassa betonirakenteiden vaurioitumiseen. Sillantarkastuksissa on kiinnitettävä erityistä huomiota rakenteiden puhtaanapitoon ja kuivatukseen.

5.2.1 Pintavauriot

Betonin pintavaurioita ovat kuluminen ja pakkasvauriot. Pakkasvaurioita ovat säröily, lohkeilu ja rapautuminen. Muutamissa silloissa on havaittu alkali-kivianneksen aiheuttamia reaktioita, jotka ilmenevät aluksi pakkasvaurion näköisenä verkkohalkeiluna, mikä muuttuu kiviaineksen paisumisesta kosteuden vaikutuksesta.

Betonin pintavaurioluokitus tehdään silmämääräisesti siltapaikalla *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ taulukon 2 avulla.

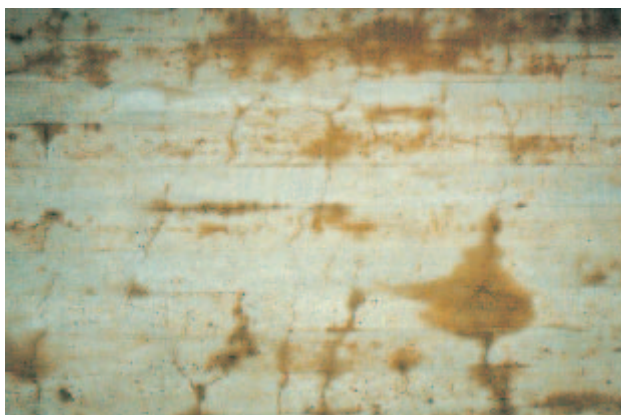
Ruiskubetonipinnat arvioidaan muiden betonipintojen tapaan. Ohuiden ruiskubetonikerrosten irtoamavauriot arvioidaan samoin kuin pinnoitteiden ja muiden betonin suoja-aineiden vauriot *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ taulukon 21 avulla.

Eniten pintavaurioita esiintyy betonin rasitetuilla pinnoilla, kuten vedenpinnan vaikutusalueella sekä kohdissa, joihin jään sulatukseen käytetty suola pääsee vaikuttamaan.

Erityinen huomio on kiinnitettävä suolarasisituksen alaisiin pintoihin kuten reunapalkkeihin ja risteysliitosten välitukiin. Jos niissä havaitaan verkkohalkeilua, kloridipitoisuus on selvitettävä ja vaadittava tarvittaviin suojaustoimiin pikaisesti.

Betonipinnat kulumat liikenteen, virtaavan veden ja jään vaikutuksesta. Betonin kestävyys kulutusta vastaan riippuu ensisijaisesti kiviaineksen kovuudesta ja lujuudesta, sementtikiven lujuudesta ja kiviaineksen määrästä betonissa. Betonin pinta kuluu siten, että sementtikivi irtaantuu ja luonnonkivi jää pintaan. Kuluminen jatkuessa sideaine irtaantuu yhä syvemältä, jolloin kiviaineksenkin vähitellen irtaantuu.

Pakkasvaurioita syntyy veden jäätyessä betonin huokosissa, koska vesi laajenee jäätyessään noin yhdeksän prosenttia (kuva 82). Lumen ja jään sulatukseen käytettävät natrium- ja kalsiumkloridi pahentavat oleellisesti pakkasvaurioita. Mitä nuorempaa betoni on, sitä herkempi se on vaurioitumaan. Alhainen vesisideainesuhde sekä lisähuokoistus ja eräät lisäaineet parantavat ratkaisevasti betonin pakkasenkestävyyttä.



Kuva 82. Verkkohalkeilu on tyypillinen pakkasvaurio ja rapautumisen esiaste.

Betonipinnan huonosti tiivistyneitä kohtia (kuva 83) on tarkkailtava, koska ne ovat erityisen arkoja rapautumiselle. Betonipinnan huono tiiviys johtuu yleensä riittämättömästä tiivistyksestä tai sementtiliiman valumisesta muottien läpi.



Kuva 83. Huonosti tiivistettyjä kohtia betonipinnassa.

Tarkkailtavia kohtia ovat lisäksi työsaumat sekä korjaustoissa vanhan ja uuden rakenteen liitoskohdat. Valuvikojen luokitus ja ohjeelliset korjaustoimenpiteet on esitetty *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ taulukossa 6.

Veden laatu on Suomessa harvoin sellainen, että vesi rapauttaa betonia. Jos rapautuminen on normaalia suurempaa, on syytä ottaa vesinäyte laboratorio-tutkimuksia varten.

Tarkastuksissa on kiinnitettävä huomiota myös betonipintojen viimeistelyyn. Pinta antaa viitteitä betonityön laadusta ja pinnan tiiviys vaikuttaa oleellisesti rakenteen säilyvyyteen.

Joissain tapauksissa saattavat betonin pintavaurioita johtuvat ulkonäkönsyistä vaatia korjaustoimenpiteitä.

5.2.2 Halkeamat

Betonirakenteiden halkeamat ovat joko rakenteellisia halkeamia, jotka menevät rakenteen läpi tai pintahalkeamia, joiden syvyys vaihtelee tapauskohtaisesti.

Rakenteen halkeilusta johtuva vaurioluokka määritetään siltapaikalla mitatun halkeamaleveyden perusteella *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ taulukon 3 avulla. Jännitettujen rakenteiden halkeamat vaativat yleensä kiireellisiä korjaustoimenpiteitä.

Halkeaman syy pyritään selvittämään syntyajan, muodon ja sijainnin perusteella. Jos betonirakenteen halkeamat ja korjaustarve halutaan selvittää tarkem-

min, voidaan se tehdä *SILKO-ohjeen* 1.233 /18/ kohdan 2.1 avulla.

Halkeamat huonontavat betonin vesitiiviyyttä. Tiiviys on kääntäen verrannollinen vedenpaineeseen ja halkeaman leveyteen. Betonilla on kyky jossain määrin itse sulkea pienehköjä halkeamia. Vuotavissa halkeamissa kalsiumhydroksidi kulkeutuu rakenteen pintaan muuttuen siellä ilman hiilidioksidin vaikutuksesta vaaleaksi kalsiumkarbonaatiksi. Jos vuoto jatkuu pitkään, rakenteen pintaan muodostuu paksuja kalkkikerroksia tai kalkkipuikkoja (kuva 84). Vuotava halkeama on säilyvyyden kannalta aina vaarallinen.



Kuva 84. Kalkkipuikkoja halkeamassa.

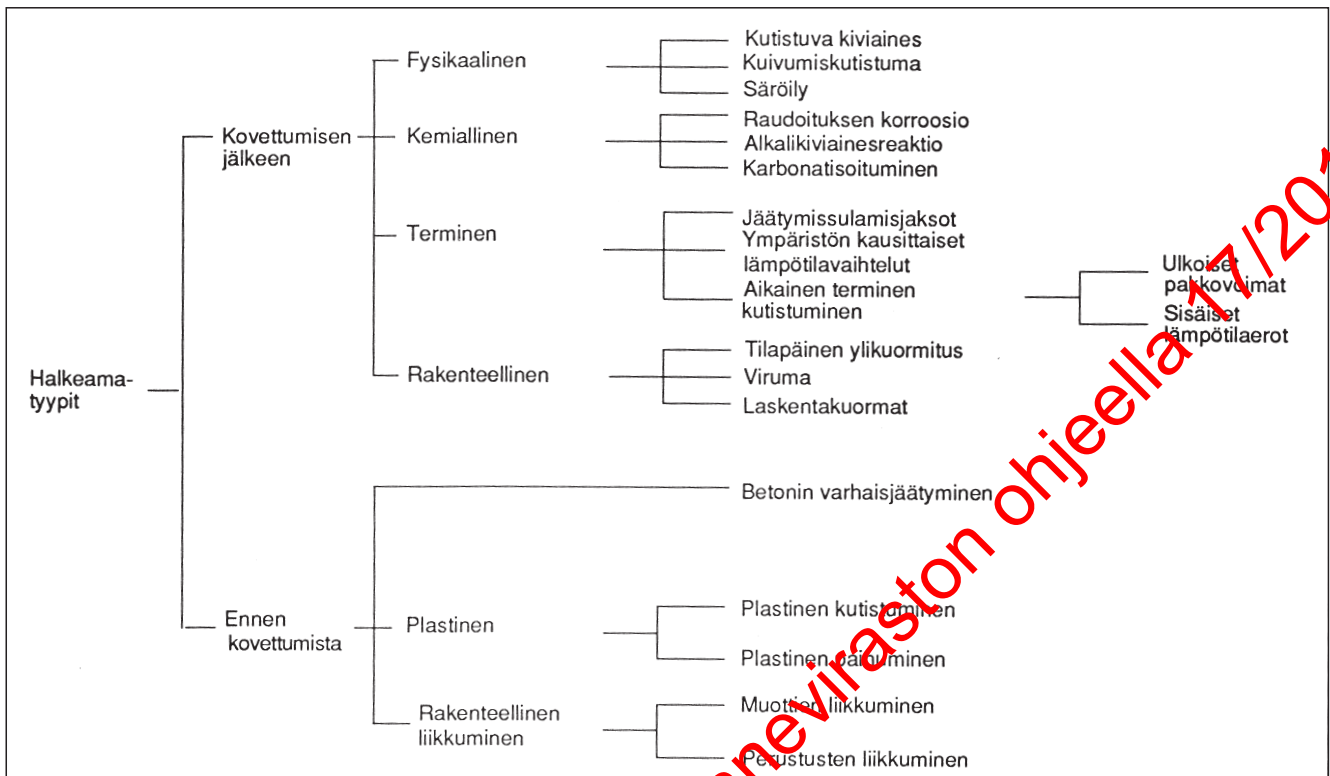
Halkeaman syy selvitetään viimeistään erikoistarkastuksessa. Tyypilliset halkeamat on esitetty kuvassa 85. Niistä useimmin esiintyviä ovat

- plastinen painuminen
- plastinen kutistuminen
- varhainen termien kutistuminen
- pitkän aikavälin kuivumiskutistuma
- säröily.

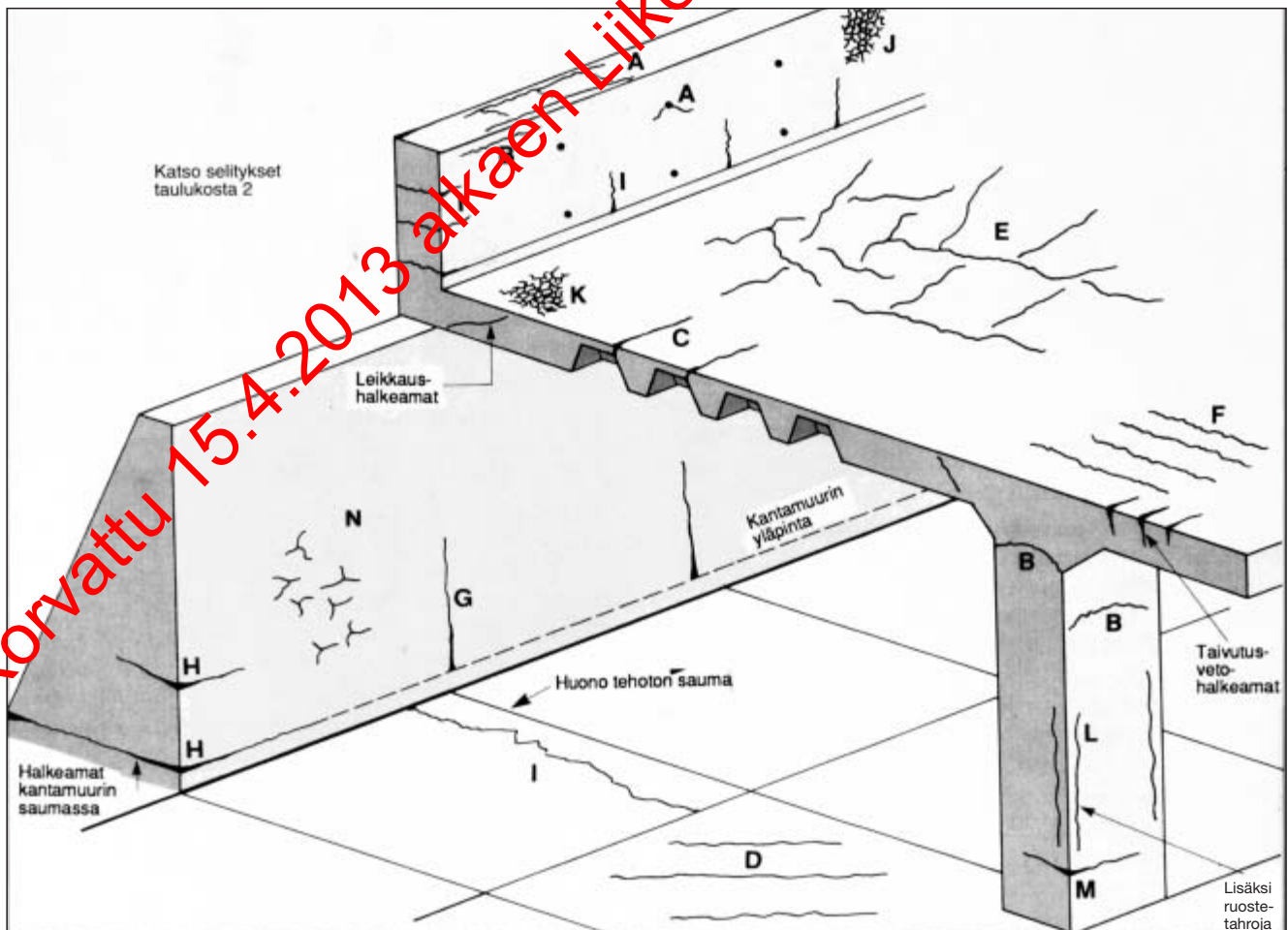
Halkeamatyyppit on esitetty havainnollisesti kuvassa 86 ja niitä on selostettu tarkemmin taulukossa 2. Niissä on esitetty myös raudituksen korroosiosta ja alkalivaiainesreaktiosta johtuva halkeilu.

Betonin ominaisuuksista johtuvat halkeamat syntyvät betonin kutistuessa tai lämpötilan muutosten vaikutuksesta joko betonin kovettumisvaiheessa tai myöhemmin. Nämä halkeamat syntyvät yleensä betonointivirheiden tai liian etäällä toisistaan olevien liikutusaumojen vuoksi. Halkeaman suuruus riippuu pääasiassa vesisideainesuhteesta, sementin määrästä, lämpötilaeroista ja jälkikäsittelystä

Betonin plastiset halkeamat aiheutuvat lähinnä tuoreen betonipinnan nopeasta kuivumisesta, massan painumisesta tai pinnan työstämisestä sitoutumisen jo alettua. Veden haihtumisnopeus on tällöin suurempi



Kuva 85. Halkeamatyytit /19/.



Kuva 86. Esimerkkejä betonirakenteille luonteenomaisista halkeamista /19/.

Taulukko 2. Betonirakenteille luonteenomaiset halkeamat ja niiden syyt /19/.

Halkeama-tyypit	Kirjain-tunnus (ks. kuva 83)	Alajakso	Yleisin esiintymis-kohta	Ensisijainen aiheuttaja (poislukien pakkovoimat)	Toissijaiset aiheuttajat/tekijät	Vaurion välttämiskeino	Syntymisaika
Plastinen painuminen	A	Raudoituksen yläpuolella	Paksut rakenteet	Liiallinen veden erottuminen	Nopea varhaiskuivuminen	Vähennettävä vedenerottumista (lisähuokostus) tai jälkitäryys	10 min – 3 h
	B	Holvaus	Pilarien yläpäät				
	C	Paksuuden vaihtelu	Ripa- ja arinalaatat				
Plastinen kutistuminen	D	Diagonaalinen	Tiet ja laatat	Nopea varhaiskuivuminen	Vähäinen veden erottuminen	Parannettava varhaista jälkihoitoa	30 min – 6 h
	E	Satunnainen	Teräsbetoni-laatat	Lisäksi teräkset lähellä pintaa			
	F	Raudoituksen yläpuolella	Teräsbetoni-laatat				
Varhainen terminen kutistuminen	G	Ulkoiset pakkovoimat	Paksut seinät	Liiallinen lämmönkehitys	Nopea jäähtyminen	Vähennettävä lämpöä ja/tai eristäminen	päivästä 2–3 viikkoon
	H	Sisäiset pakkovoimat	Paksut laatat	Liialliset lämpötilaerot			
Pitkän aikavälin kuivumiskutistuma	I		Ohuet laatat (ja seinät)	Tehottomat saumat	Liiallinen kutistuminen Tehoton kovettuminen	Vähennettävä vesimäärä Parannettava jälkihoitoa	useita viikkoja tai kuukausia
Säröily	J	Muottipintaa vasten	Pintabetoni	Tiiviit muotit	Lihava seos	Parannettava jälkihoitoa ja viimeistelyä	1–7 päivää joskus paljon myöhemmin
	K	Hierretty betoni	Laatat	Ylihierto teräslastalla	Huono jälkihoito		
Raudoituksen korroosio	L	Luonnollinen	Pilarit ja palkit	Liian ohut betonipeite	Huono-laatuinen betoni	Poistettava mainitut aiheuttajat	yli 2 v.
	M	Kalsiumkloridi	Betoni-elementit	Liikaa kalsiumkloridia			
Alkali-kiviainesreaktio	N		Kosteat paikat	Reagoiva kiviaines ja liian alkalinen sementti		Poistettava mainitut aiheuttajat	yli 5 v.

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.

kuin veden erottuminen pintaan. Plastista kutistumishalkeilua esiintyy usein päällysrakennelaatoissa. Halkeamat ovat joko verkkomaisia tai yhdensuuntaisia, jolloin ne ovat vinossa rakenteen reunaan nähden. Plastiset halkeamat ovat vaarallisia raudoituksen korroosion kannalta.

Betonirakenteissa tapahtuu lämpötilasta aiheutuvia muodonmuutoksia, kun betonin hydrataation seurauksena syntyy lämpöä, joka ei pääse varsinkaan massiivisista rakenteista poistumaan riittävän nopeasti ja toisaalta myöhemmin, kun ilman lämpötila vaihtelee. Muodonmuutosten ollessa estettyinä pakkovoimat aiheuttavat halkeamia rakenteeseen tai siihen liittyviin rakenteisiin. Jos rakenneosia liittyy vanhaan rakenteeseen, jossa muodonmuutokset ovat tapahtuneet, syntyy saumaa vastaan kohtisuoria halkeamia. Varsinkin massiivisten rakenteiden halkeamat menevät yleensä rakenteen läpi (kuva 87).



Kuva 87. Kutistumishalkeamia maatuessa.

Jos halkeamassa on merkkejä vesivuodosta, on tämä otettava erityisesti huomioon (kuva 88). Vesivuoto saattaa joskus olla syynä pakkasvaurioon. Vesivuotojen vaurioluokitus ja ohjeelliset korjaustoimenpiteet on esitetty *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ taulukossa 5.



Kuva 88. Maatuen vuotava halkeama.

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.

5.2.3 Raudoituksen korroosio

Betonin emäksisyys passivoi raudoituksen ja estää tankojen ruostumisen. Betoni menettää kuitenkin vähitellen ilman hiilidioksidin vaikutuksesta emäksisyytensä eli karbonatisoituu (kuva 59). Karbonatisoitumista edistävät betonin huono tiiviys ja halkeilu. Jos raudoituksen betonipeite on ohut, teräskorroosio alkaa nopeasti. Teräskorroosio on sitä voimakkaampaa, mitä pienempi teräksen syöpyvän osan (anodi) pinta-ala on katodin pinta-alaan verrattuna ja mitä paremmin betoni johtaa sähköä. Jänneteräokset ovat erityisen arkoja korroosiolle.

Raudoituksen korroosiovauriot ilmenevät yleensä ruostelaikkuina rakenteen pinnalla tai raudoitustankoa ympäröivän betonin halkeiluna tai lohkeiluna.

Rakenteita piikataan auki tarvittaessa. Tällöin selvitetään piirustuksia apuna käyttäen, onko korroosiovaurioita aiheuttanut teräs normaali raudoitustanko, jänneteräs vai varsinaiseen raudoitukseen kuuluman asennusteräs.

Betoniraudoituksen korroosion vaurioluokitus ja ohjeelliset korjaustoimenpiteet on esitetty *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ taulukossa 4.

Raudoituksen korroosio etenee huomattavasti nopeammin, jos rakenne on kloridien vaikutuksen alaisena. Erityisen voimakkaan rasituksen alaisena tässä mielessä ovat suolattavien tiiden siltojen reunapalkit ja lähellä ajorataa olevat vaiit ja maatuot. Tilanne saattaa olla sama meriveden vaikutusalueella. Jos pinta kuivuu välillä, kloridi-ioneja sisältävä ve-

si tunkeutuu rakenteeseen kapillaarisesti varsin nopeasti. Sen sijaan veden täysin kyllästävässä rakenteessa kloridien tunkeutuminen rakenteeseen voi tapahtua vain väkevyyseron vaikutuksesta eli varsin hitaasti.

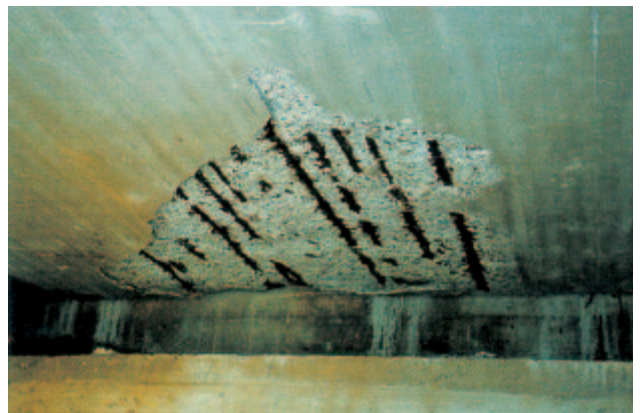
Raudoitustangon korroosio ilmenee betonipinnassa aluksi tangon suuntaisena halkeamana (kuva 89) ja mahdollisen vesivuodon myötä ruostelaikkana tai viiruna. Koska teräs ruostuessaan laajenee, betoni lohkeaa lopulta pois raudoitustangon päältä (kuva 90). Jänneterästen korroosio voi olla hyvin nopeaa jännityskorroosion vuoksi.

Raudoituksen korroosioita ennakoivat betonin pintavauriot ovat helposti havaittavissa reunapalkeissa ja vesirajassa. Sillan kantavien rakenteiden karbonatisoitumista ja suolan tunkeutumista rakenteisiin on sen sijaan seurattava määrävälein tutkimusten avulla, jotta tarvittaviin toimenpiteisiin osataan ryhtyä oikeaan aikaan eli ennen näkyviä pintavaurioita. Tutkimukset ovat yleensä tarpeen, jos jännitetyn sillan betonipinnoissa esiintyy huonosti tiivistyneitä kohtia tai vauriojälkiä taikka normaalisti raudoitettu silta on erityisen aggressiivisessa ympäristössä tai kyseessä on säilytettävä vanha silta. Johtopäätöksiä tehtäessä on syytä muistaa, että karbonatisoituminen ei etene tasaisesti, koska betoni ei todellisuudessa ole homogeenista ja rakenteissa esiintyy yleensä halkeamia. Lisäksi on otettava huomioon, että raudoitustanko on voinut olla ruosteinen alunperinkin /20/.

Betonin tiiviys on raudoituksen kannalta ratkaisevan tärkeä tekijä, joten siihen on kiinnitettävä huomiota havaintoja ja tutkimuksia tehtäessä.



Kuva 89. Teräskorroosion aiheuttama halkeama pilarin kulmassa.



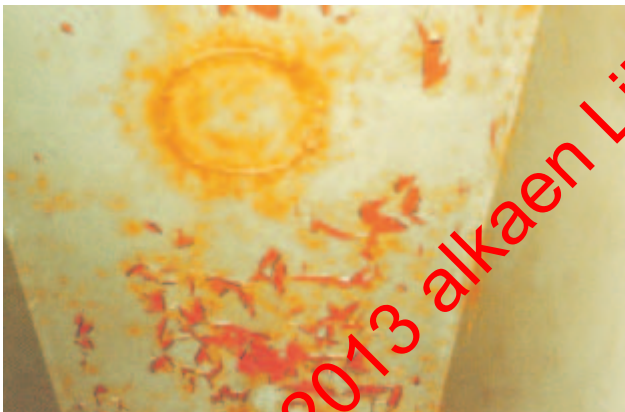
Kuva 90. Teräskorroosio lohkaisee lopulta betonipeitteen.

5.3 TERÄS

Sillan yleistarkastuksessa kiinnitetään ensisijaisesti huomiota teräsrakenteiden pintakäsittelyn vaurioihin ja niiden edelleen aiheuttamaan teräksen ruostumiseen. Muita havaittavia teräsrakenteiden vaurioita, kuten väsymissäröilyä, selvitetään tarkemmin sillalle tai sen teräsrakenteille tehtävässä erikoistarkastuksessa. Teräsrakenteiden ja niiden liitosten ominaisvaurioita on käsitelty myös kohdassa 6.3.2.

Pintakäsittelyn vauriotyyppejä ovat ruostuminen, kupliminen, halkeilu ja hilseily (kuva 91). Vauriot todetaan yleisesti, mutta yleensä seurataan tarkemmin vain rakenteiden ruostumista. Jos rakenne on tehty niin sanotusta säänkestävästä teräksestä, on seurattava oksidikerroksen paksuutta, jonka vaihtelut ilmenevät pinnan värieroina.

Ruostumisaste määritetään tarkoitusta varten laadittujen vertailuasteikkojen /13/ avulla ja vaurioluokitus ja ohjeelliset korjaustoimenpiteet *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ taulukon 7 avulla.



Kuva 91. Hitsin esikäsittely on tehty huonosti ja pinta-maali on maalattu liian aikaisin tai kostealle pinnalle.



Kuva 92. Ritiläkannen alapuolella olevan palkin ylälaipan kuopparuoste heikentää rakenteen kantavuutta.

Pääsääntö on, että jos pinnoitteen vaurio on päässyt etenemään asteeseen Ri 3, annetaan vaurion edetä asteeseen Ri 4, ennen kuin kunnossapitomaalaus toteutetaan. Toimenpidevalintaa on käsitelty tarkemmin *SILKO-ohjeissa* /21 ja 22/.

Ruostuminen johtuu siitä, että teräksen pinnassa on kohtia, joiden sähköinen potentiaali on erilainen, jolloin muodostuu korroosiopareja. Potentiaalierot aiheutuvat pinnan laadusta tai epäpuhtauksista. Jos teräksen pinta on kostea, syntyy pieni sähkövirta rakenteesta toiseen ja korroosioprosessi alkaa. Teräksen tuhoutuminen tapahtuu anodilla, joka on epäjalompi kuin katodi.

Ruostuminen ei aiheuta rakenteelle välitöntä vaaraa, mutta saadessaan vapaasti jatkuva se heikentää rakenteen kantavuutta ja johtaa korjaamattomana koko rakenteen vaurioitumiseen (kuva 92). Mitä ohuempia rakenteet ovat, sitä vaarallisempaa on ruostuminen.

Teräsrakenteiden pintakäsittelyvaurioiden syynä on yleensä jokin työvirhe, kuten

- puutteellinen esikäsittely
- väärät maalausolosuhteet
- väärä kalvonpaksuus
- riittämätön ammattitaito
- vastuuttomuus
- puutteellinen kunnossapito.

Joskus syynä on väärä maalityyppi tai pinnoitteen ikä. Lisäksi vesi, jää, hiekka ja tiesuola joko roiskeina tai pintoja peittävinä likakerroksina sekä mekaaniset vauriot edistävät korroosiota.

Tarkastuksissa on kiinnitettävä huomiota myös siihen, että vettä, kosteutta ja likaa ei saa kerääntyä rakenteiden päälle (kuva 93). Veden kertyminen voidaan estää poraamalla reikiä asiantuntijan osoittamiin kohtiin tai suojaamalla rakenteet roiskeilta ja valuvalta vedeltä. Myös tuuletukseen ja likaantuneiden pintojen puhdistamiseen on kiinnitettävä huomiota.



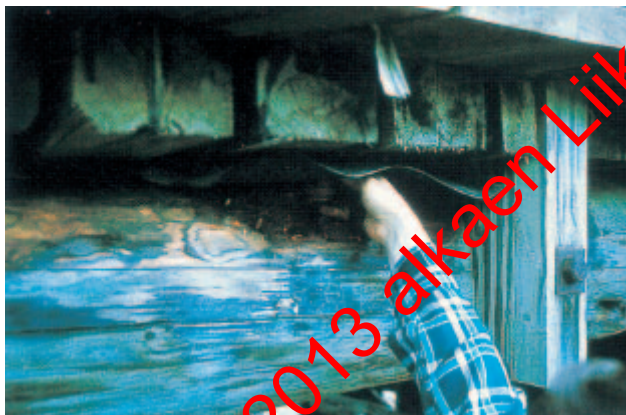
Kuva 93. Esimerkki suunnittelu- ja kunnossapitovirheistä, kun maa-ainekset kerääntyvät rakenteen päälle ja niitä ei ole poistettu.

5.4 PUU

Sillantarkastuksissa huomioon otettavia puurakenteiden vaurioita ovat lahoviat, halkeilu, ravistuminen ja kuluminen. Puurakenteiden vaurioluokitus ja ohjeelliset korjaustoimenpiteet on esitetty *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ taulukoissa 10 ja 11.

Lahovikoja on erityisesti kyllästämättömissä puurakenteissa. Pintakyllästys ei siltarakenteissa oleellisesti suojaa puuta lahoamiselta. Pinnan peittäminen bitumihuovalla ei suinkaan suojaa puurakennetta, vaan päinvastoin edistää lahoamista, koska puun pinta pysyy jatkuvasti kosteana (kuva 94).

Halkeilu on puun ominaisuus, joka ei yleensä alenna puun kantavuutta. Sen sijaan liimapuun suuret, läpimenevät halkeamat ja irronneet liimasaumat on korjattava. Oksien koolla, lukumäärällä ja sijainnilla saattaa olla vaikutusta yhdessä halkeamien kanssa rakenteen kantavuuteen.



Kuva 94. Bitumihuopa estää rakenteen tuulettumisen.



Kuva 95. Ravistunut lankkukansi.

Liimapuukannattajien suojalakka hilseilee, mutta tämä ei aiheuta korjaustoimenpiteitä.

Jos puun kosteustila on ollut väärä naulattuja rakenteita tehtäessä, rakenne tulee puun kuivuessa harvaksi eli ravistuu (kuva 95).

Sillan vastaanottotarkastuksessa todetaan käytetty kyllästysmenetelmä ja kyllästysaineen mahdollinen tahraavuus.

5.5 KIVI

Sillantarkastuksissa huomioon otettavia kivirakenteiden vauriotyyppejä ovat halkeilu ja rapautuminen. Kivirakenteiden vaurioluokitus ja ohjeelliset korjaustoimenpiteet on esitetty *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ taulukossa 12.

Kivirakenne kestää hyvin puristusta, mutta se ei kestä vetoa ja puhdasta taivutusta juuri lainkaan. Murtumisvaara on sitä suurempi mitä pitempi on vapaa-aukko ja mitä ohuempi on pistekuormaa jakavan täytemaakerroksen paksuus.

Kivien rapautuminen on harvinaista. Rapautuneen kiven laatu on syytä selvittää.

Kivien pinnoissa saattaa esiintyä myös lohkeilua (kuva 96). Lohkeilua esiintyy varsinkin maatumien etupinnoissa, kun avonaisista saumoista valuva vesi irrottaa jäätyessään kivistä pintalustan.



Kuva 96. Jos kivissä on pintalustia, pitää veden valuminen pinnoille estää.

6 RAKENNEOSIEN VAURIOT

6.1 YLEISTÄ

Siltojen rakenneosien vaurioiden syitä ovat

- perustamisolosuhteissa tapahtuneet muutokset
- kuormitusolosuhteissa tapahtuneet muutokset
- ylikuormitus
- törmäykset
- suunnittelu- ja rakennusvirheet
- kunnossapidon laiminlyönti.

Usein syyt vaikuttavat samanaikaisesti. Lisäksi tilannetta pahentavat rakennusmateriaalien ominaisuuksista johtuvat tekijät sekä kosteus ja epäpuhtaudet.

Periaatteessa on lähdettävä siitä, että kaikissa rakenteissa tapahtuu jonkinasteisia liikkeitä ja muodonmuutoksia. Jos liike tai muodonmuutos ei ole hallittu, syntyy eriasteisia vaurioita. Vauriot pahenevat yleensä alussa hitaasti, mutta vähitellen kiihtyvällä nopeudella. Äkilliset sortumat ovat harvinaisia, mutta jännitetyissä ja ripustetuissa silloissa mahdollisia (kuva 97).



Kuva 97. Siltasortumia tapahtuu maassamme harvoin.

Sillantarkastusten yhteydessä tehtävät havainnot muodostavat perusaineiston oikeaan aikaan ja oikealla tavalla tehtäville kunnostus- ja korjaustoimenpiteille.

6.2 ALUSRAKENNE

Vaurioihin johtavia syitä ovat

- penkereen liukuminen
- perusmaan kantavuuden ylittyminen
- konsolidaatio
- pohjaveden korkeuden muutokset
- puupaalujen tai -arinan lahoaminen
- jäätyminen ja jään vaikutus kuten rautuminen
- päällysrakenteen lämpölaajeneminen
- paalutukseen kohdistuvien voimien muutokset
- rapautuminen ja rakenteelliset heikkoudet
- eroosio
- muut geoteknisissä olosuhteissa tapahtuvat muutokset.

Alusrakenteita kuormittavia liikkeitä ovat

- vaakatasossa tapahtuvat siirtymät ja kiertymät
- tasainen tai epätasainen painuminen
- paalutuksen liikkuminen.

Alusrakenteissa tapahtuvat liikkeet voidaan usein havaita sillan geometrista muotoa tarkkailemalla sekä rakenneosien särmiä, tasoja, saumoja ja muita pintoja keskenään vertailemalla (kuva 98).



Kuva 98. Alusrakenteen liikkuminen näkyy hammastuksena alus- ja päällysrakenteen saumassa.

Jos sillassa on laakerit, liike on määritettävissä niiden avulla edellyttäen, että tunnetaan laakerien todellinen asento rakennusvaiheessa.

Maanpaineen alaiset rakenteet liikkuvat yleensä jonkin verran paineen suuntaan. Aktiivinen tai passiivinen maanpaine ei voi kehittyä, ellei rakenne hieman liiku paineen suuntaan tai sitä vastaan.

Vinon sillan maatuki pyrkii puolestaan kiertymään maanpaineen, jarrukuormien ja lämpölaajenemisen vaikutuksesta (kuva 99). Betoni- ja kivirakenteissa tämän huomaa laakerien erilaisen asennon lisäksi siitä, että päällysrakenne siirtyy laakeritasoilta sivulle, jolloin siipimuurin kaidelinja alkaa erottua pengerkaidelinjasta.



Kuva 99. Vinot sillat pyrkivät kiertymään.

Routivalla täytteellä saattaa olla maatuikiin samanlainen vaikutus kuin maanpaineella, aiheuttaen epätasaisia liikkeitä ja täyteen routapoussuja. Näytteenotto on tarpeen routivuuden selvittämiseksi.

Jos paaluihin kohdistuu maanpainetta myös penkereen aiheuttamasta perusmaan tiivistymisestä tai kokoonpuristumisesta, varsinkin pitkille paaluille perustetun maatuen liikkuminen on havaittavissa helposti. Paaluihin tulee tällöin taivutusta ja maatuki saattaa kallistua taaksepäin (kuva 100).



Kuva 100. Taaksepäin kallistunut maatuki.

Suunnittelematon pengertäytteen lisääminen on usein aiheuttanut tukien liikkeitä ja rakenteisiin jännityksiä tai rakenteisiin on syntynyt halkeamia. Vaurioita esiintyy etenkin holvisilloissa (kuva 101).



Kuva 101. Maanpaineen vaikutuksesta katkennut holvi.

Myös perusmaan eroosioaurio saattaa johtaa maatuen liikkumiseen (kuva 102).

Merkittäviä rakenteissa tapahtuvia liikkeitä on tarkkailtava mittauksin.



Kuva 102. Perusmaan eroosion vuoksi painunut maatuki.

6.2.1 Maatuet ja lauttalaiturit

Betonirakenteet

Betonin ominaisvaurioiden lisäksi syntyy vesirakenteisiin pintavaurioita vedenalaisten valujen epäonnistuesssa, betonin jäädessä harvaksi, paikkausten epäonnistuesssa, rakennusjätteiden jäätyä betoniin sekä aggressiivisen veden ja jäiden kuluttavan vaikutuksen vuoksi. Yleensä vauriot keskittyvät vedenpinnan vaikutusalueelle (kuva 103). Vedenpinnan vaikutusalue on aallokon aiheuttaman kastelun ylärajan ja jääkerroksen alapinnan välinen alue. Vaurioluokka arvioidaan betonin ominaisvaurioiden tapaan *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ taulukon 2 avulla.



Kuva 103. Betonirakenteen pintavaurio vedenpinnan vaikutusalueella.

Epätasaiset painumat aiheuttavat tukiin rakenteellisia halkeamia. Halkeaman suunta riippuu painuvan osan sijainnista muuhun rakenteeseen nähden. Painumista johtuvissa halkeamissa on yleensä hammastusta ja halkeamat ovat suurempia kuin kutistumisesta johtuvat halkeamat. Seurausvaikutuksena saattaa myös päällysrakenteeseen tulla vaarallisia halkeamia (kuva 104).

Jos raudoitus ei ole riittävä maanpaineen aiheuttamalle taivutusvetojännitykselle, siipimuuriin saattaa syntyä rakenteellisia halkeamia, jotka kulkevat yleensä etumuurin yläosasta siipimuuriulokkeen alaosaan.



Kuva 104. Halkeamasta on aiheutunut rapautumisvaurio.

Päällysrakenteen pönkäys ja kehäsilloissa nurkkamomentti saattavat myös aiheuttaa halkeamia siipimuureihin (kuva 105). Lisäksi pönkäävä päällysrakenne saattaa aiheuttaa maatuen liikkeessä murtumia reungspalkkien päihin tai maatuen otsamuuri saattaa katketa.



Kuva 105. Halkeaman syy on aina pyrittävä selvittämään.

Laakereiden näkösuojaksi tehdyn ohuen teräsbetonin seinämän eli kulissin ja päällysrakenteen välissä on usein ohut täyte. Jos täyte ei ole riittävän elastista, päällysrakenteen liike aiheuttaa kitkaa, jonka vaikutuksesta kulissiin tulee halkeama. Haitalliset rakenteisiin jätetyt muotit on esitettävä poistettavaksi.

Jos syviä halkeamia ei korjata riittävän ajoissa, teräskorroosio alkaa ja halkeaman kulmiin saattaa syntyä lohkeamia.

Kivirakenteet

Kivirakenteissa on kiinnitettävä huomio saumoihin, joista kivien liikkeet voidaan helposti havaita. Esimerkiksi vaakasaumoja vesipintaan vertaamalla saadaan havainnollinen kuva rakenteen kallistumisesta. Jos kivet on saumattu, saumauksen kunto on todettava.

Kivien ja rakenteiden muotoon on kiinnitettävä huomiota. Kiviholvisillan holvin painuminen voidaan havaita helpommin kauempaa katsoen (kuva 106). Jos holvissa on tapahtunut muodonmuutoksia, niiden syntyajankohta on pyrittävä selvittämään.

Jos kiviholvin perustukset alkavat liikkua, ensimmäisenä merkinä on holvin kaarevuuden muuttuminen. Yleensä holvi oikenee, josta on seurauksena kivien putoaminen laesta tai kantojen murtuminen (kuva 107). Jos painuminen jatkuu, alkavat lähinnä holvin laakea olevat kivet halkeilla. Kiviholvi on painuessaankin sitkeä rakenne, eikä se sorru ilman selviä ennakkomerkkejä.



Kuva 106. Jos holvin muoto ei ole oikea, on havaittava holvin vahventamista.

Täyte vaikuttaa kiviholvin muotoon siten, että täyterakenteen kasvaessa pitää holvin olla aina kaarevampi, lähtien ääritapauksessa puoliympyrää. Täyteen paksuuden pitää olla vähintään 30 cm.

Jos kivisillan penkereet on tuettu kivirakenteisilla tukimuureilla, on myös niiden kunto todettava, koska maanpaine ja pengertäytteen routiminen aiheuttavat usein pullistumia ja sortumia. Varsinkin korkeita rakenteita on tarkkailtava sortumisvaaran välttämiseksi.

Vedenpinnan alapuolella olevat avonaiset saumat ovat usein vaarallisia, koska virtaava vesi saattaa huuhtoa niiden kautta pengertäytettä.

Jos kivirakenteet on perustettu puuarinan varaan, arinan lahoamisesta on tarkkailtava.



Kuva 107. Holvin muodonmuutoksesta aiheutunut halkeama kannan kivessä.

Puurakenteet

Puinen maatuki on puukantisten teräs- ja puupalkkisiltojen herkimmin vaurioituva kohta. Jos maatuki on liian korkea, liikkuvat rakenteet herkästi.

Pönkillä tai eteenpäin vinoilla paaluilla varustetun maatuen korkeus saa olla enintään 2 metriä ja tavallisen pukkimaatuen korkeus enintään 1,2 metriä. Maatuen korkeus mitataan etuluiskan ja tukipaalun keskiviivan leikkauspisteestä ajoradan reunan tasoon. Jos maatuki on korkeampi, paalut taipuvat ja pahimmassa tapauksessa murtuvat (kuva 108). Samalla niskaparru kallistuu ja tukipaalun pää saattaa haljeta (kuva 109).

Liian korkea maatuki voidaan korjata

- pönkäämällä tuet paikoilleen
- täyttämällä etuluiskia aukkovaatimuksen sallimissa rajoissa.

Jos tukipaalut painuvat, syntyy pääkannattajien ja niskan väliin rako, jolloin liikenne juntaa paaluja yhä syvemmälle. Vaurio on yleisempi välituilla. Juntausvaikutus estetään kiilaamalla.



Kuva 108. Liian korkea puurakenteinen maatuki.



Kuva 109. Välituen niskaparru on kallistunut.

6.2.2 Välituet

Välituissa esiintyy yleensä samoja vaurioita kuin maa-
tuissakin. Jäänlähtö rasittaa kuitenkin usein voimak-
kaammin välitukia, joten niiden perustuksissa esiin-
tyy useammin eroosiovaurioita.

Jäiden hankauksesta ja iskuista aiheutuvia vaurioita
voidaan ehkäistä verhoamalla betonirakenteet kivel-
lä ja pitämällä kivirakenteiden saumat kunnos-
sa. Betonirakenteet voidaan verhota myös ruostu-
mattomalla teräslevyllä.

Erityisen vaurioherkkiä ovat useampiauikkoisten
puusiltojen puiset välituet, ellei niitä ole varustettu
jäänsärkijöillä. Ylävirran puoleiset vinopaalut onkin
syytä varustaa jäänsärkijöillä, jos paalun pinta alkaa
hankautua rikki. Yksinkertaisin jäänsärkijä on vino-
paalun ulkopintaan kiinnitetty kulmateräs tai rataakis-
ko. Tällaisessa tapauksessa pitää välituen paalupu-
kissa olla myös uittojohde, jotta jäät eivät vahingoit-
ta taaempänä olevia paaluja.

Uoman pohjan riittämätön eroosiosuojaus tai varo-
maton perkaus saattavat aiheuttaa perustusten liik-
kumisen (kuva 110). Mitä voimakkaampi virtaus sil-
ta-aukossa on, sitä useammin vedenalaisten raken-
teiden kunto on tarkastettava.



Kuva 110. Perkauksessa ylös jäänyt välituen perustus.

Välituen kallistumisen syynä on yleensä epätavallisen
raju jäänlähtö tai syöpymä perustusten alla. Joissakin
tapauksissa ovat syynä olleet kokoonpuristuvat
maakerrokset, puuarinan lahoaminen tai paineellinen
vesi (kuva 111).

Jos pilarit on kiinnitetty jäykästi päällysrakentee-
seen tai anturaan, rajakohtaan saattaa syntyä hal-
keamia.

Betonin puristusjännitys on suurimmillaan nivelen al-
la, joten tätä erityisen rasitettua kohtaa ja nivelen kun-
toa yleensäkin on syytä tarkkailla. Samalla tavalla ra-
sitettuja ja tarkkailtavia ovat myös laakerien alapuoli-
set osat ja alustavat.

Puu- ja teräsrakenteiden liitoksiin on kiinnitettävä
huomiota, koska ruuvit ja nitit löystyvät.



Kuva 111. Kokoonpuristuvien maakerrosten vuoksi kallistunut välituki.

6.2.3 Ankkurointirakenteet

Riippuköysien ankkurointirakenteet tarkastetaan muiden teräsbetonirakenteiden tapaan.

Ankkurikammiossa vallitsevaan kosteustilaan on kiinnitettävä huomiota. Jos betoni- ja teräspinoilla on kosteutta, on harkittava tuuletuksen tehostamista. Ankkurikammioon tapahtuva vesivuoto saattaa vaurioittaa alapuolella olevien teräsrakenteiden pinnoitteita.

Ankkurikammion yläosassa on tarkastettava erityisen huolellisesti riippuköysien läpivienti, joka saattaa vuotaa, sekä alaosassa köysien ankkurointi betoniin, missä saattaa olla korroosiovaurioita.

Jos vastapainoankkurit ovat maanpinnan yläpuolella, on tarkistettava, etteivät ajoneuvot voi tieltä suistuessaan törmätä ankkurointirakenteisiin ja köysiin (kuva 112).



Kuva 112. Kun kaide puuttuu ajoneuvon tieltä suistumisella on tuhoisat seuraukset.

Jos on vähänkin epäiltävissä, että ankkurointirakenteissa tapahtuu liikkeitä, on käynnistettävä mittauksiin perustuva tarkkailu.

6.2.4 Kunnossapito

Alusrakenteissa on runsaasti pintoja ja ulkonemia, joihin epäpuhtaudet helposti kerääntyvät (kuva 113). Maa-ainekset ja kasvillisuus turmelevat rakenteita kosteutta pidättäessään ja muodostaessaan kumusta. Ne on esitettävä poistettavaksi vaikeasti ulkopäästäväiltäkin pinnoilta. Samalla on tarkistettava kuivatuslaitteiden toimivuus.



Kuva 113. Maata ja kasvillisuutta laakeritasolla.

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.

6.3 PÄÄLLYSRAKENNE

Päällysrakenteeseen kohdistuu taivutus-, leikkaus-, vääntö-, isku- ja kulutusrasituksia. Joskus vauriot saattavat aiheuttaa veto- tai puristusrasituksia.

Päällysrakenteen tai sen osan kapasiteetin ylittyminen ilmenee yleensä aluksi taipumana, joka myöhemmin johtaa suureneviin halkeamiin tai murtumiin. Iskurasitukset ovat ennalta arvaamattomia ja niihin voidaan tarvittaessa varautua esimerkiksi törmäyspalkkien avulla tai suojaamalla törmäysalttiin rakenteen särmä teräksellä.

Päällysteen kuluminen on odotettavissa oleva ilmiö, johon varaudutaan uusimalla rakenteita tarvittaessa.

Muita yleisiä vaurioita ovat vesivuodot, lohkeamat, päällysteen rikkoutuminen ja liitosten myötääminen.

6.3.1 Betonirakenteet

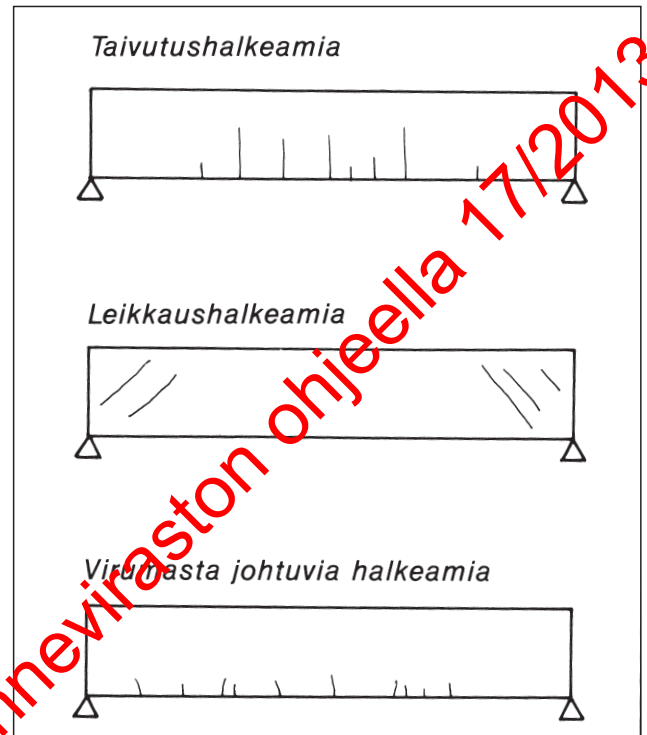
Teräsbetonisiltoihin syntyy halkeamia yleensä seuraaviin kohtiin:

- Kansilaattaan ja erityisesti sen reunaulokkeisiin välitukien kohdille.
- Reunapalkkeihin kaidepylväiden ja välitukien kohdille.
- Kantavien palkkien keskikenttään ja toille.
- Kotelopalkkien sivuseiniin sekä ylälaattaan tukialueella ja alalaattaan aukon keskellä.
- Jännitetyn sillan kansilaatan laumiin.

Lisäksi rakenteissa esiintyy betonin ominaisuuksista johtuvia halkeamia (kuva 5.2.2).

Siltojen päällysrakenteissa yleisimmin esiintyvät halkeamat voidaan ryhmitellä seuraavasti (kuva 114):

1. Jos rakenteet taipuvat liiaksi, syntyy vetopuolelle lähes pystysuoria rakenteellisia taivutushalkeamia.
2. Jos rakenteen leikkauskapasiteetti ylittyy, syntyy tukien läheisyyteen vinoja rakenteellisia leikkaushalkeamia.
3. Viruma on pitkäaikaisesta kuormituksesta aiheutuva ja ajasta riippuva pysyvä muodonmuutos (taipuma), jonka seurauksena syntyy vetopuolelle vinoja tai pystysuoria virumahalkeamia. Virumasta johtuvia halkeamia esiintyy erityisesti pitkissä jännittämättömissä palkkisilloissa ja kotelopalkkisilloissa.



Kuva 114. Palkin halkeamatyyppit.

Epätasaiset lämpötilavaihtelut aiheuttavat halkeamia rakenteen paksuuden vaihdellessa. Esimerkiksi ohut reunauloke seuraa lämpötilan muutoksia nopeammin kuin laatta tai palkki, johon uloke liittyy. Halkeamat ovat yleensä sillan poikittaissuuntaisia ja ulottuvat ulokkeen reunasta toiseen. Halkeamien leveys vaihtelee lämpötilan mukaan. Jos moniaukkoisen sillan reunaulokkeessa on halkeamia välitukien kohdilla (kuva 115), syynä on liian harva sillan pituussuuntainen jakorautoitus reunaulokkeen alapinnassa.



Kuva 115. Ohuissa ulokkeissa on usein eri syistä johtuvia halkeamia.

Halkeamien syntyyn vaikuttavat yleensä useat syyt yhdessä. Joskus on vaikeata selvittää halkeamien pääasiallisinta syytä. Betonin lopullisen murtumisen kannalta ovat todella ratkaisevia tekijöitä vain ylikuorma tai suuret ja epätasaiset painumat. Teräsbetonirakenteet eivät sorru antamatta selviä merkkejä leveiden halkeamien muodossa. Hyötykuorman suurentuessa ylikuormaksi halkeamat kasvavat nopeasti vasta lähellä murtokuormaa. Sen sijaan jännitetty rakenne saattaa sortua äkillisesti.

Ajoneuvojen törmäyksistä aiheutuu raappeita ja lohkeamia siltarakenteisiin. Jännitetyistä betonielementeistä rakennetut sillat ovat osoittautuneet erityisen vaurioherkiksi. Törmäyksissä syntyy usein vaikeasti korjattavia jänneterästen vaurioita. Törmäysvaurioita esiintyy risteys- ja alikulkusiltojen päällysrakenteen alasärmissä ja alapinnassa (kuva 116).



Kuva 116. Törmäysvaurio elementtipalkin alareunassa.

Betonipinnassa oleva ruosteisuus antaa aiheen epäillä, että rauditus on lähellä pintaa. Erityisesti on tarkkailtava jännitettyjen siltojen betonipintoja. Ruoste saattaa olla peräisin myös pinnassa olevasta asennusteräksestä, joka saattaa kuitenkin välittää korroosion varsinaiseen raudoitukseen.

Jäykkyysantaiset holvi- tai kaarisillat saattavat tukien liikkeen tai ylikuormituksen tai molempien seurauksena mennä poikki joko laesta tai kannasta, jolloin halkeaman kohdalle saattaa tulla valenivel tai jopa hammastusta.

Erityistä huomiota on kiinnitettävä päällysrakenteen läpi tapahtuviin vesivuotoihin, jotka ilmenevät alkuvaiheessa kalkkiläiskinä tai kalkkiviiruina sekä myöhemmin selvänä vesivuotona, kalkkipuikkoina ja ruosteläiskinä (kuva 117).



Kuva 117. Vesivuotoa työsaumoista ja tippuputken ulkopuolitse.

Teräsbetonirakenteen vauriot luokitellaan kohdassa 5.2 selostetulla tavalla.

6.3.2 Teräsrakenteet

Sillojen teräsrakenteiden vauriot johtuvat lähinnä korroosiosta ja väsymissäröilystä. Lisäksi tyypillisiä vaurioita ovat liitosten löystymisen aiheuttamat liikkeet sekä rakenneosien muodonmuutokset ja murtumiset ajoneuvojen törmättyä niihin. Keveytensä takia teräsrakenteet voivat joillain kuormituksilla myös värähdellä melko voimakkaasti. Teräsrakenteiden vaurioita ja niiden vakavuutta tutkitaan tarkemmin erikoistarkastuksessa.

Korroosion aiheuttamia vaurioita ovat muun muassa

- teräsosien syöpyminen ja murtuminen
- liitososien välinen rakokorroosio
- liittimien, kuten niittien ja ruuvien, syöpyminen ja murtuminen
- köysien säikeiden katkeaminen.

Korroosion aiheuttamaa teräsosien syöpymistä esiintyy tyypillisesti muun muassa kaidepylväiden juurisissa, teräspalkkien ylälaippojen ja kansilaatan rajakohdassa, kannen vuotokohtien ja vuotavien liikuntasaumojen alla sekä likaantumiselle ja kosteuden kerääntymiselle herkissä liitoksissa. Ohuiden rakenneosien, kuten liitoslevyjen, jäykisteiden ja tuuliritikkosauvojen osalta syöpyminen voi johtaa jopa koko rakenneosan murtumiseen.

Teräsosien liitosten ruostuminen voi edetä melko näkymättömissä ja johtaa esimerkiksi rakokorroosioon teräspannien välissä tai liitinlinjojen, kuten niittien ja ruuvien syöpymiseen ja katkeamiseen. Likakerroksen alla myös niitin kannat ovat alttiita nopealle syöpymiselle.

Köysirakenteissa, kuten riippusiltojen riippuköysissä sekä riippu- ja Langer-palkkisiltojen riipputangoissa, voi korroosio aiheuttaa köysien säikeiden katkeamisia (kuva 118). Riippuköysien ruosteiset kohdat on aina tutkittava tarkoin, jotta köysistön sisään ei pääse muodostumaan ruostepesäkkeitä. Ruostetta kertyy pintakäsittelyn rikkoonnuttua helposti myös köysirakenteiden riipputankojen sisälle. Ruostumisen edetessä on riipputangot vaihdettava mieluiten umpi-profiilisiin terästankoihin. Jännityskorroosio voi nopeuttaa köysirakenteiden ja muiden ohuiden vedettyjen teräsosien murtumista.

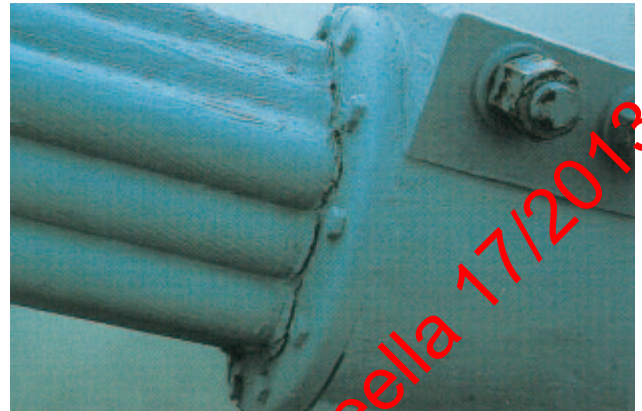


Kuva 118. Riippuköyden katkenneita säikeitä.

Vaihtorasitetuissa teräsrakenteissa esiintyy väsymissäröilyä erityisesti hitsatuissa liitoksissa. Väsymissäröily näkyy edetessään halkaamina. Hitsausliitoksissa väsymissäröilyä aiheuttava muun muassa hitsausvirheet, jäännösjännitykset sekä rakenneosien pienistä pyöristyksistä johtuvat jännityskertymät. Hitsausliitoksista särö voivat edetä myös perusaineen puolelle ja aiheuttaa jopa koko rakenneosan murtumisen tai osien jäykkyyden selvää alenemista.

Särövaurioita esiintyy tyypillisesti eri rakenneosien liitosalueilla, jäykisteiden liitoksissa sekä joskus hitsattujen peitelevyjen päissä. Yleisesti säröilyä voi esiintyä kohdissa, joissa rakenteen kolmiulotteinen toiminta aiheuttaa rakenteeseen laskennallisesti vaikeasti analysoitavan jännitystilan ja joissa muuttuvan kuorman osuus kokonaisrasituksesta on suuri. Joissain tapauksissa väsymissäröily voi edetä näkymättömissä esimerkiksi niittien kantojen alla.

Riipputankojen ja riippuköysien pitää olla toistensa suhteen oikeassa jännitystilassa. Liikenne ja tuuli eivät saa aiheuttaa niihin epänormaalia värähtelyä. Solkiin ja muihin kiinnityslaitteisiin on kiinnitettävä erityistä huomiota (kuva 119). Solkien kireys on tarkistettava aika ajoin.



Kuva 119. Riipputangon soljen liukuminen näkyy maalipinnassa.

Vinoköysisiltojen köysistä tarkastetaan silmämääräisesti suojarakojen teippauksen kunto, kumimansettien eheys ja kiinnitys, alapään ankkureiden vedenpoistorakojen toiminta, ankkureiden mutterien ja suojarakojen pintakäsittely sekä rasvan pysyminen suojarakojen sisällä. Köysien ja köysiankkureiden sisäpuolisesta tarkastuksesta ja köysivoimien mittaamisesta annetaan ohjeet siltakohtaisessa hoito-ohjeessa.

Teräksisissä ristikkosilloissa esiintyy törmäysvaurioita, koska useimpien siltojen kulkukorkeus on rajoitettu. Törmäykset kohdistuvat ensisijaisesti porttaalin yläpoikkisiteeseen (kuva 120), mutta myös muut sauvat ja nurkkalevyt saattavat vaurioitua.



Kuva 120. Törmäyksessä vaurioitunut poikkiside.

Puukantisten teräspalkkisiltojen poikkikannattajien kiinnityspulttien jousilevyjen kireyteen ja kuntoon on syytä kiinnittää huomiota, koska yleisesti käytetty kiinnikkeiden kastaminen kuumaan kivihiilitervaan ei ole pintakäsittelynä riittävä.

Säänkestävästä teräksestä tehtyjä rakenteita on tarkkailla erityisen huolellisesti, koska rakenne saattaa ruostua tarkoitettua enemmän ulkopuolisten tekijöiden vaikutuksesta, kuten tippuputkista valuvasta vedestä.

Taivutettujen teräsrakenteiden muodonmuutoksia tarkkaillaan taipuman avulla. Jos teräspalkin pysyvä taipuma ylittää arvon $L/500$ (L = palkin jännemitta), palkin taipuman seuranta on syytä aloittaa säännöllisin välein tehtävillä vaaituksilla.

Teräsrakenteiden rakenteellisten vaurioiden luokitus ja ohjeelliset korjaustoimenpiteet on esitetty *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ taulukossa 8 ja teräsputkien vastaavat asiat taulukossa 9.

6.3.3 Puurakenteet

Puusilta ei yleensä sorru äkkinäisesti, vaikka yksittäinen pääkannattaja saattaakin katketa. Poikkeuksena ovat riippuansaat.

Puusilloissa käytetään paljon pönkiä, joilla eliminoidaan maanpaineen tai muiden vaakavoimien haitallinen vaikutus. Joissain tapauksissa pääkannattajat toimivat pönkinä. Lisäksi puurakenteita on usein kiilattu. Tällaiset rakenteet ovat vaurioherkkiä ja ne on usein tehty ammattitaidottomasti, joten niiden kuntoon ja toimivuuteen on tarkastuksissa kiinnitettävä huomiota.

Vanhempien siltojen useammasta puupalkista tehty pääkannattajat on vaarnattu ja siotettu toisiinsa ruuveilla. Vastaavat rakenteet on 1970-luvulta lähtien tehty liimapuupalkkeina, ruuvit löystyvät ja liimasauumat saattavat irrota, joten niihin on kiinnitettävä tarkastuksissa huomiota.

Puiset riippuansaat eivät aina toimi tarkoitetulla tavalla. Vinotukien pitää pönkätä johonkin todella kiinteään pintaan tai pääkannattajien ja vinotukien välillä pitää olla sellainen liitos, että pääkannattajat todella toimivat vetotankoina. Riipputankojen ja vinotukien sekä toisaalta riipputankojen ja poikkirakenteiden liitosten pitää olla pintapaineen kannalta riittävän hyviä. Poikkirakenteiden on oltava tarpeeksi luja ottaakseen vastaan pituuskannattajien tukireaktiot.

Puisten pääkannattajien oksaisuuteen ja suurten oksien sijaintiin on kiinnitettävä huomiota, koska niillä saattaa olla ratkaiseva vaikutus rakenteen kantavuuteen. Puusiltojen pitkiä jäniteitä on syytä tarkkailla taipuman avulla (kuva 121). Taipumamittaukset tehdään sekä kuormittamattomana että kuormitettuna.



Kuva 121. Pysyvä taipuma puusillan päällysrakenteessa.

6.3.4 Kannen pintarakenteet

Teräsbetonikannen pintarakenteiden vauriot ilmenevät vesivuotona kansilaatan läpi tai päällysteen rikkoutumisena.

Vesi suodautuu vedenjohtolaitteiden ulkopuolitse taikka kansilaatan läpi huonosti tiivistetyistä kohdista tai halkeamista (kuva 122). Mastiksieristysten läpi päässyt vesi valuu yleensä pois paineentasausputkista. Vuotava halkeama ei välttämättä tarkoita, että vedeneristys vaurio on samalla kohdalla, koska vesi saattaa kulkeutua pitkiäkin matkoja vedeneristysen (esimerkiksi mastiksieristysen) alla.



Kuva 122. Kansilaatan vesivuoto.

Jos vesivuotoa esiintyy, vedeneristys on vaurioitunut esimerkiksi seuraavista syistä:

- Jos mastiksieristyksessä tai jutekankaalla vahvennetussa bitumieristyksessä on käytetty kovaa bitumilaatua, rakenteelliset halkeamat lävistävät yleensä myös vedeneristysen.
- Betonin alkalisuus tuhoaa lasikangasbitumimaton tukikerroksen. Tilannetta pahentaa, jos vesi ei pääse poistumaan vedeneristysen päältä.

- Jos vedeneristyksen reuna on tiivistetty huonosti, vesi pääsee eristyksen alle.
- Mastiksieristys on arka työvirheille, jolloin eristykseen jää helposti huonosti tiivistyneitä (harvoja) kohtia tai eristys jää liian ohueksi.
- Sillan reunan massaeristys on jäänyt korjaustyössä liian ohueksi ja liitoskohtaa ei ole saatu tiiviiksi.

Joidenkin siltatyyppien kansilaatan yläpinta on tehty kaukaloksi, josta vesi ei pääse poistumaan. Tällaisiin tapauksiin on puututtava rakentamalla siltaan kuivaustulaitteita.

Jos päällysteessä on kauttaaltaan tai paikallisesti halkeamia, myös alapuoliset kannen pintarakenteet ovat melko varmasti vaurioituneet (kuva 123). Kysymyksessä on jäätymisvaurio, joka aiheutuu useimmiten siitä, että vesi ei pääse poistumaan vedeneristyksen päältä. Joskus syynä on alustastaan irti olevan suojabetonin murtuminen.



Kuva 123. Verkkohalkeamaa päällysteessä.

Asfaltti- tai valuasfalttipäällysteessä olevat yksittäiset halkeamat johtuvat lämpöliikkeistä, päällysrakenteen taipumisesta tai asfaltin suhteitusvirheestä (kuva 124).



Kuva 124. Valuasfaltti halkeilee, jos suhteitus on virheellinen.

Eräissä siltatyypeissä on sillan reunakaista valettu samanaikaisesti suojabetonin kanssa, jolloin päällysteen reunaan syntyy vaurioherkkä kohta. Kaidepylväät lävistävät reunakaistan ja vedeneristyksen, jolloin pylväiden juuriin suotautuva vesi aiheuttaa lähes säännönmukaisesti pahoja jäätymisvaurioita kansilaatan reunassa.

Jos sillan päällysteenä on ohutkerrospäällyste, se toimii samalla vedeneristyksenä. Päällysteen eheyteen on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Betoninen ajotielaa on yleensä jaettu saumoilla osiin. Jos saumoja ei ole täytetty bitumilla, vaan muottirimat on jätetty paikoilleen, näille kohdille syntyy yleensä vaurioita.

Päällysteen kuluminen, syöpyminen, liukkaus ja rai-demuodostus on myös todettava (kuva 125). Tarvitessaan mitataan päällysteen ajourien syvyys.



Kuva 125. Pahat kulumisurat sillan päällysteessä.

Siltaa uudestaan päällystettäessä voidaan yksi päällystekerros tehdä alkuperäistä pintaa korkeammalle, mutta seuraavalla kerralla on riittävä määrä päällystettä poistettava. Päällyste voi ulottua reunapalkin päälle, mutta ei saa missään tapauksessa ulottua joh-teeseen asti.

Teräs- ja puukansien päällysteet ovat erikoisrakenteita, joiden vaurioihin on suhtauduttava erityisellä vakavuudella. Vauriot on pyrittävä korjaamaan alkuvaiheessa. Jos vaurio on laaja tai päällystetyyppi vaikuttaa sopimattomalta, harkitaan pintarakenteiden uusimista.

Myös sillan tulopenkereiden päällysteeseen on kiinnitettävä huomiota. Tietä on aina päällystettävä vähintään 50 metriä sillan molemmiin puolin. Sorakan-tisen sillan päällysteen on ulotuttava ajoradan tasossa reunapalkista toiseen.

Sillan päällysteiden vaurioluokitukset ja ohjeelliset korjaustoimenpiteet on esitetty *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ taulukoissa 13 ja 14.

6.3.5 Kunnossapito

Siltojen kannet on pidettävä puhtaina. Varsinkin puukannet ovat vaurioherkkiä, kun maa-aines pidättää kosteutta ja edistää lahoamista (kuva 126). Puhdistustoimenpiteistä pitää huomauttaa tarkastuksessa. Sama koskee teräsristikoita ja muita teräsrakenteita, joiden päälle kerääntyy likaa.



Kuva 126. Paksu sorakerros puukannen päällä.

Sillan ja penkereen rajakohdassa ei saa olla sellaisia korkeuseroja, että ne aiheuttavat iskuja siltarakenteisiin ajoneuvon joutuessa heilahtavaan liikkeeseen (kuva 127).



Kuva 127. Pääkynnys sillan ja penkereen rajassa.

Sillan päällysteen halkeamat ja purkautumat korjataan ensi tilassa. Sillan kulumisuria on seurattava ja korjaukset on tehtävä riittävän ajoissa, jotta liikenneturvallisuus ei vaarannu.

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.

6.4 SILLAN VARUSTEET JA LAITTEET

Sillan varusteiden ja laitteiden vauriot johtuvat useimmiten työvirheistä tai vääristä materiaalivalinnoista. Tyypillisiä vaurioita ovat seuraavat:

- Saumaukset tai liikuntasaumalaitteet ovat irti tai niissä on vesivuotoja.
- Laakerien asento on virheellinen ja niiden kunto on huono.
- Kuivatuslaitteet eivät toimi.
- Kaiteet ovat huonossa kunnossa ja saattavat jopa vaarantaa liikenneturvallisuutta.
- Siltarakenteisiin kiinnitetyt johdot suojuksineen ja kannattimineen sekä niihin liittyvät laitteet on asennettu huolimattomasti ja niiden hoito on laiminlyöty.
- Liikenteenohjauslaitteet, kuten liikennemerkkit, puomit ja uittojohteet, eivät ole kunnossa.
- Sillantarkastuslaitteet, tarkkailupisteet sekä panosputket tai panoskiinnikkeet ovat vaurioituneet tai puuttuvat kokonaan.

Ratahallintokeskus vastaa ylikulkusiltaan liittyvien sähköistetyin radan laitteiden tarkastamisesta. Siitä huolimatta siltaa muilta osin tarkastettaessa on niinkin kiinnitettävä huomiota. Jos laitteissa havaitaan jotain poikkeuksellista, tästä ilmoitetaan paikallisen rata-alueen edustajalle.

Avattavien siltojen koneistojen ja lauttapaikkojen kone teknilliset tarkastukset tehdään alan asiantuntijoiden toimesta.

6.4.1 Saumat

Saumojen tiivistäminen on erittäin tärkeää, jotta estetään veden pääsy saumojen kautta kantaville rakenteille. Vauriot voidaan havaita parhaiten pitkäaikaisen saateen jälkeen. Saumoissa esiintyy seuraavia vaurioita:

- Alus- ja päällysrakenteen reunapalkkien välinen sauma on jätetty tiivistämättä (kuva 128) tai tiivistysmassa on menettänyt ikääntyessään ominaisuuksensa tai irronnut riittämättömän elastisuuden tai huonon tartunnan vuoksi.
- Päällysteen ja reunapalkin liitoskohdasta puuttuu saumaus kokonaan (kuva 129) tai saumaus on tehty huolimattomasti, jolloin massa irtoaa.
- Jos päällysrakenteen pää ulottuu maatuen otsamuurin yli, päällysrakenteen ja otsamuurin välisen vaakasauman tiiviste saattaa irrota ja vesi pääsee suotautumaan laakeritasolle.
- Halkaistuissa silloissa ajoradan keskellä olevan sauman sulkeva kuparipelti tai vastaava irtoaa helposti ja aiheuttaa vesivuodon (kuva 130).
- Elementtien välisiä saumoja tiivistettäessä sattuu helposti työvirheitä. Epäonnistuminen ilmenee vesivuotona.



Kuva 128. Reunapalkin liikuntasäuma on jätetty tiivistämättä.



Kuva 129. Huonosti hoidettuja päällysteen saumauksia.



Kuva 130. Vesivuoto halkaistun sillan keskisaumasta.

6.4.2 Liikuntasaumalaitteet

Liikuntasaumalaitteen yli ajettaessa aiheutuva kolina tai paukahdus paljastaa, että liikuntasaumalaitteen peitelevy on osittain tai kokonaan irronnut (kuva 131). Vanhemmat, avonaiset liikuntasaumalaitteet irtoavat helposti varsinkin, jos tien pituuskaltevuus ylittää kaksi prosenttia ja kaltevuutta ei ole otettu rakenteessa huomioon.



Kuva 131. Irtonnut liikuntasaumalaite vaarantaa liikenneturvallisuutta ja aiheuttaa melua.

Avonaisesta liikuntasaumalaitteesta alapuolisille rakenteille aiheutuva haitta arvioidaan tarkastuksen yhteydessä (kuva 132). Jos silta sijaitsee koverassa taitteessa, on koputtelemalla selvittettävä, onko päällysrakenteen alapintaa pitkin valuva suolainen vesi aiheuttanut raudoituksen korroosion, jolloin betonipeite on lohkeamassa pois (kuva 90). Avoin liikuntasaumalaite on uusittava vesitiiviinä.



Kuva 132. Avonaisesta liikuntasaumalaitteesta on haittaa alapuolisille rakenteille.

Vesitiiviiden liikuntasaumalaitteiden tiivytteen on kiinnitettävä huomiota, koska laitteen asennusvaiheessa sattuu helposti tiiviyttä vaarantavia virheitä. Myös tukikaistojen kuntoon on kiinnitettävä huomiota. Varsinkin kulumisuria on seurattava mittauksin, jotta kunnostus tulee tehdyksi riittävän ajoissa.

Liikuntasaumalaitteen on ulotuttava sillan reunoissa riittävästi sillan ulkopuolelle tai sen on oltava niin muotoiltu, että vedet eivät valu haitallisesti alapuolisten rakenteiden pinnoille.

Liikuntasaumalaitteiden vaurioluokitus ja ohjeelliset korjaustoimenpiteet on esitetty *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ taulukossa 15.

6.4.3 Kuivatuslaitteet

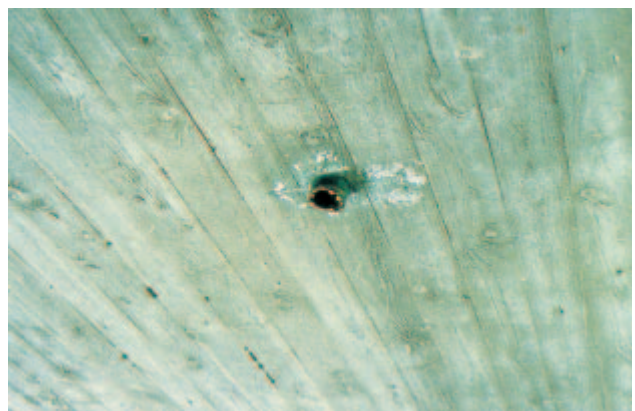
Kuivatuslaitteita ovat kaikki rakenteet, joilla sillan kannelle tai muille rakenteille kertyvä vesi ja kosteus johdetaan mahdollisimman suoraan ja nopeasti vesistöön tai tien kuivatusjärjestelmään. Tällaisia laitteita ovat tippunokat, tippuorat, tippuputket, syöksytorvet ja muut pintavesirakenteet, kourut ja reunukset.

Kuivatuslaitteiden on oltava kunnossa ja niiden pitää toimia oikein, jotta varsinkaan suolapitoinen vesi ei pääse tarpeettomasti vaurioittamaan rakenteita. Kuivatuslaitteiden toimintahäiriöt näkyvät parhaiten pitkäaikaisen sateen jälkeen. Vesivuoto näkyy kuivuneessa pinnassa kalkkiläiskänä tai kalkkiviiruna.

Pintavesien pitää ohjautua tehokkaasti kuivatuslaitteisiin, joten päällysteen viettokaltevuuden pitää olla riittävä. Ellei näin ole, vesi lammikoituu ajoradalle.

Yleisimmin kuivatuslaitteissa esiintyvät vauriot aiheutuvat suunnittelu- tai työvirheistä, jolloin vesi leviää rakenteen pinnalle väärin muotoillun tai puuttuvan tippunokan vuoksi taikka valuu kuivatuslaitteen ulkopuolitse (kuva 133).

Sillan kuivatuslaitteiden vaurioluokitus ja ohjeelliset korjaustoimenpiteet on esitetty *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ taulukossa 16.



Kuva 133. Vesivuoto tippuputken ulkopuolitse.

6.4.4 Laakerit ja nivelet

Kiinteä laakeri sallii kiertymän, mutta ei liikettä pituustai poikkisuuntaan. Liikkuva laakeri sallii lisäksi vaakasuoran liikkeen.

Nivel on eräänlainen kiinteä laakeri. Toisaalta myös nivel voi olla liikkuva. On myös niin sanottuja puolini-veliä ja puolilaakereita, kuten lyijynivel, lyijylaakeri ja ranskalainen nivel.

Liikkuvan laakerin asentoa seurataan eri lämpötiloissa. Myös laakerin liikevaran riittävyys on arvioitava (kuva 134). Kaatunut laakeri on asennettava uudelleen.



Kuva 134. Ruostunut ja liikaa kallistunut laakeri.

Teräksisten laakerien ja nivelien pintakäsittelyn ruostumisaste arvioidaan muiden teräsrakenteiden tapaan. Lisäksi on tarkastettava erittäin huolellisesti, onko laakerien pinnoitteissa murtumista ennakoivia merkkejä, jolloin vähänkään epäilyttävissä tapauksissa on tehtävä erikoistarkastus.

Teräsrakenteisten laakerien vierintäpinnasta puuttuu usein suojarasva. Kumilevy-laakereissa saattaa puolestaan olla murtumia (kuva 135).

Kumipesä- ja kalottilaakereista tarkastetaan suojakumin kiinnitys ja kunto, teräksien pintakäsittelyn kunto ja mahdollisen murtumasteikon toimivuus ja kunto.



Kuva 135. Kumilevy-laakerin pintakumi on alkanut murtua (pykiä).

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 11/2013.

6.4.5 Kaiteet

Kaiteissa on kiinnitettävä huomiota liikenneturvallisuutta vaarantaviin vaurioihin, jotka on korjattava välittömästi (kuva 136).



Kuva 136. Vesi on jäänyt kaidepylvään sisään ja halkaissut pylvään. Lisäksi pylväs on ruostunut pahoin.

Kaiteiden pintakäsittelyvauriot arvioidaan muiden teräsrakenteiden tapaan. Myös kunnossapitokaluston aiheuttamat naarmut on todettava.

Eniten vaurioita esiintyy kaidepylväiden juurissa (kuva 137). Kaidepylväiden juureen kohdistuva erikoisrasitus vaurioittaa pinnoitetta ja pylvään juureen eriyistä suotautuva vesi aiheuttaa jäämisvaurioita.



Kuva 137. Jäämisvaurio kaidepylvään juuressa.

Kaidetyypin soveltuvuus on usein syytä arvioida. Jos reunapalkki on pahoin rapautunut, vanhan kaitteen uusimista on harkittava. Sillan varustamista uudella kaidetyypillä on harkittava erillisten ohjeiden perusteella. Rakenteellisesti on tarkastettava kaitteen jatkosten riittävyys ja toimivuus. Jatkokset saattavat puuttua tai ne on tehty siten, että lämpö-

liikkeet eivät pääse tapahtumaan. Jos sillankaidetta ei ole päätetty tyyppipiirustuksen mukaan (vinopääte), se on mainittava tarkastuslomakkeella puutteena.

Pengerkaiteiden kunto ja tyyppi on todettava. Samalla arvioidaan *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ taulukon 20 avulla, onko kaitteen pituus ja korkeus oikea.

6.4.6 Muut laitteet

Tarkastettavia laitteita ovat ainakin seuraavat:

- Sillan tarkastusta ja kunnossapitoa helpottavat varusteet kuten hoitosillat ja -sillakkeet kiinnityslaitteineen, kiinteät tikkaat ja portaat, erilaiset luukut ja ovet sekä suojaidat.
- Valaisimet ja pylväät sekä liikennemerkkit ja opasteet pylväineen ja kiinnityslaitteineen.
- Kaapelikannan tarkastuskaivot, kaapelien kannattimet, sähköjakelulaitteet, valaisimet, kannattimen roiskesuojat sekä sähköradan ajojohtojen kosketussuojat.
- Siltaan kiinnitetyt johdot ja putket laitteineen (kuva 138).
- Panostilat ja panoskiinnikkeet.
- Kalturit ja ponttonit.
- Tarkkailua varten rakennetut kiinto- ja tarkkailupisteet ja kontaktipit.



Kuva 138. Siltaan kiinnitetyt putket ja kiinnikkeet ovat usein ruosteessa.

Laitteista ei saa olla haittaa liikenteelle tai sillan rakenteille.

Laitteiden kuntoa tarkkaillaan kunkin laitteen rakennusmateriaalin perusteella. Samalla arvostellaan laitteen vaikutusta sillan ulkonäköön niin, että laitteet eivät saa rumentaa siltaa tai siltapaikkaa.

6.4.7 Kunnossapito

Tarkastuksessa on kiinnitettävä huomiota seuraaviin kunnossapitoon liittyviin seikkoihin:

- Liikuntasaumalaitteiden urissa ei saa olla liikkeitä estäviä epäpuhtauksia tai jäätä (kuva 139).
- Laakereiden alalaattojen ja vierintäpintojen pitää olla puhtaina niin, että liikkeet voivat tapahtua vapaasti.
- Kaiteiden on oltava puhtaat, jolloin kiinnitetään erityistä huomiota pylväiden juuriin.
- Teräsrakenteissa ei saa olla pintakäsittelyvaurioita (kuva 140).
- Kuivatuslaitteiden on oltava toimivat (kuva 141).

Kunnossapitokustannuksia voidaan alentaa ennalta ehkäisevin toimenpitein pitämällä ajoradan pinta oikean muotoisena, tiivistämällä avonaiset saumat sekä johtamalla vedet tehokkaasti sillalta ja penkereeltä vesistöön asti.

Yleisten teiden siltojen kunnossapitovelvollisuuden ja kustannusten jaon yleisperiaatteita on käsitelty erillisessä ohjeessa /2/.



Kuva 139. Liikuntasaumalaitteen ura on täynnä maaaineksia.



Kuva 140. Kunnossapitomaalaus tehdään tarvittaessa paikkausmaalauksena.



Kuva 141. Hoidon laiminlyönnin seurauksena tukkeutunut syöksytorvi.

Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.

6.5 SILTAPAIKAN RAKENTEET

Siltapaikan viimeistely on tehtävä huolellisesti, koska näin vältetään tarpeettomia kunnossapitokustannuksia ja siltapaikan ulkonäkö saa huolitellun leiman.

Yleisimmin vaurioita esiintyy seuraavissa siltapaikan rakenteissa:

- Luiskissa, kun vesi ohjautuu kuivatuslaitteiden ulkopuolitse tai laitteet puuttuvat (kuva 142).
- Keilojen ja luiskien laatta- tai kiviverhouksissa, kun verhouksen läpi kasvaa sitä vaurioittavaa kasvillisuutta.
- Verhouksissa, kun niiden päälle kertyy maa-aineksia tai muita epäpuhtauksia.
- Vesiuoman eroosiosuojauksissa niiden ollessa alimitoitettuja.
- Keiloissa ja luiskissa, jos niihin ei ole tehty portaita, vaikka jalankulkuliikennettä esiintyy runsaasti.

6.5.1 Verhoukset

Verhouksissa esiintyy eroosiovaurioita, painumia ja sortumia (kuva 143). Myös kiviakorakenteiden kuntoa on seurattava.

Vaurion syynä on useimmiten joko veden ohjautuminen hallitsemattomasti avonaisista saunneista verhouksen alle tai verhoustypille liian jyrkää luiskankaltevuus. Kasvillisuus saattaa myös vaurioittaa verhousta (kuva 144).

Myös uoma sillan läheisyydessä kuuluu siltapaikkaan. Jos uoman eroosiosuojaus ei ole riittävä, virtaava vesi aiheuttaa uoman reunoihin eroosiovaurioita.

Painumat tai sortumat edellyttävät usein geoteknillisiä erikoisselvityksiä ennen korjaustoimenpiteisiin ryhtymistä.

Siltapaikan verhousten vaurioluokitus ja ohjeelliset korjaustoimenpiteet on esitetty *Sillantarkastuskäsikirjan* 1/3/ taulukossa 18.



Kuva 142. Eroosioaurio keilan takana



Kuva 143. Sortunut keilaverhaus.



Kuva 144. Puut on poistettava kivikeilasta.

6.5.2 Kuivatuslaitteet

Jos pintavesiä ei johdeta tehokkaasti kuivatuslaitteisiin, seurauksena on eroosiovaurioita luiskissa ja keiloissa (kuva 145). Syöksytorven alla pitää olla kouru, kivisilmä tai muu rakenne, joka estää eroosiovaurion.



Kuva 145. Eroosiovaurio pintavesikourun vieressä.

Vauriot johtuvat usein suoranaisten rakennevirheiden lisäksi kuivatuslaitteiden väärästä sijainnista tai laitteiden riittämättömyydestä.

Siltapaikan kuivatusjärjestelmään kuuluvien kaivojen ja pumppaamon kunto ja toimivuus on myös tarkistettava.

Siltapaikan kuivatuslaitteiden vaurioluokitus ja ohjeelliset korjaustoimenpiteet on esitetty Sillantarkastuskäsikirjan /3/ taulukossa 17.

6.5.3 Kunnossapito

Siltapaikan on oltava sillan arvon mukaisessa kunnossa. Siltapaikalla ei saa olla ulkonäköä rumentavia jätteitä (kuva 146).



Kuva 146. Asfalttijätteitä luiskassa.

Pintavesien pitää ohjautua hyvin kuivatuslaitteisiin. Tien reunoihin ei saa muodostua kuivatusta haittaavia paltteita.

Haitallinen kasvillisuus on poistettava tiiviiden verhousten osalta. Toisaalta istutukset on pidettävä kunnossa (kuva 147).



Kuva 147. Hoidetut istutukset ovat siltapaikan kruunu.

Uomassa ei saa olla vesiliikennettä haittaavia rakennusjätteitä. Haitallisesti liettyneen uoman perkaustarpeesta on ilmoitettava kommenttina Sillantarkastuslomakkeella 1.

Rakenteisiin kohdistuvasta ilkeästä aiheutuneet vauriot on korjattava. Siltaa rumentavat töherrykset on poistettava mahdollisimman pian (kuva 148). On todettu, että töherryksintä laimenee, kun töherrykset poistetaan heti niiden ilmestyttyä. Niiden poistaminenkin on helpompaa tuoreena. Jos töhertely jatkuu, ilkeän kohteeksi joutuvat pinnat suojataan esimerkiksi uhratualla töherryksenestoaineella. Toistuva hiekkapuhallus tai muu suihkupuuhdistus ei ole sallittua, koska betonin huokokset avautuvat ja teräspinnan maalaus vaurioituu.



Kuva 148. Siltaa rumentavia töherryksiä.

7 RAPORTOINTI JA ARKISTOINTI

7.1 YLEISTÄ

Siltojen jatkuvan tarkastustoiminnan kannalta on välttämätöntä, että tarkastuksista laaditaan raportit ja tiedot taltioidaan järjestelmällisesti.

Jotta eri tahoilla laadittavat raportit antavat yhdenvertaisen kuvan, tässä ohjeessa ja *Sillantarkastuskäsikirjassa* /3/ on määritelty yleisimmät käsitteet, joita on käytettävä. *Sillantarkastuskäsikirjassa* /3/ on lisäksi useimmin esiintyvien vaurioiden vaurioluokitus.

Tiedot taltioidaan arkistoinnista annettujen ohjeiden mukaan.

7.2 TARKASTUSRAPORTIT

7.2.1 Vastaanottotarkastus

Sillan vastaanottotarkastuksessa kootaan kaikki sillan myöhemmässä tarkastustoiminnassa tarvittavat asiakirjat. Tarkastuksesta laaditaan pöytäkirja ja selostus tehdyistä havainnoista.

Siltaa koskevien tietojen osalta on tärkeätä, että sillan päämittoja ja perustamistapaa koskevat tiedot tarkistetaan vastaanottotarkastuksen yhteydessä. Rakennusaika selostetaan tarkasti. Työssä tapahtuneet keskeytykset tai muut normaalista poikkeavat tapahtumat selostetaan. Hanke nimetään vahvistetun tai hyväksytyn tiesuunnitelman mukaisesti.

Yleishavaintojen tarkoituksena on, että tarkastaja kiinnittää huomiota sillan ja siinä tapahtumien sekä tien ja sillan liitoskohtiin. Jos jokin osatekijä poikkeaa oleellisesti hyväksyttävästä lopputuloksesta, vallitseva tila selostetaan.

Rakenteiden yksityiskohtia tarkasteltaessa on syytä käyttää tarkastajan aikaisempaan kokemukseen perustuvaa muistilistaa, jonka avulla tulee kiinnitettyä järjestelmällisesti huomiota yleensä esiintyviin vaurioihin. Suositeltavaa on käyttää SILKO-ohjeiston ja ohjetta, jonka mukaisesti seuraavaan luetteloon on kerätty tyypillisiä havaintoja, puutteita ja vaurioita:

1) Betonirakenteet

- betonityö on onnistunut silmämääräisesti tarkastellen hyvin/kohtalaisesti/huonosti
- betonissa on halkeamia ja murtumia
- betonipinnat ovat rapautuneet
- betonipinnoissa on ruosteläiskä, ruosteisia terästen päitä tai nauvoja
- reunapalkeissa on halkeamia

- betonipinnoissa on töherryksiä
- raudoitustankoja on näkyvissä
- kaidepylväiden juurikorokkeet ovat halki ja osittain lohjenneet
- paikkaukset erottuvat tummempina tai vaaleampina
- betonipintojen viimeistely ei ole täysin moitteetonta.

2) Teräsrakenteet

- kaiteissa on ruostetta, etenkin yläjohteessa ja hitsausliitoksissa
- kaiteen yläjohteen liikuntajatkokset on tehty väärin
- hitsausjatkoksissa ja kaidepylväiden juurissa on ruostetta
- tiekaiteen johteen jatkokset eivät ole liikunta-saumojen kohdilla ja kiinnitysreiät eivät salli sillan päällysrakenteen lämpöliikkeitä
- laakerien asento ei ole lämpötilaan nähden oikea
- laakerien vierintäpintoja ei ole voideltu
- pengerkaitteet eivät ole ohjeiden mukaiset ja sumupaalut puuttuvat
- merkkipultit tai panoskoukut ovat ruosteessa taikka puuttuvat kokonaan.

3) Puurakenteet

- palkeissa tai kansielementeissä on liikaa käyryyttä
- liimapuupalkeissa on halkeamia
- puutavaran väärä kosteustila on aiheuttanut rakenteisiin harvuutta.

4) Kivirakenteet

- saumat ovat irronneet.

5) Kuivatuslaitteet

- tippuputket ovat liian lyhyet tai vesi suotautuu tippuputkien ulkopuolitse
- vesi suotautuu syöksytorvien ulkopuolitse
- syöksytorvia on liian vähän
- kaidepylväiden juuriin on/ei ole tehty tippuputkia.

6) Saumat

- alus- ja päällysrakenteen väliset saumat reunapalkkien kohdalla ovat auki tai saumaus on irronnut, jolloin vesi valuu laakeritasoille ja siipimuurien sivupinnoille
- reunapalkin ja päällysteen rajakohtaa ei ole saumattu
- sillan ja penkereen rajakohtaa ei ole saumattu, jolloin päällyste on mennyt poikki.

- 7) Vedeneristykset ja päällysteet
 - betonipinnoissa on merkkejä rakenteen läpi tapahtuvasta vesivuodosta
 - päällysteessä on halkeamia ja paikkauksia.
- 8) Siltaapaikan rakenteet
 - keiloihin tai etuluiskiin valittu verhoustyyppi on väärä
 - tieluiskien nurmiverhous on kohtalaisen hyvää/huonohkoa/huonoa
 - tieluiskissa ja sivuoissa on eroosiovaurioita
 - keilojen takana ei ole kouruja tai kouruista huolimatta on syntynyt eroosiovaurioita
 - pintavesien ohjauslaitteet ovat puutteelliset
 - kivisiilmä puuttuu syöksytornen alta
 - luiskiin on jätetty asfaltti- tai rakennusjätteitä.

Selostusta voidaan havainnollistaa piirroksin ja valokuvin, jotka esitetään selostuksessa tai erillisessä liitteessä.

Vastaanottotarkastuksen jälkeen sillan perustiedot tallennetaan Siltarekisteriin. Samalla määrätään ensimmäisen yleistarkastuksen ajankohta.

7.2.2 Vuositarkastus

Vuositarkastuksessa havaitut vauriot ja puutteet raportoidaan sillan vuositarkastuslomakkeella.

7.2.3 Yleistarkastus

Yleistarkastuksen tarkastustulokset kirjataan sillan tarkastuslomakkeille ja päivitetään Siltarekisteriin. Lomakkeet täytetään *Sillantarkastuskäsikirjan* /3/ ohjeiden mukaan. Tarkastuksen lähtötiedoiksi tulostetaan edellisen tarkastuksen tiedot Siltarekisterin valmisraporttina.

Digitaalisessa muodossa olevat valokuvat tallennetaan Siltarekisterin kuvatietokantaan. Ohjeet kuvien nimeämisestä ja tallentamisesta ovat *Sillantarkastuskäsikirjassa* /3/ ja *Siltarekisterin inventointiohjeissa* /6/.

7.2.4 Erikoistarkastus

Selostus erikoistarkastuksesta tehdään kirjallisesti ja siihen liitetään valokuvat, tutkimusraportit ja muut tarkastuksen yhteydessä laaditut asiakirjat. Yleensä siihen sisältyy ehdotus tarvittavista toimenpiteistä. Selostus on päivittävä ja allekirjoitettava. Siltarekisteriin päivitetään yleistarkastuskäytännön mukaiset tiedot sekä päivitettäväksi soveltuvat tutkimustulokset.

Selostus sillan sukellustarkastuksesta tehdään lomakkeelle *TIEL 7005607 (liite 3)*. Sillan perustiedot tulostetaan Siltarekisteristä. Koska vedenalaiset vauriot vaihtelevat siltakohtaisesti, joudutaan tarkastusselostuksen sisältö harkitsemaan kussakin tapauksessa niin, että ulkopuolinen saa selostuksesta mahdollisimman havainnollisen kuvan vallitsevasta tilanteesta. Tekstissä annetaan lyhyt kuvaus vaurioista ja poikkeukselliselta vaikuttavista olosuhteista. Mainittavia asioita ovat myös siltarakenteiden ympärillä olevat muotit ja uomassa mahdollisesti olevat rakennusjätteet. Tekstiä havainnollistetaan piirroksilla, joilla vaurioitunut kohta paikallistetaan mahdollisimman hyvin. Lisäksi hahmotellaan uoman pohjan muoto ja mahdolliset eroosiosuojaukset. Veden pinnan etäisyys päällysrakenteen alapinnasta ja veden syvyys ainakin syvimmällä kohdalla esitetään tarkasti.

Tarkkailusillan perustarkastuksesta laaditaan selostus, johon merkitään ominaistietojen lisäksi sillasta, tiestä ja siltapaikasta tehdyt havainnot rakennusmateriaaleittain jaoteltuna. Selostukseen liitetään siltakohtainen tutkimus- ja toimenpideohjelmaehdotus. Tarkastuksessa käytetään myös yleistarkastuslomakkeet.

7.2.5 Tehostettu tarkkailu

Selostus sillan tehostetusta tarkkailusta tehdään lomakkeelle *TIEL 7005606 (liite 4)*. Sillan perus- ja tarkastustiedot tulostetaan Siltarekisteristä. Tietojen oikeellisuus tarkistetaan tarkkailun yhteydessä.

Lomake on laadittu niin, että se sopii jatkuvaan käyttöön. Tarkastustiedot ja vaaitustulokset merkitään lomakkeelle alekkain aikajärjestyksessä. Eri tarkastuskerrat on syytä erottaa toisistaan väliviivalla.

Vaurioasteet on määritelty lomakkeessa. Vaurioasteet merkitään sarakkeisiin rasteilla, jolloin niiden muodostama profiili antaa havainnollisen kuvan vaurion pahenemisesta.

Lisätietoja-sarakkeeseen merkitään seuraava tarkkailuohjelman mukainen tarkastusajankohta.

Lomakkeen takasivu on varattu vaaitustulosten esittämistä varten. Tarkkailupisteiden sijainnit sillan rakenteissa esitetään numeroiden avulla kaavamaaisessa piirroksessa. Tarvittaessa mittauksien tulokset esitetään liitteessä. Kulma- ja etäisyysmittausten tulokset esitetään aina erillisessä liitteessä.

Halkeamista ja muista selvästi erottuvista vaurioista otetaan jokaisella tarkastuskerralla valokuvat. Valokuvat numeroidaan ja numerot merkitään lisätietoja-sarakkeeseen.

7.3 SILTAREKISTERI

7.3.1 Sisältö

Tiehallinnon Siltarekisteri sisältää

- kaikki yleisten teiden sillat
- muilla teillä ja kaduilla sijaitsevat Tiehallinnon ylläpitämät sillat
- Tiehallinnon kevyen liikenteen sillat
- Tiehallinnon putkisillat
- kauttakulkuliikenteelle tärkeillä kaduilla sijaitsevat kuntien omistamat sillat
- museosillat
- käytöstä poistetut sillat.

Siltarekisteriin voidaan tallentaa myös kuntien sillat sekä yksityisteillä sijaitsevat, valtionapuun oikeuttavat sillat.

Siltarekisteriin kootaan siltojen perustiedot, joita ovat siltojen hallinnolliset tiedot, tie- ja liikennetiedot, rakenteelliset ja mittatiedot sekä tiedot sillan varusteista ja laitteista. Lisäksi tallennetaan sillan kantavuustiedot, kunto- ja vauriotiedot sekä korjaustiedot.

Rumpuja, joiden vapaa-aukko on pienempi kuin 2,0 metriä, ei rekisteröidä Siltarekisteriin.

7.3.2 Käyttö ja raportointi

Tiehallinnon Siltarekisteri on relaatiotietokantainen sovellus, jonka keskitetty tietokanta sijaitsee Tiehallinnon erillisellä palvelimella.

Päivitykset tehdään tiepiireissä muiden kuin kantavuustietojen osalta. Niistä samoin kuin tietojen koordinoinnista ja laadunvalvonnasta sekä koulutuksesta ja tietokannan ylläpidosta, vastaa Tiehallinnon keskushallinto.

Raportointia varten voidaan Siltarekisteristä poimia ja lajitella tietoja minkä tahansa tietolajin tai sen osan perusteella. Rekisteristä voi ajaa myös lukuisia usein tarvittavia valmisraportteja. Valmisraportit on jaettu aiheen mukaan seuraavasti: Perustietoraportit, toiminnallinen puute -raportit, tarkastusraportit, kuntoraportit, korjausraportit, kantavuusraportit, parametri-raportit ja laaturaportit.

Sillantarkastajan erityisesti tarvitsemia valmisraportteja ovat: Yleistarkastusraportit (Sillantarkastuslomakkeet 1 ja 2), Rekisteritietojen tarkistus -raportti, Tarkastustiedon muodollinen tarkistus -raportti ja Perusraportti.

Siltarekisteriä voi käyttää myös suoraan siltapaikalta kannettavan mikron ja matkapuhelimen välityksellä. Maastossa tehtävään tallennustyöhön tarvitaan etäkäyttölupa ja etäkäyttö-tunnukset (RAS-yhteys).

Ohjeet Siltarekisterin tietojen keruusta ja käytöstä ovat *Siltarekisterin inventointiohjeessa* /6/ ja *Sillantarkastuskäsikirjassa* /3/.

7.3.3 Yhteydet muihin rekistereihin

Tie- ja liikennetiedot saadaan Siltarekisteriin suoraan Tiererekisteristä. Siltarekisterin tietoja käyttää muun muassa erikoiskuljetusreittijärjestelmä (ERIKU).

7.4 SILTATIEDON ARKISTOT

7.4.1 Viralliset arkistot

Yleisten asiakirjojen arkistointi perustuu *Arkistolakiin* /23/.

Arkistoviranomaisia ovat Kansallisarkisto ja maakunta-arkistot yleisarkistoina.

7.4.2 Silta-arkistot

Virastojen ja laitosten virka-arkistoja ovat päätearkistot, lähiarkistot ja käsiarkistot.

Tiehallinnossa arkistointi tapahtuu asiakirjahallinnon ohjesäännön mukaisesti.

Siltapiirustuksista päätearkistoihin siirretään alkupe-
räinen kappale ja yksi kopio. Sillan vastaanottotar-
kastuksen yhteydessä kerättävät asiakirjat merkitään
tiepiirin arkistoluetteloon (päätearkisto). Tiepiirin silto-
jen lähiarkisto voi toimia myös päätearkiston osana.

Siltojen tarkastustoiminnan kannalta keskeinen silta-
tiedosto on tiepiirin siltojen lähi- ja käsiarkisto. Suo-
sittelavaa on että tarkastuksissa jatkuvasti tarvittavat
asiakirjat säilytetään nopeasti käyttöönottavissa
riippukansioissa ja harvemmin tarvittavat asiakirjat
taltioidaan siltakohtaisesti joko tiepiirin arkistoon tai
kotelot säilytetään erikseen tehtävän sopimuksen mu-
kaan tiepiirin lähiarkistossa. Riippukansioihin kerätään
esimerkiksi seuraavat asiakirjat:

- sillan yleispiirustus
- selostus vastaanottotarkastuksesta
- selostukset vuositarkastuksista
- selostukset muista tarkastuksista
- siltaa koskevat sopimukset ja luvat
- valokuvat.

Muut asiakirjat taltioidaan siltakohtaisesti niin, että ne voidaan ottaa käyttöön mahdollisimman helposti.

Siltapiirustusarkiston taltiointi ja arkistointi on toteutettu seuraavasti:

Tiepiirissä oleva aineisto sisältää

- alkuperäispiirustukset kaikista ennen vuotta 1999 suunnitelluista tiepiirin yleisten teiden silloista, joiden suunnitelmanumero on suurempi kuin 5000
- suunnitelmapiirustukset sähköisessä muodossa CD-levyille taltioituina kaikista vuodesta 1999 lähtien suunnitelluista tiepiirin yleisten teiden silloista
- luettelon kaikista tiepiirin yleisten teiden siltojen suunnitelmista suunnitelmanumeron mukaan järjestettynä
- kortiston kaikista tiepiirin yleisten teiden siltojen suunnitelmista sillan nimen, suunnitelmanumeron ja tiepiirinumeroon mukaan järjestettynä.

Tiehallinnon keskushallinnossa oleva aineisto sisältää

- mikrofilmit koko maan yleisten teiden siltojen suunnitelmapiirustuksista
- alkuperäispiirustukset suunnitelmista, joiden suunnitelmanumero on pienempi kuin 5000
- suunnitelmanumeroluettelot kaikista yleisten teiden siltojen suunnitelmista, lukuun ottamatta vapaa-aukoltaan alle neljän metrin palkisiltoja, joille suunnitelmanumeron varaaminen ei ole välttämätöntä
- kortiston kaikista yleisten teiden siltojen suunnitelmista aakkosjärjestykseen järjestettynä
- tyyppi- ja piirustukset
- laskelmat.

Uusien siltojen suhteen noudatetaan seuraavaa menettelyä:

Tiehallinnon keskushallinto hoitaa

- hyväksymiensä siltasuunnitelmien piirustusten mikrofilmauksen
- tiepiirien hyväksymien siltasuunnitelmien mikrofilmauksen
- suunnitelmien skannauksen sähköiseen muotoon
- laskelmien taltioinnin ja arkistoinnin.

Siltapiirustukset mikrofilmataan, kun silta on valmistunut. Piirustuksista kuvataan yksi mikrofilmi keskushallinnon siltapiirustusarkistoon ja turvarulla, joka toimitetaan Mikkelin maakunta-arkistoon. Suunnitelmat taltioidaan sähköisessä muodossa CD-levyille, jotka arkistoidaan vuosittain Tiehallinnon keskushallinnon ja tiepiirin silta-arkistoon. Piirustuksista mikrofilmilla on alkuperäiskappaleen status, sähköinen tallenne on työkopio. Kun mikrofilmaus ja skannaus on tehty, alkuperäiset siltapiirustukset hävitetään.

Laskelmat taltioidaan sähköisessä muodossa. Niiden alkuperäiskappaleet arkistoidaan Tiehallinnon päätearkistoon. Laskelmien mukana arkistoidaan muun muassa siltakohtaiset laatuvaatimukset, rakenne- ja suunnitelmaselostukset ja ominaistietokortit.

Silta-arkistoinnin kehittämisen tavoitteena on, että kaikkien siltojen suunnitelmat arkistoidaan samalla tavalla. Alkuperäispiirustusten arkistoinnista luovutaan ja taltioidaan vain mikrofilmit. Käytöstä poistettujen siltojen piirustukset toimitetaan Kansallisarkistoon.

7.4.3 Arkistojen käyttö

Asiakirjoja arkistoidessa on noudatettava niiden julkisuudesta ja hävittämisestä annettuja määräyksiä ja ohjeita /23/.

Arkistojen tehtävänä on palvella tiedonlähteenä arkistonmuodostajaa ja muita viranomaisia, yksityisiä henkilöitä sekä tutkimustoimintaa. Kansallisarkistossa säilytettävistä asiakirjoista on, elleivät ne ole salaisia, annettava säädettyä maksua vastaan jäljennöksiä ja todistuksia.

Siltoja koskevia tietoja on kerätty järjestelmällisesti vasta 1900-luvun jälkipuoliskolta lähtien. Asiakirjat on taltioitu Tiehallinnon arkistoihin. Arkistot palvelevat pääasiassa Tiehallinnon omaa tarvetta.

Tietojen saanti vanhemmista silloista on usein vaikeaa. Tiehallinnon omien arkistojen lisäksi tietoja saatava löytyä Kansallisarkistosta ja maakunta-arkistoista sekä kuntien, tiekuntien ja insinööritoimistojen arkistoista.

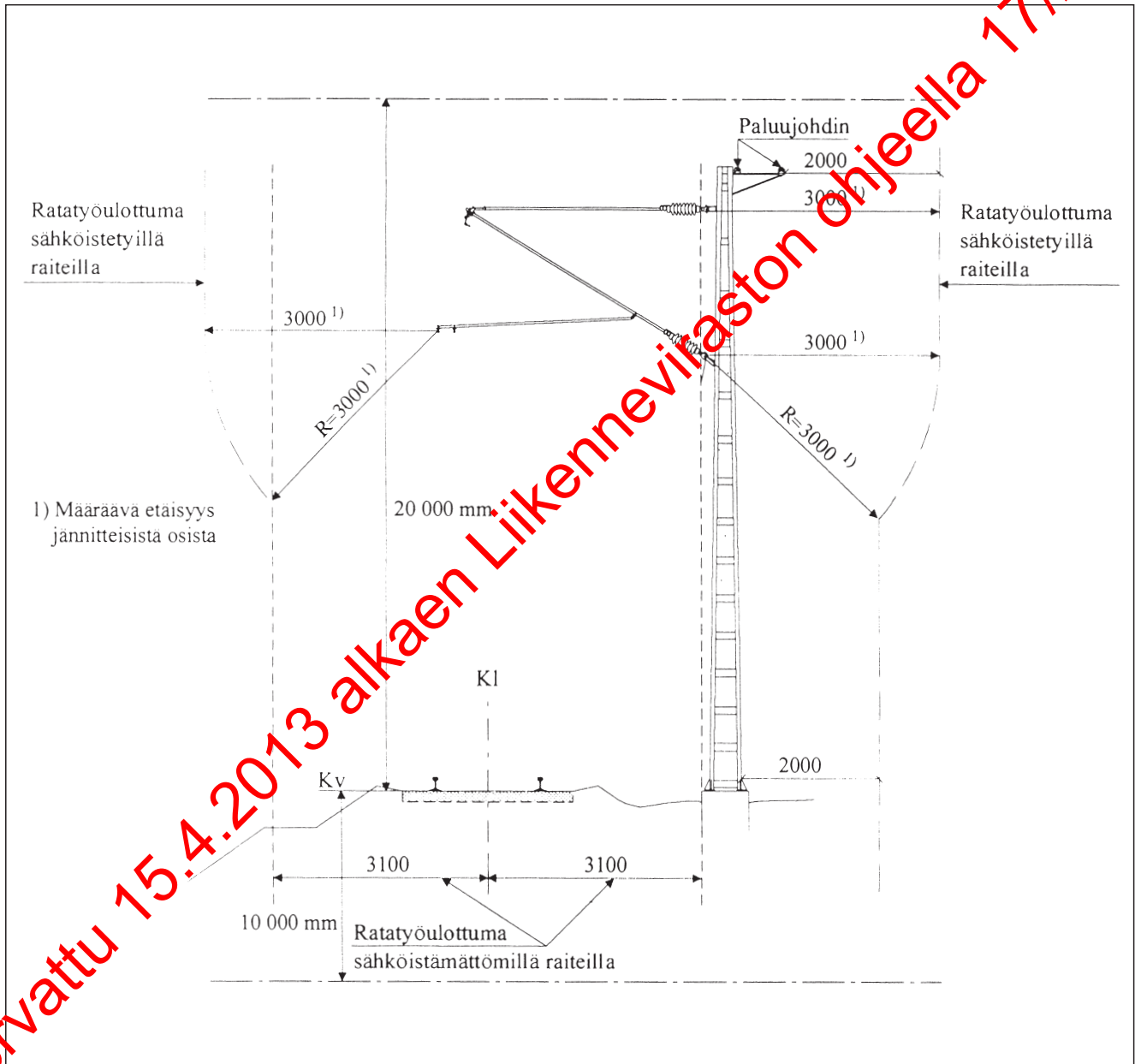
8 VIITELUETTELO

- /1/ Kyösti Koponen. Maantiesiltakannan kehitys Suomessa. Helsinki. Tie- ja vesirakennushallitus, tiemuseotoimikunta 1983. 96s. ISBN 951-46-5595-8.
- /2/ Siltojen kunnossapidon laatuvaatimukset. Helsinki. Tiehallinto, siltatekniikka 2004. ISBN 951-803-193-2. TIEH 2200023-04. (Verkkojulkaisu: ISBN 951-803-194-0. TIEH 2200023-v-04).
- /3/ Sillantarkastuskäsikirja. Helsinki. Tiehallinto, suunnittelun tietotuki 2004. ISBN 951-803-208-4. TIEH 2000009-04. (Verkkojulkaisu: ISBN 951-803-209-2. TIEH 2000009-v-04).
- /4/ Työturvallisuus. Helsinki. Tiehallinto, siltayksikkö 2000. TIEL 2230095-SILKO 1.111.
- /5/ Työntekijöiden turvaaminen liikenteenalaisilla radoilla suoritettavissa radanpitotöissä. VR 5223 A5 98-04.
Turvallisuusohjeita rautatiealueella työskentelyssä. VR 5243 A5 98-07.
Sähkötamääräykset. VR 3554 93-04/RHK B5.
Kuin peto. VR 5206 A6 97-09.
Sähköturvallisuusmääräykset. Sähkötarkastuskeskus A5-93.
- /6/ Siltarekisteri 3. Inventointiohje ja käyttäjän opas. (Ohjelmiston sähköinen opastetoiminto). ISBN 951-803-210-6. TIEH 2200024-v-04.
- /7/ Tiehallinnon tuotemääritys 2004. Helsinki. Tiehallinto 2004. Sisäisiä julkaisuja 2/2004. ISSN 1458-1561. TIEH 4000403-v.
- /8/ Siltojen suunnitelmat. Helsinki. Tiehallinto, siltayksikkö 2000. ISBN 951-726-615-4. TIEL 2172067-2000.
- /9/ Kuivatuslaitteet. Sillan ja siltapaikan kuivatus. Helsinki. Tiehallinto, siltayksikkö 1999. TIEL 2230095 - SILKO 1.601.
- /10/ Sillansuunnittelun täydentävät ohjeet. Helsinki. Tiehallinto, siltatekninen tuki 2002. ISBN 951-726-749-5. TIEH 2100003-01.
- /11/ Siltaan liittyvät rakenteet. Siltapaikan viimeistely. Helsinki. Tie- ja vesirakennushallitus 1987. TIEL 2230095 - SILKO 1.901.
- /12/ Aallotetut teräsputket. Helsinki. Tiehallinto, siltatekniikka 1997. ISBN 951-726-068-7. TIEL 2172501.
- /13/ Teräsrakenteet. Pintakäsittely. Ruostuneisasteiden Ri 3...Ri 5 vertailuasteikot. Helsinki. Tie- ja vesirakennushallitus 1986. TIEL 2230095 - SILKO 1.353 - 1.355.
- /14/ Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Yleinen osa - SYL 1. Helsinki. Tiehallinto, siltayksikkö 2001. ISBN 951-726-766-5. TIEH 2210003-2001.
- /15/ Kimmovasaran käyttäjän ohje. Helsinki. Tiehallinto, siltayksikkö 2001. ISBN 951-726-811-4. TIEH 3200706.
- /16/ Teräsrakenteet. Pintakäsittely. Helsinki. Tiehallinto, siltayksikkö 2001. TIEL 2230095 - SILKO 1.351.
- /17/ Siltojen hoito ja ylläpito. Suunnitteluohje. Helsinki. Tiehallinto, siltatekninen tuki 2004. ISBN 951-803-219-X. TIEH 2100024-04. (Verkkojulkaisu: ISBN 951-803-220-3. TIEH 2100024-v-04).
- /18/ Betonirakenteet. Halkeamien korjaaminen. Helsinki. Tiehallinto, siltatekniikka 2003. TIEH 2230095-SILKO 1.233.
- /19/ Non-Structural Cracks in Concrete. London. The Concrete Society 1982. Technical Report No. 22. ISBN 0 7210 12817 7.
- /20/ Raudoitteiden korroosioasteen määrittäminen. Helsinki. Tiehallinto, siltatekniikka 2003. Tiehallinnon selvityksiä 48/2003. ISBN 951-803-137-1. TIEH 3200835.
- /21/ Teräsrakenteet. Pintakäsittelyn korjaustoimenpiteen määrittäminen. Helsinki. Tiehallitus 1991. TIEL 2230095-SILKO 1.356.
- /22/ Teräsrakenteet. Teräsputken korjaustoimenpiteen määrittäminen. Helsinki. Tiehallitus 1992. TIEL 2230095-SILKO 1.357.
- /23/ Arkistolaki 1994. Suomen säädöskokoelma nro 831/94.

9 LIITTEET

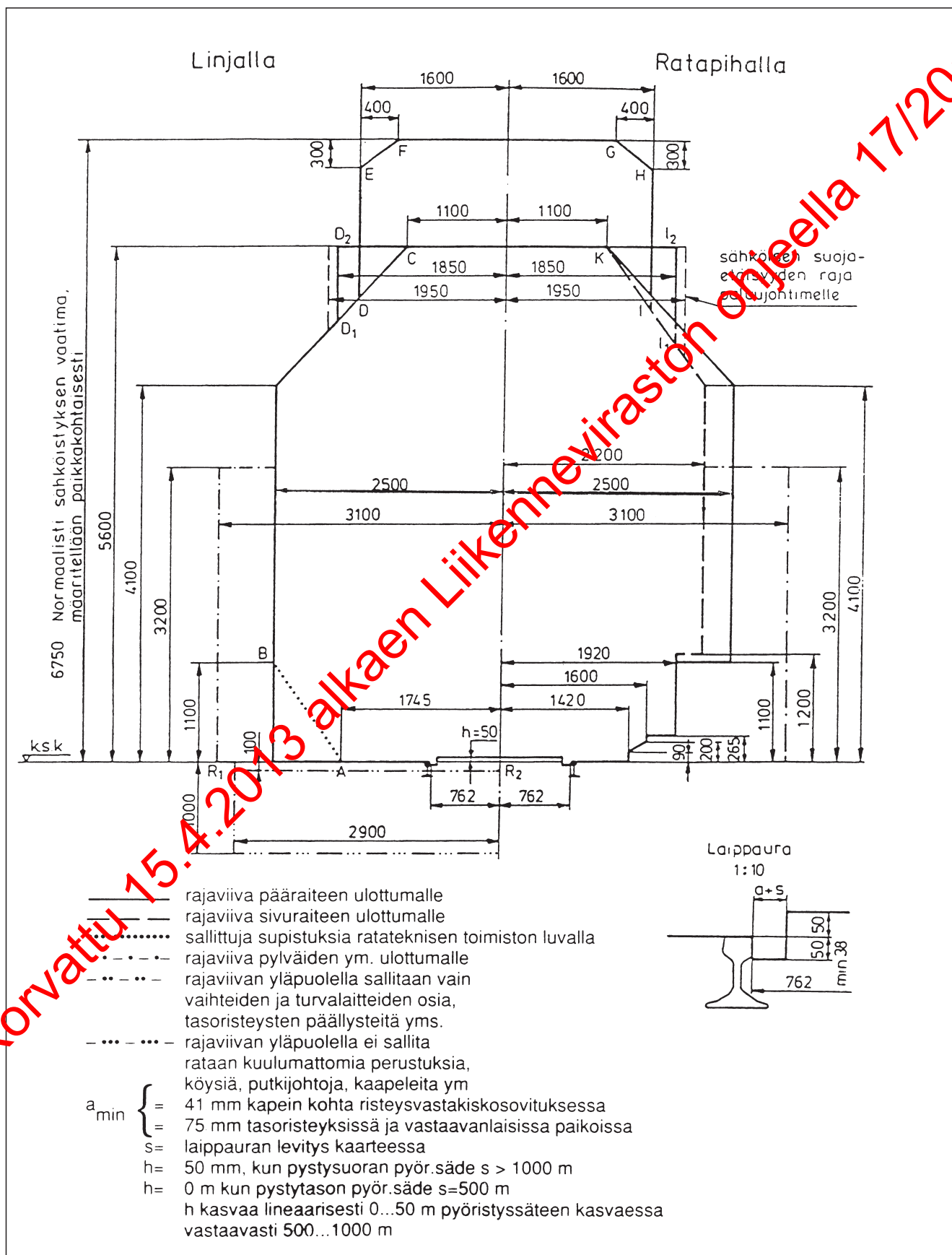
LIITE 1

RATATYÖLOTTUMA SÄHKÖISTETYILLÄ JA SÄHKÖISTÄMÄTTÖMILLÄ RAITEILLA



AUKEAN TILAN ULOTTUMAN PÄÄMITAT SUORASSA RAITEESSA

LIITE 2



TIEHALLINTO, SILLAN SUKELLUSTARKASTUS, Tarkastusselostus

LIITE 3

1. SILLAN OMINAISTIEDOT

Sillan nimi	Sillan numero
Tarkastaja	Päivämäärä
Siltatyyppi	Hyödyllinen leveys
Jännemitat tai vapaa-aukot	Vinous
Maatukien perustamistavat	
Välitukien perustamistavat	

2. YLEISHAVAINNOT

Maatukien yleiskunto	☐ hyvä	☐ välttävä	☐ huono
Välitukien yleiskunto	☐ hyvä	☐ välttävä	☐ huono
Vesiuoma	☐ puro	☐ joki	☐ suurempi vesistö
Virtausnopeus	☐ vuolas	☐ kohtalainen	☐ verkkainen
Uoman yleiskunto	☐ hyvä	☐ välttävä	☐ huono
Maatukien rakennusmateriaali	☐ betoni	☐ kivi	☐
Välitukien rakennusmateriaali	☐ betoni	☐ kivi	☐
Eroosiosuojauksen materiaali	☐ kiviheitoke	☐	☐

3. VAURIOT (vrt. lomakkeen takana olevat piirrokset)

--

4. TARVITTAVAT KORJAUSTOIMENPITEET

	Liitteitä	kpl
--	-----------	-----

LIITE 3

[illegible]

--

TIEHALLINTO, SILLAN TEHOSTETTU TARKKAILU, Tarkastusselostus

LIITE 4

1. SILLAN OMINAISTIEDOT

Sillan nimi	Sillan numero
Tarkastaja	Päivämäärä
Siltatyyppi	Hyödyllinen leveys
Jännemitat tai vapaa-aukot	Vinous

2. TARKASTUKSEN LÄHTÖTIEDOT

Päätös tehostetun tarkkailun aloittamisesta
Tarkkailun vastuuhenkilö
Tarkkailuun asettamisen syy

3. VAURION ARVOSTELU

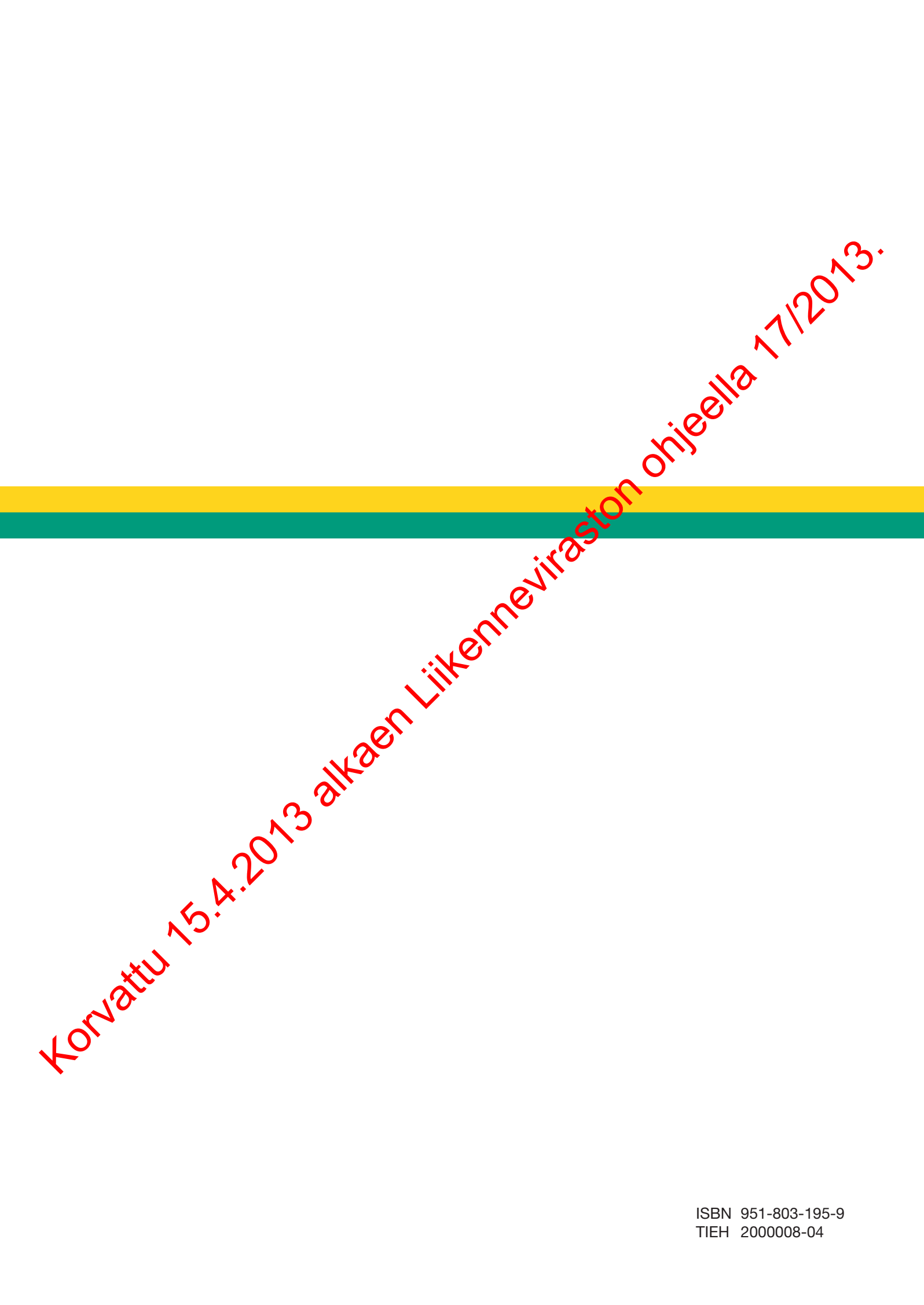
[illegible]

LIITTEET

☐	Mittautulukset	kpl
☐	Pisteselityskortit	kpl

VAURIOASTEET

0 ei muutoksia
1 vähäisiä muutoksia
2 pahenee tasaisesti
3 pahenee kiihtyvästi
4 tila kriittinen



Korvattu 15.4.2013 alkaen Liikenneviraston ohjeella 17/2013.