

**RIL 179**  
**SILLAT**  
**– suunnittelu, toteutus**  
**ja ylläpito**

**Julkaisija ja kustantaja**

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

**Toimituskunta**

Pulkinen Pekka, pj  
 Aalto Olli-Pekka  
 Laaksonen Anssi  
 Rantala Sami  
 Söderqvist Marja-Kaarina  
 Tirkkonen Timo  
 Vilonen Ilkka  
 Gunnar Åström, siht. ja RILin edustaja

**Vastaava toimittaja**

Pekka Pulkinen

**KIRJOITTAJAT****Luku 1. Johdanto**

*Pulkinen Pekka*  
 Myllymäki Heikki 1.4  
 Pulkinen Pekka 1.1–1.3

**Luku 2. Sillan peruskäsitteet ja siltatyypit**

*Pulkinen Pekka*  
 Noeskoski Juha 2.5.7  
 Pulkinen Pekka 2.1–2.5.6

**Luku 3. Siltahankkeen toteuttaminen**

*Aalto Olli-Pekka*  
 Aalto Olli-Pekka 3.1–3.5  
 Määttä Seppo 3.3  
 Noeskoski Juha 3.7–3.9  
 Tirkkonen Timo 3.9.5  
 Tossavainen Matti 3.6

**Luku 4. Sillansuunnittelu**

*Laaksonen Anssi*  
 Artukka Antti 4.3.3, 4.6.1  
 Asp Olli 4.3.2, 4.4.3, 4.4.4  
 Hyvönen Juhani 4.5.5, 4.6.4  
 Iho Janne 4.7.4  
 Ilveskorpi Liisa 4.1.2  
 Julku Kimmo 4.3.1, 4.3.4, 4.5.2  
 Kaista Pertti 4.2.4, 4.6.6, 4.7.2, 4.7.3  
 Kiviluoma Risto 4.6.5  
 Laaksonen Anssi 4.1.1, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3,  
 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, 4.4.3, 4.4.4, 4.5.1, 4.5.3,  
 4.5.4, 4.7.6  
 Lilja Heikki 4.6.2  
 Luokkakallio Jussi 4.5.7  
 Meriläinen Jani 4.7.1  
 Mikkonen Atte 4.5.5  
 Niemelä Sami 4.5.5

Noponen Sami 4.5.6, 4.6.3  
 Nousiainen Jari 4.4.1, 4.4.2  
 Piispanen Matti 4.3.4  
 Pulkinen Pekka 4.2.5, 4.5.8  
 Savolainen Jarkko 4.8  
 Tirkkonen Timo 4.6.1  
 Vilonen Ilkka 4.7.5  
 Vuorio Ville 4.5.2

**Luku 5. Siltojen rakentaminen**

*Rantala Sami*  
 Kataja Jyrki 5.8  
 Kopra Aki 5.13  
 Kumpulainen Eero 5.10  
 Niemi Henry 5.7  
 Rantala Sami 5.1–5.4, 5.6, 5.9, 5.11, 5.12  
 Siitonen Pekka 5.10  
 Wilen Heikki 5.5

**Luku 6. Siltojen ylläpito**

*Söderqvist Marja-Kaarina*  
 Hyvönen Juhani 6.11.3  
 Karjalainen Jouko 6.11.1, 6.11.2  
 Kettunen Simo 6.4.5, 6.5  
 Myllymäki Heikki 6.9  
 Pulkinen Pekka 6.11.4  
 Raunio Heini 6.13  
 Siltanen Terhi 6.10  
 Söderqvist Marja-Kaarina 6.1, 6.2, 6.3,  
 6.4.1–6.4.4, 6.4.6–6.4.7, 6.7  
 Tirkkonen Timo 6.8  
 Wuorenjuuri Janne 6.12  
 Äijälä Markku 6.6

**Luku 7. Siltojen korjaus ja vahventaminen**

*Vilonen Ilkka*  
 Raunio Heini 7.6  
 Savolainen Ari 7.1, 7.2, 7.3  
 Siitonen Pekka 7.9  
 Simonen Ari 7.11.6  
 Vilonen Ilkka 7.4, 7.5, 7.7, 7.8, 7.10, 7.11

**Toimitussihteeri**

Jaana Henell

## RAHOITTAJAT

A-Insinöörit Suunnittelu Oy  
Espoon kaupunki  
Graniittirakennus Kallio Oy  
Helsingin kaupunki  
Insinööritoimisto Pontek Oy  
Insinööritoimisto Ponvia Oy  
Insinööritoimisto Suunnittelukide Oy  
Kreate Oy  
Kuopion kaupunki  
Liikennevirasto  
Pöyry Finland Oy  
Ramboll Finland Oy  
Ruukki  
Siltaexpert Oy  
Sitowise Oy  
SSAB Europe Oy  
Sweco Finland Oy  
Tampereen kaupunki  
Turun kaupunki  
Vantaan kaupunki  
VR-Track  
WSP Finland Oy

## ILMOITTAJAT

Ilmoitukset julkaisun lopussa

A-insinöörit Oy  
Destia Oy  
Fast Beam Oy  
Fescon Oy  
Insinööritoimisto Pontek Oy  
Insinööritoimisto Ponvia Oy  
JotWorks Oy  
Kreate Oy  
Nakkilan Sihuma Oy  
Ramboll Finland Oy  
Ruukki Construction Oy  
Siltaexpert Oy  
Sito Oy  
Sweco Rakennetekniikka Oy  
WSP Finland Oy

## Ilmoitukset

Tietotalli Oy

## Kirjapaino

Grano Oy, 2018

## Myynti

Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry  
Lapinlahdenkatu 1 B, 00180 Helsinki  
[www.ril.fi/kirjakauppa](http://www.ril.fi/kirjakauppa)

ISBN 978-951-758-629-0 (sid.)

ISBN 978-951-758-630-6 (pdf)

ISSN 0356-9403

*Tämän teoksen osittainenkin kopiointi ja saattaminen yleisön saataviin on tekijänoikeuslain (404/61, siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen) mukaisesti kielletty ilman nimenomaista lupaa.*



## Alkusanat

**RIL 179 Sillat** -käsikirja ilmestyi vuonna 1989 ja on ollut alalla laajassa käytössä. Vuonna 2015 todettiin alan keskeisten toimijoiden piirissä, että kirjan sisältö on pääosin jo vanhentunut. Päätös kirjan uudistamiseen ei kuitenkaan ollut itsestään selvä. Ajankohtaista siltoihin liittyvää suunnittelu- ym. tietoa on saatavilla eri lähteistä (Liikenneviraston ohjeet, ammattikirjallisuus ja -lehdet, nettisivut ym.), jolloin käsikirjaformaatti tiedon lähteenä voi tuntua aikansa eläneenä. Sirpaloitunut tieto on toisaalta haastava käyttäjän kannalta, ja alan asiantuntijoiden näkemys olikin, että siltoja käsittelevien olennaisen ja tuoreiden tietojen kokoaminen käsikirjamuotoon siihen kuuluvine taustatietoineen on alan kehitykselle tarpeen. Lisäksi todettiin, että suomalaisen huippuosaamisen säilymiseksi on tarpeen dokumentoida olemassa olevaa asiantuntijatietoutta, koska lähivuosina suuri joukko asiantuntijoita on siirtymässä pois työelämästä.

Kirja sisältää perustiedot Suomen siltakannasta, mm. sen kehittymisestä ja siltojen kantavuudesta, kuvauksen siltahankkeen rakennuttamisprosessista sekä syvällistä tietoa siltojen suunnittelusta, rakentamisesta, kunnossapidosta sekä korjauksesta.

Kirjassa on kattavasti otettu huomioon viime vuosikymmenen muutoksia, mm. suunnittelussa ja toteutuksessa on siirrytty eurostandardien käyttöön, suunnittelussa ja toteutuksessa käyt-

tään tietomallia, statiikka- ja mitoitusohjelmat ovat kehittyneet, alan nimikkeistö on uudistunut, toteutustavat ovat kehittyneet ja monitorointia on otettu käyttöön.

Julkaisun kirjoittajina ovat olleet toimituskunta yhdessä laajan asiantuntijajoukon kanssa. Kirjan päätoimittaja ja toimituskunnan puheenjohtaja on ollut Pekka Pulkkinen. Muut toimituskunnan jäsenet ovat olleet Olli-Pekka Aalto, Anssi Laaksonen, Sami Rantala, Marja-Kaarina Söderqvist, Timo Tirkkonen, Ilkka Vilonen ja Gunnar Åström (RIL, sihteeri). Kirjahanke on RILissä ollut Gunnar Åströmin vastuulla. Taiton on tehnyt Jaana Henell (RIL).

Kirjan laadintaa ovat rahoittaneet Liikennevirasto sekä suuri määrä kuntia ja yrityksiä (ks. sivu 3). Kirjan eri lukujen luonnosversiot ovat olleet laajalla lausuntokierroksella. Saatu palaute on ollut erittäin hyödyllistä kirjan viimeistelyssä.

Kiitämme toimituskuntaa ja kaikkia muita kirjoittajia, joiden huippuasiantuntijuus ja kiinnostus kirjan tekoon on mahdollistanut tämän kirjan synnyn. Suuri kiitos kuuluu myös laajalle rahoittajaryhmälle, joka lähti innostuneesti hankkeeseen mukaan. Uskomme, että käsikirja on alalle erittäin hyödyllinen ja edistää siltojen rakentamista ja ylläpitoa sekä osaltaan tukee suomalaisen siltaosaamisen säilymistä jatkossakin korkealla tasolla.

Kesäkuussa 2018

SUOMEN RAKENNUSINSINÖÖRIEN LIITTO RIL ry

Timo Kohtamäki  
puheenjohtaja

Miimu Airaksinen  
toimitusjohtaja



## Sisällysluettelo

<b>1. Johdanto</b> . . . . .	13	3.3.1 Johdanto . . . . .	75
1.1 Tausta ja kirjan sisältö . . . . .	15	3.3.2 Esisuunnittelu . . . . .	75
1.2 Siltojen historiasta . . . . .	15	3.3.3 Yleissuunnittelu . . . . .	75
1.3 Suomen sillasto . . . . .	22	3.3.4 Ratasuunnittelu . . . . .	76
1.3.1 Tiesillat . . . . .	22	3.3.5 Rakennussuunnittelu . . . . .	76
1.3.2 Rautatiesillat . . . . .	26	3.3.6 Rakennuttaminen ja toteutusvaihe . . . . .	76
1.4 Siltojen tiedonhallinta . . . . .	27	3.4 Sillan toteuttaminen osana katuhanketta . . . . .	78
1.4.1 Taustaa . . . . .	27	3.4.1 Johdanto . . . . .	78
1.4.2 Tiedon tarve, sisältö ja esittämistapa . . . . .	27	3.4.2 Katusuunnittelu . . . . .	78
1.4.3 Dokumenttipohjainen tiedon hallinta . . . . .	29	3.4.3 Rakennussuunnittelu . . . . .	79
1.4.4 Tietomallipohjainen tiedon hallinta . . . . .	29	3.4.4 Rakennuttaminen ja toteutusvaihe . . . . .	80
1.4.5 Taitorakennerekisteri . . . . .	32	3.4.5 Kadunpito päätös . . . . .	80
1.4.6 Siltatiedon arkistointi . . . . .	33	3.5 Sillan toteuttaminen yksityiselle . . . . .	81
1.4.7 Tiedonhallinnan murros . . . . .	33	3.5.1 Yleistä . . . . .	81
Kirjallisuutta . . . . .	35	3.5.2 Suunnittelu . . . . .	82
<b>2. Sillan peruskäsitteet ja siltatyypit</b> . . . . .	37	3.5.3 Hankkeen toteuttaminen . . . . .	83
2.1 Yleistä . . . . .	39	3.6 Suunnitteluttaminen . . . . .	84
2.2 Siltojen nimitykset . . . . .	39	3.6.1 Tavoitteet ja suunnittelutyön määrittely . . . . .	84
2.2.1 Sillan nimi . . . . .	39	3.6.2 Suunnitelmien hankintaan liittyvä lainsäädäntö ja muu hankintaohjeistus . . . . .	88
2.2.2 Sillan tyypinimi . . . . .	40	3.6.3 Konsulttityön suorahankinta . . . . .	89
2.3 Sillan päämitat . . . . .	40	3.6.4 Konsulttityön kilpailuttaminen . . . . .	90
2.4 Sillan päärakenneosat . . . . .	44	3.6.5 Puitesopimushankinta . . . . .	92
2.5 Siltatyypit . . . . .	45	3.6.6 Siltapaikatutkimukset . . . . .	92
2.5.1 Yleistä . . . . .	45	3.6.7 Siltahankkeeseen liittyvät lupaprosessit . . . . .	94
2.5.2 Siltatyypin valintakriteerit . . . . .	46	3.7 Sillan rakennuttaminen ja urakkamuodot . . . . .	100
2.5.3 Putki- ja kehäsillat . . . . .	47	3.7.1 Johdanto . . . . .	100
2.5.4 Taivutetut sillat . . . . .	49	3.7.2 Sillan rakennuttaminen . . . . .	101
2.5.5 Puristetut sillat . . . . .	55	3.7.3 Suunnitteluvaihe . . . . .	101
2.5.6 Vedetyt sillat . . . . .	56	3.7.4 Rakentamisen valmisteluvaihe . . . . .	103
2.5.7 Erikoissillat . . . . .	57	3.7.5 Rakentamis- ja takuuvaihe . . . . .	104
Kirjallisuutta . . . . .	61	3.7.6 Sillan rakennuttamiseen liittyvät turvallisuustekijät . . . . .	104
<b>3. Siltahankkeen toteuttaminen</b> . . . . .	63	3.7.7 Hankintamenetelmät . . . . .	105
3.1 Yleistä . . . . .	65	3.7.8 Toteutusmuodot . . . . .	106
3.1.1 Johdanto . . . . .	65	3.7.9 Toteutusmuodon valinta . . . . .	110
3.1.2 Siltahankkeen tilaaja . . . . .	65	3.8 Laadunvarmistus . . . . .	110
3.1.3 Syyt sillan rakentamiseen . . . . .	65	3.8.1 Johdanto . . . . .	110
3.1.4 Osapuolia, termejä ja käsitteitä . . . . .	66	3.8.2 Suunnittelun laatu ja laadunvarmistus . . . . .	111
3.2 Sillan toteuttaminen osana tiehanketta . . . . .	67	3.8.3 Rakentamisen laatu ja urakoitsijan laadunvarmistus . . . . .	112
3.2.1 Johdanto . . . . .	67	3.8.4 Tilaaajan laadunvalvonta . . . . .	114
3.2.2 Esisuunnittelu . . . . .	67	3.8.5 Poikkeamat siltojen laadussa . . . . .	114
3.2.3 Yleissuunnittelu . . . . .	70	3.9 Siltakustannukset . . . . .	114
3.2.4 Tiesuunnittelu . . . . .	70	3.9.1 Johdanto . . . . .	114
3.2.5 Rakennussuunnittelu . . . . .	71	3.9.2 Kustannusten määräytyminen ja kertyminen . . . . .	115
3.2.6 Rakennuttaminen ja toteutusvaihe . . . . .	72		
3.3 Sillan toteuttaminen osana rautatiehanketta . . . . .	75		

3.9.3	Siltojen kustannuksia . . . . .	115	4.7	Varusteet ja laitteet . . . . .	271
3.9.4	Kustannusarviot . . . . .	116	4.7.1	Kaiteet . . . . .	271
3.9.5	Elinkaarikustannukset . . . . .	117	4.7.2	Laakerit . . . . .	273
	Kirjallisuutta . . . . .	120	4.7.3	Liikuntasamat ja liikuntasaumalaitteet . . . . .	275
<b>4.</b>	<b>Sillansuunnittelu . . . . .</b>	<b>123</b>	4.7.4	Pintarakenteet . . . . .	280
4.1	Johdanto . . . . .	125	4.7.5	Vedenjohtolaitteet . . . . .	283
4.1.1	Yleistä . . . . .	125	4.7.6	Muut varusteet ja laitteet . . . . .	285
4.1.2	Siltojen estetiikka . . . . .	125	<b>4.8</b>	<b>Tietomallipohjainen suunnittelu . . . . .</b>	<b>286</b>
4.2	Suunnittelun lähtökohta . . . . .	131	4.8.1	Erilaiset tietomallit . . . . .	286
4.2.1	Eurokoodit ja suunnitteluohjeet . . . . .	131	4.8.2	Tietomallintaminen suunnittelussa . . . . .	287
4.2.2	Sillan mitat ja liikennetila . . . . .	134	4.8.3	Mallien hyödyntämisen haasteet . . . . .	290
4.2.3	Sillan rakenteellisen kokonaistoiminnan suunnittelu . . . . .	139	Kirjallisuutta . . . . .	291	
4.2.4	Sillan laakerointi . . . . .	142	Liite 4.1	Ajoneuvoliikenteen kuormakaavioita . . . . .	296
4.2.5	Siltojen määrä ja kustannusarviot . . . . .	146	Liite 4.2.	Ominaisrasitusten suhde ajoneuvoasetuksen aiheuttamaan . . . . .	299
4.3	Siltojen liikennekuormat . . . . .	149	Liite 4.3	Rautatieliikenteen kuormakaavioita . . . . .	301
4.3.1	Suunnittelukuormien kehitys ajan saatossa . . . . .	149	Liite 4.4	Ominaisrasitusten suhde kaavioon LM71-35 ja LM71-25 . . . . .	304
4.3.2	Tiesiltojen pystysuorat kuormat . . . . .	155	Liite 4.5	Kuormien jakaantuminen putkelle . . . . .	306
4.3.3	Rautatiesiltojen pystysuorat ja pituussuuntaiset kuormat . . . . .	160	<b>5.</b>	<b>Siltojen rakentaminen . . . . .</b>	<b>309</b>
4.3.4	Törmäys- ja suistumis-kuormat . . . . .	166	5.1	Yleistä . . . . .	311
4.4	Alusrakenteen suunnittelu . . . . .	175	5.2	Työmaan perustaminen ja logistiikka . . . . .	311
4.4.1	Perustamistapa . . . . .	175	5.2.1	Rakentamisen valmistelu . . . . .	311
4.4.2	Perustamistavan valinta ja perustuksen suunnittelu . . . . .	177	5.2.2	Työmaaorganisaatio . . . . .	312
4.4.3	Alusrakenteet ja niiden suunnittelu . . . . .	183	5.2.3	Työmaamittaukset . . . . .	312
4.4.4	Paaluperusteisten alusrakenteiden suunnittelu . . . . .	188	5.2.4	Liikennejärjestelyt . . . . .	313
4.5	Päällysrakenteen suunnittelu . . . . .	193	5.2.5	Työmaan logistiikka . . . . .	313
4.5.1	Johdanto . . . . .	193	<b>5.3</b>	<b>Alusrakenteiden rakentaminen . . . . .</b>	<b>314</b>
4.5.2	Kehä- ja putkisillat . . . . .	194	5.3.1	Kaivannot . . . . .	314
4.5.3	Teräsbetoniset laattasillat . . . . .	199	5.3.2	Maanvarainen perustaminen . . . . .	317
4.5.4	Jännitetyt betonisillat . . . . .	204	5.3.3	Perustaminen paaluilla . . . . .	318
4.5.5	Teräs- ja liittorakenteidet sillat . . . . .	215	5.3.4	Erikoisperustukset . . . . .	319
4.5.6	Puusillat . . . . .	230	5.3.5	Maatuet . . . . .	319
4.5.7	Kaari- ja holvisillat . . . . .	234	5.3.6	Välituet . . . . .	320
4.5.8	Vinoköysisillat . . . . .	238	<b>5.4</b>	<b>Betonisiltojen rakentaminen . . . . .</b>	<b>321</b>
4.6	Suunnittelun erityiskysymykset . . . . .	245	5.4.1	Yleistä . . . . .	321
4.6.1	Väsytarkastelut . . . . .	245	5.4.2	Telinetyöt . . . . .	321
4.6.2	Keuyen liikenteet sillan värähtelymitoitus . . . . .	253	5.4.3	Muottityöt . . . . .	325
4.6.3	Rautatiesiltojen erityispiirteet . . . . .	261	5.4.4	Raudoitustyöt . . . . .	326
4.6.4	Avattavien siltojen suunnittelu . . . . .	264	5.4.5	Betonointityöt . . . . .	326
4.6.5	Tuulianalyysit . . . . .	266	5.4.6	Jännittämistyöt . . . . .	327
4.6.6	Kansirakenteet . . . . .	269	5.4.7	Betonielementtisillat . . . . .	328
			<b>5.5</b>	<b>Terässiltojen rakentaminen . . . . .</b>	<b>329</b>
			5.5.1	Yleistä . . . . .	329
			5.5.2	Siltatyypit . . . . .	329



5.5.3	Teräsrakenteiden toteutuksen suunnittelu ja suunnitelmat . . .	331	6.4.2	Tarkastustoiminnan tarkoitus	380
5.5.4	Materiaalit . . . . .	332	6.4.3	Tarkastustoiminnan organisointi . . . . .	381
5.5.5	Konepajavalmistus . . . . .	333	6.4.4	Tarkastustyytit . . . . .	382
5.5.6	Pintakäsittely . . . . .	337	6.4.5	Vedenalaiset tarkastukset . . .	384
5.5.7	Kuljetus . . . . .	340	6.4.6	Tarkastajapätevyudet . . . . .	385
5.5.8	Asentaminen . . . . .	341	6.4.7	Tarkastusohjeet . . . . .	386
5.6	Puusiltojen rakentaminen . . . . .	343	6.5	Tarkastusmenetelmät . . . . .	387
5.7	Teräsputki- ja teräksiset holvisillat . . . . .	344	6.5.1	Yleistä . . . . .	387
5.7.1	Teräsputkisillat . . . . .	344	6.5.2	Ainetta rikkomattomat menetelmät . . . . .	387
5.7.2	Teräksiset holvisillat . . . . .	344	6.5.3	Mittaukset . . . . .	388
5.8	Rautatiesiltojen rakentamisen erityispiirteet . . . . .	344	6.5.4	Erikoistutkimukset . . . . .	389
5.8.1	Rautatieturvallisuus . . . . .	345	6.5.5	Vedenaisten rakenteiden tarkastusmenetelmät . . . . .	390
5.8.2	Rautatiesillan rakentaminen . . .	348	6.6	Siltojen vauriot ja niiden syyt . . .	391
5.9	Vesistösiltojen erityispiirteet . . .	351	6.6.1	Siltojen vaurioluokitus . . . . .	391
5.9.1	Vedenalaiset perustukset . . . . .	351	6.6.2	Siltoihin kohdistuvat rasitukset . . . . .	392
5.9.2	Työsillat . . . . .	352	6.6.3	Betonirakenteiden ominaisvauriot . . . . .	394
5.9.3	Lauttakaluston käyttö . . . . .	353	6.6.4	Teräsrakenteiden ominaisvauriot . . . . .	398
5.10	Eristys- ja päällystystyöt . . . . .	354	6.6.5	Puurakenteiden ominaisvauriot . . . . .	400
5.10.1	Vedeneristystyöt . . . . .	354	6.6.6	Kivirakenteiden ominaisvauriot . . . . .	401
5.10.2	Päällystystyöt . . . . .	358	6.6.7	Siltojen rakenneosien tyypilliset vauriot . . . . .	401
5.11	Siltapaikan viimeistelytyöt . . . . .	359	6.7	Tarkastusten laadunhallinta . . . . .	403
5.12	Siltojen laadunvarmistus . . . . .	360	6.7.1	Yleistä . . . . .	403
5.13	Tietomallin hyödyntäminen rakentamisessa . . . . .	361	6.7.2	Siltojen yleistarkastusten laadunhallinta . . . . .	404
5.13.1	Tietomallin rooli sillanrakennushankkeessa . .	361	6.7.3	Jatkokoulutus ja laadunmittaukset . . . . .	404
5.13.2	Visuaalinen tiedonhallinta . . . . .	362	6.7.4	Toimittajan laadunvarmistusmenettely . .	405
5.13.3	Tekninen työsuunnittelu . . . . .	363	6.8	Siltojen monitorointi . . . . .	405
Kirjallisuutta . . . . .	364	6.8.1	Yleistä . . . . .	405	
<b>6. Siltojen ylläpito . . . . .</b>	<b>367</b>	6.8.2	Monitoroinnin tarpeet ja tavoitteet . . . . .	406	
6.1	Yleistä . . . . .	369	6.8.3	Monitorointiprojekti . . . . .	406
6.1.1	Käsitteitä . . . . .	369	6.8.4	Mittaussuureet ja -anturit . . .	408
6.2	Siltojen ylläpidon periaatteet . . .	369	6.8.5	Koekuormitus . . . . .	410
6.2.1	Ylläpitoa ohjaavat tekijät . . . . .	369	6.8.6	Monitoroinnin suunnittelu . . .	411
6.2.2	Kestävän kehityksen periaatteet . . . . .	370	6.8.7	Tulosten tallennus, analysointi ja raportointi . . . . .	411
6.2.3	Toimintalinjat . . . . .	370	6.9	Siltojen ylläpitomallit . . . . .	412
6.2.4	Käytön rajoitukset ja toiminnalliset puutteet . . . . .	373	6.9.1	Johdanto . . . . .	412
6.2.5	Alueellinen ylläpito . . . . .	374	6.9.2	Tavoitteet ja tarkoitus . . . . .	413
6.2.6	Museoväylät ja - sillat . . . . .	375	6.9.3	Ylläpitomallin käyttötapaukset ja tietosisältö . . . . .	413
6.3	Siltojen toimenpideohjelmointi . .	375	6.10	Siltojen hoito . . . . .	413
6.3.1	Käsitteitä . . . . .	375	6.10.1	Johdanto . . . . .	413
6.3.2	Yleistä toimenpideohjelmoinnista . . .	376	6.10.2	Siltojen hoitoon kuuluvia toimenpiteitä . . . . .	414
6.3.3	Siltojen valinta toimenpideohjelmiin . . . . .	376			
6.3.4	Siltojen hallintajärjestelmät . . .	377			
6.4	Tarkastusjärjestelmä . . . . .	380			
6.4.1	Tarkastustoiminnan päämäärä . . . . .	380			

6.10.3	Siltojen ja siltapaikkojen talvihoito . . . . .	414	7.4.6	Kivirakenteiden korjaaminen . . . . .	462
6.10.4	Sillan vuositarkastus . . . . .	414	7.4.7	Vedeneristys- ja päällystystyöt . . . . .	462
6.10.5	Hoidon puutteista aiheutuneet ongelmat . . . . .	415	7.4.8	Sillan varusteiden ja laitteiden kunnostus . . . . .	464
6.10.6	Työturvallisuus . . . . .	417	7.4.9	Siltapaikan rakenteiden korjaaminen . . . . .	465
6.10.7	Siltojen hoidon vaaratekijöitä . . . . .	418	7.5	Siltojen vahventaminen . . . . .	466
6.11	Ylläpidon erityiskysymyksiä . . . . .	418	7.5.1	Yleistä . . . . .	466
6.11.1	Laakerit . . . . .	418	7.5.2	Vahventamisen syyt . . . . .	467
6.11.2	Liikuntasamat . . . . .	419	7.5.3	Vahventamisen yleisiä periaatteita . . . . .	467
6.11.3	Avattavat sillat . . . . .	421	7.5.4	Betonirakenteiden vahventaminen . . . . .	468
6.11.4	Köysisillat . . . . .	423	7.5.5	Teräsrakenteiden vahventaminen . . . . .	475
6.12	Rautatiesiltojen ylläpito . . . . .	425	7.5.6	Puurakenteiden vahventaminen . . . . .	476
6.12.1	Yleistä . . . . .	425	7.5.7	Kivirakenteiden vahventaminen . . . . .	477
6.12.2	Rautatiesiltojen ylläpidon osatehtävät . . . . .	425	7.6	Vahventamisen tavoitekuorman määrittäminen . . . . .	478
6.12.3	Rautatiesiltojen kuormitus . . . . .	428	7.6.1	Yleistä . . . . .	478
6.12.4	Rautatiesiltojen korjaus- ja muutostarpeet . . . . .	428	7.6.2	Kantavuuden tavoitetasot . . . . .	478
6.13	Olemassa olevien siltojen kantavuuden arviointi . . . . .	430	7.6.3	Painorajoitustarkastelut . . . . .	479
6.13.1	Yleistä . . . . .	430	7.6.4	Kantavuuden määrittely . . . . .	479
6.13.2	Painorajoituksen asettaminen . . . . .	432	7.7	Korjaustyön laadunvarmistus . . . . .	481
6.13.3	Tehostettu tarkkailu . . . . .	434	7.7.1	Yleistä . . . . .	481
6.13.4	Erikoiskuljetuslupaprosessi . . . . .	434	7.7.2	Laadunvarmistuksen tavoitteet ja sisältö . . . . .	481
	Kirjallisuutta . . . . .	435	7.7.3	Pätevyudet . . . . .	481
<b>7.</b>	<b>Siltojen korjaus ja vahventaminen . . . . .</b>	<b>439</b>	7.7.4	Valmistelevat työt ja ennakkokokeet . . . . .	481
7.1	Yleistä . . . . .	441	7.7.5	Työnaikaiset kokeet ja valvonta . . . . .	482
7.1.1	Johdanto . . . . .	441	7.7.6	Vaatimuksenmukaisuuden ehdot ja kelpoisuus . . . . .	482
7.1.2	Siltojen korjaustoimenpiteet . . . . .	442	7.7.7	Laaturaportti . . . . .	482
7.1.3	Korjausten tarpeet . . . . .	443	7.8	Korjaustyön rakennuttaminen . . . . .	483
7.1.4	Erikoistarkastukset . . . . .	443	7.8.1	Yleistä . . . . .	483
7.2	Korjaustyyppit ja menetelmät . . . . .	444	7.8.2	Suunnitellut korjaustyöt . . . . .	483
7.2.1	Yksittäisten vaurioiden korjaus . . . . .	444	7.8.3	Äkilliset korjaustyöt . . . . .	483
7.2.2	Peruskorjaus . . . . .	444	7.8.4	Urakkamuodot . . . . .	484
7.2.3	Rakenneosan uusiminen . . . . .	448	7.8.5	Korjaustyön valvonta . . . . .	484
7.2.4	Rakenteellisen toiminnan muuttaminen . . . . .	448	7.8.6	Muutosten hallinta . . . . .	484
7.3	Korjaussuunnittelu . . . . .	449	7.9	Korjaustyön turvallisuus . . . . .	484
7.3.1	Yleistä . . . . .	449	7.9.1	Yleistä . . . . .	484
7.3.2	Geotekninen arviointi . . . . .	449	7.9.2	Työturvallisuus . . . . .	486
7.3.3	Korjaussuunnitelma . . . . .	450	7.9.3	Liikenneturvallisuus . . . . .	488
7.3.4	Suunnittelijan pätevyudet . . . . .	451	7.10	Korjauskustannukset . . . . .	489
7.3.5	Suunnitelma-asiakirjat ja suunnitelman sisältö . . . . .	451	7.10.1	Elinkaarikustannukset . . . . .	490
7.4	Korjaustyön toteuttaminen . . . . .	453	7.10.2	Yksikkökustannukset . . . . .	491
7.4.1	Yleistä . . . . .	453	7.11	Siltojen purkaminen . . . . .	492
7.4.2	Korjaustyön valmistelu . . . . .	453	7.11.1	Yleistä . . . . .	492
7.4.3	Betonirakenteiden korjaaminen . . . . .	454	7.11.2	Purkusuunnitelmat . . . . .	492
7.4.4	Teräsrakenteiden korjaaminen . . . . .	459			
7.4.5	Puurakenteiden korjaaminen . . . . .	461			

7.11.3	Betonirakenteiden purkumenetelmät . . . . .	492
7.11.4	Teräsrakenteiden purkumenetelmät . . . . .	494
7.11.5	Puurakenteiden purkumenetelmät . . . . .	495
7.11.6	Ympäristönsuojelu purkutöissä . . . . .	495
	Kirjallisuutta . . . . .	498
LIITTEET . . . . .		501
	Liite 1. Siltojen tyyppinimikkeet . . . . .	501
	Kuvaluettelo . . . . .	509

