

Kalle Mulari

Sillankorjausurakoiden mittaukset

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Maanmittaustekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

25.4.3.2013

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Kalle Mulari Sillankorjausurakoiden mittaukset 24 sivua + 1 liite 25.4.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	maanmittaustekniikka
Ohjaajat	lehtori Reijo Aalto työpäällikkö Jani Laru
<p>Suuri osa Suomen teräsbetonisilloista on peruskorjauksen tarpeessa lähivuosina. Lemminkäinen Infra Oy on yksi suurimmista sillankorjauksia tekevistä yrityksistä Suomessa.</p> <p>Mittaustyöt ovat yksi merkittävä osa korjaustöiden kokonaisuutta, sillä mittauksilla ohjataan rakennustöitä, todennetaan urakan laatuvaatimuksien täyttymistä ja mitausten avulla pystytään laskemaan korjauksissa käytettyjen massojen määriä.</p> <p>Aiempien Lemminkäinen Infra Oy:n sillankorjausurakoiden mitaustyöt ovat olleet osittain puutteellisia, ja tämä on aiheuttanut ongelmia mm. urakoiden kustannuslaskennassa. Tämän insinöörityön tarkoituksena on perehtyä Lemminkäinen Infra Oy:n sillankorjausurakoissa tehtäviin mitaustöihin sekä luoda ohjeistus mitaustöiden tekoon, jotta mittaukset olisivat jatkossa riittävän kattavia ja ongelmilta vältyttäisiin. Samalla insinöörityössä selostetaan sillankorjausten yleisiä laatuvaatimuksia sekä määrälaskennan yleisiä peruseriaatteita. Mittaajan on syytä ymmärtää nämä asiat osatakseen suorittaa mitaustyöt tarkoitukseen mukaisesti.</p>	
Avainsanat	sillankorjaukset, muotoiluvalu, mitaustyöohje

Author(s) Title	Kalle Mulari Measurements of Bridge Repairs
Number of Pages Date	24 pages + 1 appendix 25 April 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Land Surveying
Instructor(s)	Reijo Aalto, Senior Lecturer Jani Laru, Project Manager
<p>This final year project deals with measuring of bridge repairs. The client of this study was Lemminkäinen Infra Oy. Lemminkäinen Infra is one of the biggest companies in Finland which repairs bridges. The majority of bridges in Finland will have to be repaired in the next 30 years.</p> <p>Measuring is one noticeable part of the repairing work. Measuring for example indicates the accurate position of new constructions. Measuring also helps the contractor demonstrate the quality specifications to the client. The dimension calculation is also based on the measuring data.</p> <p>The methods used in the project included finding information from different sources about any measuring problems in bridge repairs and developing a solution to those problems. There have been shortages of important measuring data at bridge repair work sites of Lemminkäinen Infra during recent years. The purpose of the project was to create instructions for measuring work in bridge repairs. The instruction also includes some explanations about the reasons why the measuring work has to be done.</p>	
Keywords	bridge repairs, measuring

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Tavoitteet	1
1.2	Taustaa	2
1.3	Lemminkäinen Infra Oy	2
2	Yleistä sillankorjauksista	4
2.1	Suomen siltojen nykytilanne	4
2.2	Betonisillan vauriot	5
2.3	Purkutyöt	5
2.4	Muotoiluvalu	6
3	Siltatyypit	7
3.1	Yleistä	7
3.2	Laattasilta	7
3.3	Palkkisilta	8
3.4	Laattakehäsilta	10
4	Laatuvaatimukset	10
4.1	Yleistä	10
4.2	Silko-ohje	11
4.3	InfraRYL	11
4.4	Sillankorjaamisen laaturaportti	11
4.5	Poikkeamaraportit	13
4.6	Mittauspöytäkirja	13
5	Määrälaskenta	14

5.1	Määrälaskennan yleiset periaatteet	14
5.2	Maastomalliin perustuva määrälaskenta	14
5.3	Määrälaskenta sillankorjausurakoissa.	16
6	Mittaustyöt	17
6.1	Mittaussuunnitelma	17
6.2	Runkomittaus	17
6.3	Sillan kartoitus	18
6.3.1	Kartoitus ennen purkutöitä	18
6.3.2	Uusien rakenteiden kartoitus	20
6.4	Koodaus	20
6.5	Paikalleenmittaukset ja toleranssit	21
6.6	Mittausten laadunvarmistus	21
6.7	Mittauskalusto	22
7	Yhteenvedo	23
	Lähteet	1
	Liitteet	
	Liite 1. Haastattelut	

1 Johdanto

1.1 Tavoitteet

Insinööriyön aiheena on sillankorjausurakoiden mittaukset. Työn toimeksiantajana on Lemminkäinen Infra Oy.

Työn tavoitteena on luoda ohjeistus sillankorjausurakoiden mittauksia varten. Näin pyritään saavuttamaan mahdollisimman yhtenäinen toimintamalli kaikkiin Lemminkäinen Infra Oy:n sillankorjausurakoiden mittaustöihin.

Lemminkäinen Infra Oy:n aiempien urakoiden aikana on havaittu puutteita eri mittaajien ja työnjohtajien näkemyksissä siitä, mitä täytyy mitata korjattavista silloista. Yhtenäisen toimintamallin saavuttamisella varmistetaan, että kaikki vaadittavat mittaustyöt varmasti suoritetaan, mittaajasta riippumatta. Näin myös varmistetaan mittausten laadun sekä luotettavuuden yhtenäisyys.

Mittaustöiden merkitys jälkilaskennan ja kustannushallinnan kannalta on hyvin suuri. Mittausten puutteellisuus saattaa vaikuttaa negatiivisesti urakan kannattavuuteen. Urakoitsija laatii tilaajalle laaturaportin osoittaakseen, että korjaustyöt ovat vaatimusten mukaisia. Mittaustulokset ovat oleellinen osa myös sillan laaturaporttia. Työssä tutkitaan siltojen korjaamiseen asetettuja laatuvaatimuksia. Vaatimukset luovat tarpeen suurelle osalle mittaustyöstä.

Työssä on paneuduttu aiempien urakoiden mittausten puutteisiin sekä luotu ohjeistus niiden korjaamiseksi. Lisäksi työssä on perehdytty siltojen laatuvaatimuksiin sekä määrälaskennan keskeisiin periaatteisiin. Kirjallisia lähteitä työssäni on mm. InfraRYL, Silko-ohje sekä useita tiehallinnon sekä liikenneviraston julkaisemia ohjeita, jotka liittyvät siltojen korjaus- ja rakennustöihin. Työni lähteinä ovat lisäksi olleet Lemminkäinen Infra Oy:n työpäällikkö Jani Laru sekä mittaustyönjohtaja Timo Kuosa. Jani Laru vastaa Lemminkäinen Infra Oy:n Etelä-Suomen sillankorjausurakoista ja hän toimii myös insinööriyöni ohjaajana. Timo Kuosa on Lemminkäinen Infra Oy:n mittaustyönjohtaja. Hän on suorittanut mittauksia sillankorjaustyömailla ja on kokemuksensa ansiosta sopiva tietolähde insinööriyöhöni.

Insinööri työ keskittyy erityisesti betonisillan päällysrakenteiden purettavien osien, kuten kansilaatan ja reunapalkkien, korjaamiseen sekä niihin liittyviin mittauksiin. Näiden rakenteiden mittauksissa on Lemminkäinen Infra Oy:ssä aiemmin havaittu puutteita.

1.2 Taustaa

Sillankorjausurakoiden mittauksia suoritetaan osittain Lemminkäisen omana työnä. Urakoiden määrästä riippuen mittauksissa käytetään myös aliurakoitsijoita. Tällä hetkellä mittausten kattavuus on mittaajan sekä työmaapäälliköiden kokemuksen varassa. Jos mittaaja ei ole tietoinen mittaustietojen merkityksestä kustannuslaskennassa, saattaa tärkeitä kartoitustietoja jäädä puuttumaan. Tällöin työmaalla suoritetaan vain ne mittaukset, jotka ovat rakennusteknisistä syistä tai laatuvaatimusten kannalta merkittäviä. Lemminkäinen Infra Oy on suorittanut korjaustöitä vuodesta 2009 eteenpäin 20:ssä eri siltakohteessa, ja kaikkien kohteiden mittauksissa on havaittu jonkinasteisia puutteita. Osa puutteista on voitu korjata kartoittamalla kohteet jälkikäteen uudestaan, mutta jos kartoitettava kohde jää uuden valun alle, ei kartoitusta voi suorittaa jälkikäteen.

Työpäällikkö Jani Larun mukaan puutteelliset kartoitustiedot ovat aiheuttaneet ongelmia urakoiden määrä- ja kustannuslaskennassa. Esimerkiksi purettujen kansirakenteiden kartoituksia on jäänyt kokonaan tekemättä sekä sillan pinnoista on mitattu vain nurkkapisteitä, jolloin pinnan muodot ovat jääneet arvoitukseksi. [6]

1.3 Lemminkäinen Infra Oy

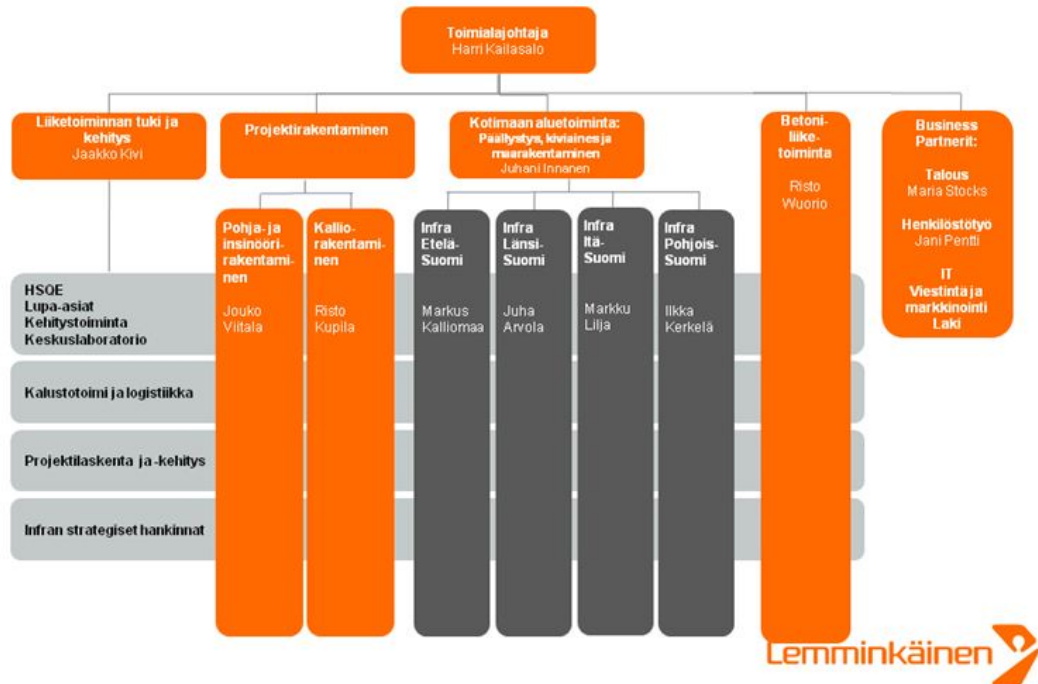
Lemminkäinen on Suomen suurin ja kansainvälinen infra-alan yritys ja merkittävä toimija päämarkkina-alueellaan Itämeren ympäristössä. Lemminkäinen Infra tytäryhtiöineen toimii Suomen lisäksi Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa, Venäjällä, Virossa, Latviassa ja Liettuaassa. Kansainvälisen liiketoiminnan osuus on noin puolet yhtiön liikevaihdosta.

Lemminkäinen Infra Oy:n toiminta jakautuu seuraavasti:

- Päällystys: asfaltointi ja maarakennus
- Kiviainestoiminta
- Kalliorakentaminen

- Maa- ja väylärakentaminen
- Pohja- ja insinöörirakentaminen.

Toimintaan kuuluu myös tie-, katu- ja rataverkoston rakentaminen ja ylläpito. Lemminkäinen Infra Oy:n organisaatorakenne on esitetty kuvassa 1.



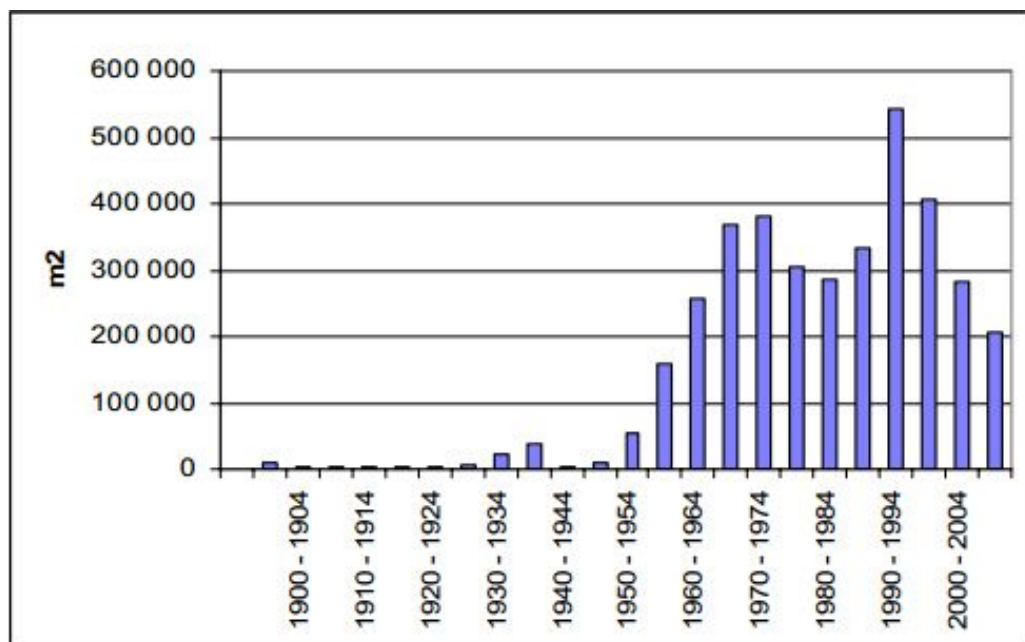
Kuva 1. Infrarakentamisen toimialan organisaatio [11].

Mittaushenkilöstö toimii kukin oman yksikkönsä alaisuudessa, eikä varsinaista mittausosastoa ole erikseen olemassa. Mittaaja Lemminkäinen Infralla Oy:llä on tällä hetkellä mittauspäällikön lisäksi kahdeksan. Mittauspäällikkö vastaa mittauskalustosta, mittausresursseista sekä mittaus toiminnan kehittämisestä.

2 Yleistä sillankorjauksista

2.1 Suomen siltojen nykytilanne

Suurin osa Suomen silloista on rakennettu 1950-luvulla tai myöhemmin, yli kolmasosa 1960- ja 1970-luvuilla. Teräsbetonisiltojen ensimmäinen peruskorjaus on tarpeen noin 30–40 vuoden kuluttua sillan valmistumisesta. Tämä tarkoittaa, että siltojen korjaustarve on nyt ja lähivuosina suurimmillaan. Noin vuonna 2025 siltojen korjaustarve alkaa lisääntyä uudelleen, sillä 1990-luvulla rakennetut suuret siltamäärät tulevat peruskorjausikäkään. Lisäksi peruskorjauksierto alkaa vanhempien siltojen osalta uudelleen. Suomen siltojen ikäjakaumaa on esitetty kuvassa 2. [10, s. 14–15.]



Kuva 2. Siltojen ikäjakauma 1.1.2009 pinta-alan perusteella [10, s. 15].

Siltojen kuntoa seurataan noin viiden vuoden välein tehtävillä yleistarkastuksilla, jotka on ohjeistettu erittäin yksityiskohtaisesti. Siltarekisteriin kirjataan sillan vauriot, pääraKENNEOSIEN kuntoarviot ja sillan yleiskuntoarvio. Siltojen korjaustarve ei siis määräydy suoraan iän mukaan, vaan siltojen kuntoa tarkkaillaan säännöllisesti. Tarkkailussa havaittujen vaurioiden perusteella silloilla määritellään mahdollinen korjaustarve. [10, s. 16.]

2.2 Betonisillan vauriot

Betonisillan tyypillisiä pintavaurioita ovat kulumisen ja pakkasvauriot. Pakkasvaurioita ovat mm. säröily, lohkeilu ja rapautuminen. Pintavaurioita esiintyy useimmiten kohdissa, joihin jään sulatukseen käytetty suola pääsee vaikuttamaan, kuten reunapalkeissa ja risteys silltojen välituissa. Pintavaurioita esiintyy myös tyypillisesti vedenpinnan vaikutusalueella.

Betonipinnat kuluvat liikenteen, virtaavan veden ja jään vaikutuksesta. Betonin pinta kuluu siten, että sementtikivi irtoaa ja luonnonkivi jää pintaan. Kun kulumisen jatkuu, sideaine irtoaa yhä syvemmältä, jolloin kiviaineskin alkaa vähitellen irrota.

Kun vesi jäätyy betonin huokosissa, syntyy pakkasvaurioita, sillä vesi laajenee jäätyessään. Lumen ja jään sulatukseen käytettävät natrium- ja kalsiumkloridi pahentavat oleellisesti pakkasvaurioita. Betoni on sitä herkempää vaurioitumaan, mitä nuorempaa se on.

Päällysrakenteeseen kohdistuva rasitus on tyypillisesti taivutus-, leikkaus-, vääntö-, isku- ja kulutusrasituksia. Joskus vauriot aiheuttavat myös veto- tai puristusrasituksia. Kun päällysrakenteen kapasiteetti ylittyy, tämä näkyy yleensä aluksi taipumana, joka myöhemmin johtaa suureneviin halkeamiin tai murtumiin. [2, s. 64–65.]

2.3 Purkutyöt

Betonirakenteiden purkuun on olemassa useita erilaisia menetelmiä. Menetelmälle asetettavat vaatimukset määräytyvät suurelta osin paikalleen jäävän rakenteen perusteella. Purkumenetelmä tulee valita siten, että paikalleen jäävä pinta täyttää korjausmenetelmän asettamat vaatimukset. Erilaisten purkamismenetelmien soveltuvuutta esitetään taulukossa 1. [1, s. 7.]

Taulukko 1. Purkamis- ja puhdistusmenetelmien käyttökohteet. [1, s. 8].

TYÖMENETELMÄ KÄYTTÖKOHDE	KÄYTTÖKOHDE																	
	Piikkaus käsityövälineillä	Koneellinen piikkaus	Vesipiikkaus	Iskuporaus	Lieriöporaus	Timanttisahaus	Sulatusleikkaus	Puristusruskaus	Koneellinen halkaisu	Halkaisu paisunta-aimella	Hallittu räjäytys	Irrutus kaivinkoneella	Urairsintä	Tasojrsintä	Suihkupuhdistus	Liekkiharjaus	Suurpainepesu	Imurointi
Betonirakenteet																		
Purkaminen																		
– reunapalkki		●	●					●	○	○	○							
– kansilaatan yläpinta		●	●												●			
– alusrakenteiden pinnat		●	○															
– kansilaatan alapinta		●	○															
Läpiviennit				○	●			○										
Ankkuroinnit				●	○													
Rajaukset						●							○					
Tartuntapinnan viimeistely	●															●	○	●
Pintarakenteet																		
Purkaminen																		
– päällyste ja suojabetoni		●	●									●			●			
– vedeneristys						●								●				
Saumaus																		
Jyrsiminen															●			
Vedenalaiset rakenteet																		
Purkaminen		○	●	●				○										
Leikkaus					●	●												

Sopii hyvin ●
Voidaan käyttää ○

Purkamismenetelmät eroavat tartuntapintaan syntyvien halkeamien määrässä sekä laadussa. Paras tartuntapinta pystytään saavuttamaan vesipiikkauksella. Vesipiikkauksessa huono betoni piikataan pois siten, että luja betoni jää jäljelle. Vesipiikattu pinta on myös erinomainen alusta uudelle valulle tai ruiskutukselle. Vesipiikkausta voidaan tehdä kahdella eri menetelmällä. Yhdessä työ tehdään ajoneuvoon kiinnitettävällä pyörivällä suittimella. Tämä menetelmä sopii erityisesti laajojen pintojen käsittelyyn. Toisessa menetelmässä puolestaan työ tehdään käsin ohjattavalla tai telineeseen kiinnitetyllä ruiskutuspuistolilla. Tämä menetelmä sopii erityisesti päällysrakenteen alapuolisten pintojen käsittelyyn. [1, s. 17.]

2.4 Muotoiluvälu

Kansilaatan yläpintaa korjataan muotoiluvälulla usein vedeneristyskorjausten yhteydessä, jolloin vaurioitunut betoni joudutaan poistamaan ja korvaamaan uudella. Muotoi-

luvalun tartuntaan vaikuttaa alustan kunto, käsittely purkamistyön aikana sekä alustan puhtaus ennen valua.

Muotoiluvalujen paksuus vaihtelee 20 mm:stä yli 100 mm:iin. Muotoiluvalujen pinta-ala voi vaihdella pienialaisista paikkauksista aina koko sillan kannen alaan. Vedeneristys korjausten yhteydessä pinta-ala on yleensä koko sillan kansilaatan ala.

Keskeisiä ongelmia muotoiluvaluissa ovat valun irtoaminen alustastaan ja halkeilu. Sillan aiemmin valettu kansilaatta muodostaa muotoiluvalulle alustan, jonka yläpinnasta huonokuntoinen betoni on poistettu. Tartunnan ja halkeilun kannalta ongelman muodostavat alustan ja valun erilaiset muodonmuutokset ja jäykkyydet. Vanha kansilaatta on kuivunut ja kutistunut, joten se aiheuttaa jäykän esteen muotoiluvalun muodonmuutoksille. Tällöin muotoiluvaluun voi syntyä halkeamia, tai se voi irrota alustastaan. [3, s. 7.]

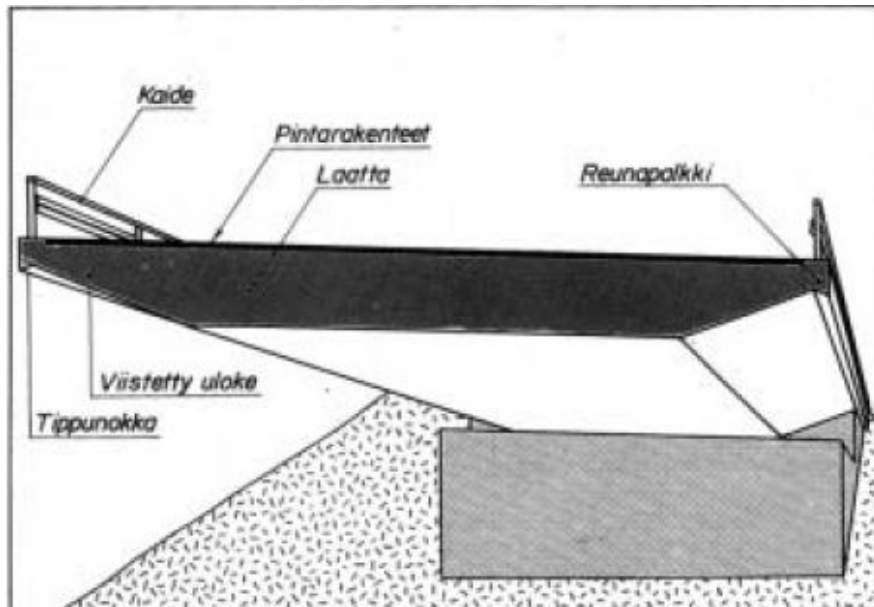
3 Siltatyypit

3.1 Yleistä

Tyypillisimmät betonisillat Suomessa ovat laattasiltoja, palkkisilloja sekä kehäsiltoja. Siltatyypin valintaan vaikuttaa mm. haluttu jänneväli, maaston laatu, haluttu alikulkukorkeus ja kuormitus. Sillan perusvaatimus on, että sen on kestävä oma painonsa sekä sen ylittävä kuorma. Lisäksi siltaan kohdistuu myös useita kuormittavia voimia, kuten tuuli, virtaavan veden aiheuttama voima, jäiden paine, liikenteen aiheuttamat pituussuuntaiset sysäykset, lämpölaajeneminen ja perustusten liikkuminen. Yleisten teiden silloista yli 60 % on teräsbetonirakenteisia. [2, s. 20]

3.2 Laattasilta

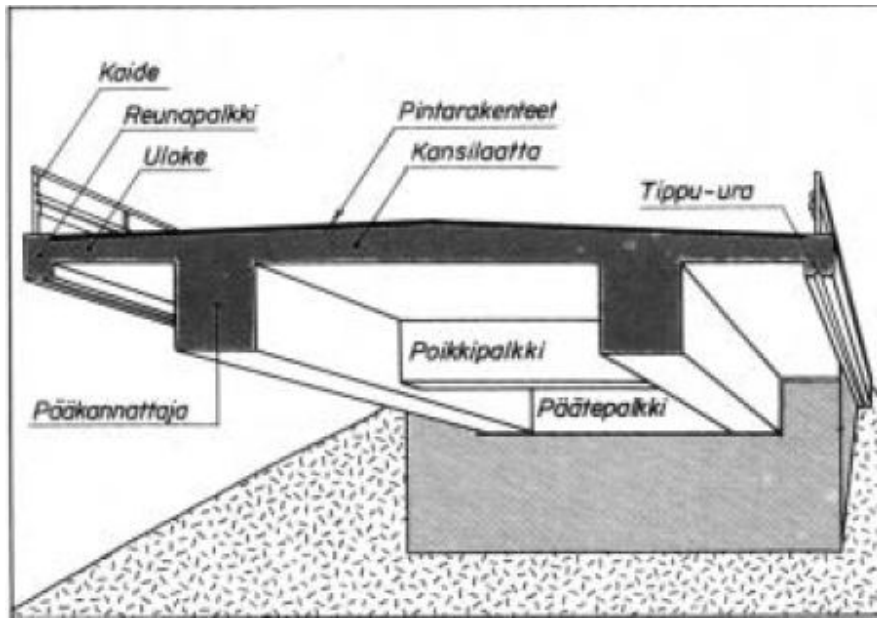
Laattasilloissa sillan kansi toimii kantavana rakenneosana. Yksinkertaisimmillaan lyhyt laattasilta voi olla maatukien väliin rakennettu laatta, mutta yleensä laattasilloissa on myös välitukia. Laattasilta on esitetty kuvassa 3.



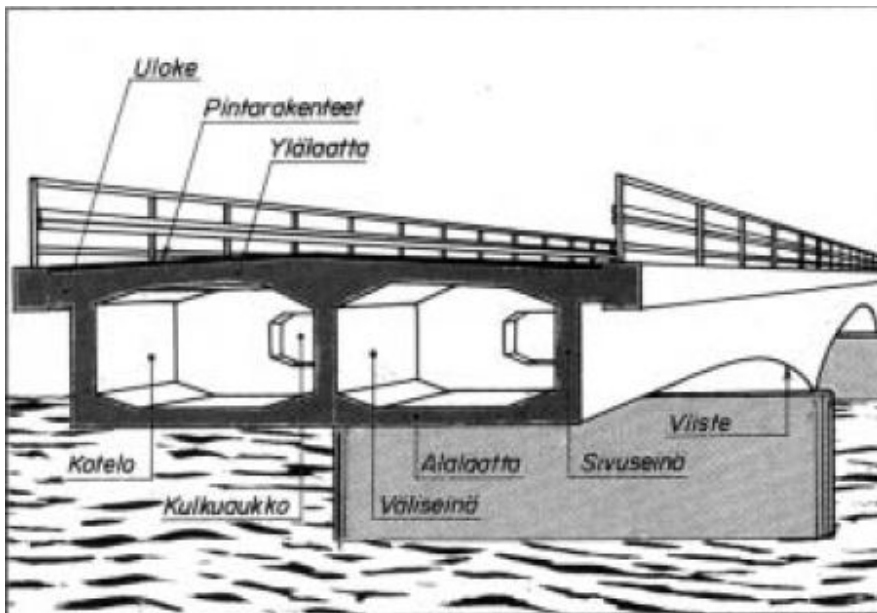
Kuva 3. Teräsbetoninen laattasilta [2, s. 26].

3.3 Palkkisiilta

Palkkisiilta muistuttaa laattasiltaa, mutta palkkisiillan kansi rakennetaan kantavana rakenneosana toimivien pitkittäisten palkkien varaan. Palkit voivat olla umpinaisia, mutta pitkät sillat tehdään usein kotelopalkkisiilloina, joiden palkit ovat onttoja. Kotelopalkkien käyttö on hyvä kompromissi sillan keveyden ja rakenteen taivutus- ja vääntöjäykkyyden välillä. Palkkisiilta sekä kotelopalkkisiilta on esitetty kuvissa 4 ja 5.



Kuva 4. Teräsbetoninen palkkisilta [2, s. 26.]



Kuva 5. Teräsbetoninen kotelopalkkisilta [2, s. 26.]

3.4 Laattakehäsilta

Laattakehäsilloissa kansirakenne ja välituet on kiinnitetty toisiinsa jäykästi. Laattakehäsilat ovat yleisiä alikulkukäytävätyyppejä. Tyypillinen laattakehäsilta on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Laattakehäsilta [2, s. 20].

4 Laatuvaatimukset

4.1 Yleistä

Tilaja määrittelee urakoitsijalle laatuvaatimukset sopimusasiakirjoissa. Urakoitsijan tulee noudattaa vaatimuksia sekä osoittaa tilaajalle niiden täytyminen. Yleensä vaatimukset perustuvat InfraRyl:n infrarakentamisen yleisiin laatuvaatimuksiin sekä Liikenneviraston laatimaan Silko-ohjeeseen. Sillan kokoon sekä muotoon liittyvien vaatimusten täytyminen varmistetaan sekä todennetaan kartoitusmittauksin.

4.2 Silko-ohje

Silko-ohjeen tarkoitus on kehittää korjausrakentamista sekä parantaa rakenteiden säilyvyyttä. Silko-ohje määrittelee siltojen korjaustoimien laatutavoitteita, laatuvaatimuksia sekä ohjaa korjaustoimia eurooppalaisten standardien mukaisiksi. Lisäksi Silko-ohjeella pyritään varmistamaan työturvallisuus sekä ympäristön huomioon ottaminen sillankorjaustyömailla. [1]

4.3 InfraRYL

InfraRYL [4] on kuvaus infrarakentamisen yleisistä laatuvaatimuksista. Se on infra-alan yhdessä laatima, ja se määrittää työn lopputuloksen rakennusteknisen laadun. Rakennuslalla omaksutun tavan mukaan tilaajan tarvitsee vain viitata sopimusasiakirjoissa RYLin yksilöityyn kohtaan saadakseen sen määitykset voimaan hankkeessa.

4.4 Sillankorjaamisen laaturaportti

Urakoitsijalla on velvollisuus osoittaa tilaajalle tekemänsä sillan rakennus- ja korjaustyön vaatimustenmukaisuus. Sen takia urakoitsija laatii jokaisesta siltatyöstä laaturaportin. Laaturaportin on tarkoitus palvella sillan tulevaa hoitoa, ylläpitoa ja käyttöä. Laaturaportista tulee käydä ilmi sillan sijainti ja päämitat, tiedot käytetyistä materiaaleista, varusteista ja laitteista, yhteenveto siitä, täyttääkö siltatyö, sen osat ja käytetyt rakennusaineet niille asetetut vaatimukset, sekä rakenteisiin mahdollisesti jääneet poikkeavuudet. Mikäli sillan sijainti ja päämitat ei muutu, ei niitä tarvitse mainita korjaustöiden laaturaportissa.

Sillan laaturaportti koostuu kahdesta eri osasta. Osaan 1 liitetään kaikkien piiloon jäävien ja laadun kannalta tärkeiden rakenteiden ja työvaiheiden digitaalisia valokuvia. Esimerkkinä on kuva 7, josta nähdään valettavan reunapalkin suojaetäisyys.



Kuva 7. Reunapalkin suojaetäisyys.

Lisäksi osaan 1 liitetään osa vaatimustenmukaisuuskokeiden tuloksista, kuten päämittojen ja sillan muodon mittaustulokset, sekä seuraavat materiaalitodistukset, mittaustulokset ja olosuheraportit:

- Betonin suhteitustiedot
- Teräksen materiaalitodistukset (1 kpl teräslaataa kohti)
- Betonin ja teräksen pinnoitteiden olosuheraportit sekä kalvonpaksuusmittausten ja tartuntavetokokeiden tulokset
- Eristystyön olosuheraportit ja tartuntavetokokeiden tulokset
- Korjattavien rakenteiden laboratoriotutkimusraportit.

Laaturaportin 2. osaan kootaan urakoitsijan laatimat työvaiheidenlaatusuunnitelmat ja pysyviä rakenteita koskevat tärkeimmät tekniset työsuunnitelmat, vaatimustenmukai-

suuskokeiden pöytäkirjat ja laboratoriotutkimus-, mittaus- ja tarkastusraportit sekä työmaapäiväkirja. Laaturaportin osa 2 luovutetaan tilaajalle samaan aikaan sillan laaturaportin osan 1 kanssa. Pienten sillankorjaustöiden laaturaportit voidaan liittää tarvittaessa yhteen raporttiin. [8, s. 9–10.]

4.5 Poikkeamaraportit

Poikkeamaraportti tulee laatia kaikista rakenteeseen jäävistä ja korjaustoimenpiteitä vaativista poikkeamista. Lisäksi poikkeamaraportti laaditaan kaikista toiminnallisista poikkeamista. Raportissa on mainittava erikseen, jos poikkeama ylittää hylkäysrajan ja mitä toimenpiteitä siitä aiheutuu. Kaikista poikkeamaraporteista laaditaan luettelo, joka liitetään laatuyltöenvetöön, ja kaikki poikkeamaraportit liitetään kyseisen rakenneosan tai työvaiheen yhteenvetöön. Poikkeaman korjaamiseksi laadittu korjaussuunnitelma lisätään poikkeamaraportin jälkeen.

Mittaus- ja tarkastuspöytäkirjat laaditaan siten, että niistä erottuvat selvästi kaikki mittaus- tai tarkastustulokset, jotka eivät täytä asetettuja laatuvaatimuksia.

Jos laadituista työ- ja laatusuunnitelmista poiketaan työn aikana, täytyy asiasta laatia poikkeamaraportti, jossa korvaava työmenetelmä, materiaali tai tuote selvästi todetaan ja asiasta tulee mainita myös rakenneosa- tai työvaihekohtaisessa yhteenvedossa.

Poikkeaman sisältävän rakenneosan tai työvaiheen korjaustyön jälkeen tehdään uusintatarkastus, jonka raportti liitetään aiemmin tehdyn raportin yhteyteen. [8, s. 12–13.]

4.6 Mittauspöytäkirja

Mittauspöytäkirja laaditaan laaturaportin liitteeksi kaikista niistä mittaustuloksista, joita tilaaja vaatii ja joilla osoitetaan vaadittujen vaatimusten esim. ajoradan leveyden toteutuma. Mittauspöytäkirjat voidaan tallentaa esim. PDF-muotoon, mutta mittaustulokset tulee säilyttää myös digitaalisessa formaatissa mahdollista myöhempää tarkastelua varten. Mittauspöytäkirjasta täytyy käydä ilmi projektin nimi, mittauskohteen tarkka sijainti ja rakenne, päivämäärä, mittaaja sekä mittaustulokset.

5 Määrälaskenta

5.1 Määrälaskennan yleiset periaatteet

Määrälaskenta on luonteeltaan arviointia, siksi se eroaa monista muista geodeettisen laskennan osa-alueista. Määrälaskennan luonne johtuu laskettavien massojen mallintamisen ongelmista sekä laskentamenetelmien ominaisuuksista. Määrälaskennassa yhdistetään usein mittaus- ja suunnitelmatietoja. Mittaustiedot ovat maanpinnan korkeuksia joko hajapisteinä, säännöllisen ruutuverkon pisteinä, korkeuskäyrinä tai pystysuorina poikkileikkauksina. Hajapisteinä tai säännöllisen ruutuverkon pisteinä mitausta korkeuksista voidaan muodostaa maastomalli. Näin toimitaan usein tietotekniikkaan perustuvassa määrälaskennassa. Suunnitelmatiedot ovat käytännössä samanlaisia kuin maastotiedot, mutta ne yleensä rajaavat laskettavan tilavuuden matemaattisina pintoina. [9, s. 104–105.]

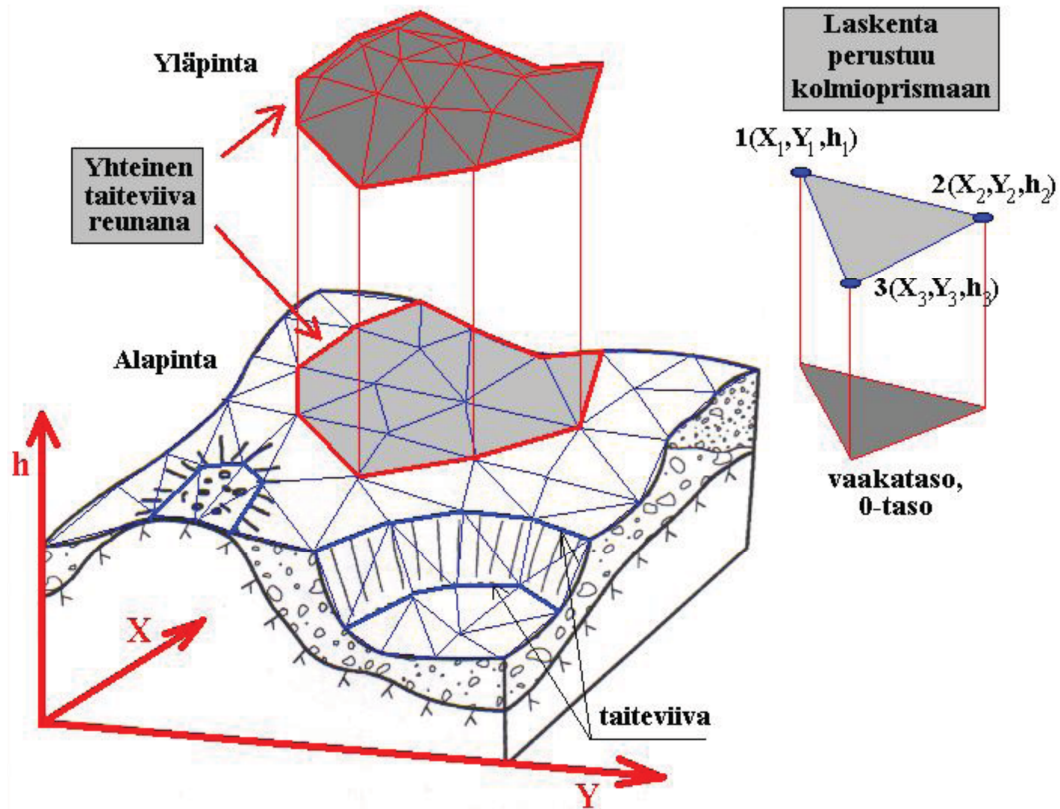
Määrälaskentaan liittyy monenlaisia ongelmia. Esimerkiksi laskettavien massojen muoto kuvataan vain tietyissä kohdissa. Lisäksi massat eivät muodosta täsmällisiä matemaattisia kappaleita, eikä niille ole olemassa tarkkoja tilavuuskaavoja. Tämä koskee erityisesti maastopintojen määrittämiä massoja. Määrälaskennassa joudutaankin käyttämään erilaisia laskentakaavoja sekä -menetelmiä, jotka antavat toisistaan jossain määrin poikkeavia tuloksia. Laskijan tulee osata valita kohteeseen sopiva laskentamenetelmä. [9, s. 105.]

5.2 Maastomalliin perustuva määrälaskenta

Maastomalliin perustuva määrälaskenta on mielestäni parhaiten sillankorjausurakoiden määrälaskentaan sopiva laskentamenetelmä. Tietokoneella tehtävä määrälaskenta perustuu maastomalliin tai siitä johdettujen poikkileikkausten tai säännöllisten ruutuverkkojen kautta. Poikkileikkauksiin perustuvien menetelmien käyttö voi olla perusteltua niiden havainnollisuuden vuoksi ja rakentamissuunnitelmien kuvaustapoihin liittyvistä syistä. Lisäksi voi olla hyvä käyttää useita eri laskentatapoja tulosten vertailemiseksi ja niiden oikeellisuuden varmistamiseksi. [9, s. 115–116.]

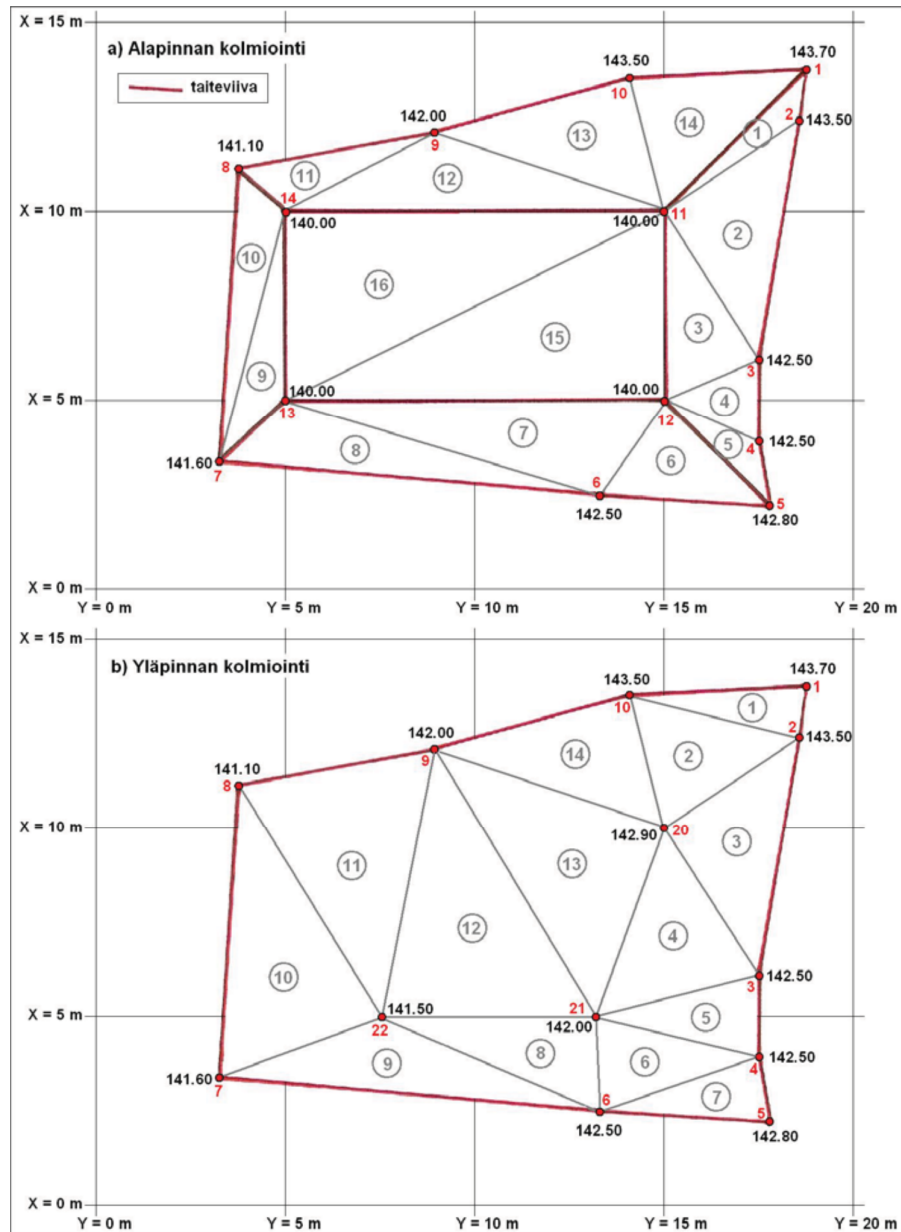
Hajapisteinä mitattu kolmioverkko toimii maastomallin lähtökohtana. Kolmioverkkoon perustuen laskettava tilavuus voidaan jakaa kolmioprismoihin. Kuvassa 8 on esitetty

maastomalliin perustuvan määrälaskennan periaate. Kuvan maanpinnalla sekä lasketavalla massalla on yhteiset taiteviivat reunaviivoina, ja massan ylä- ja alapinnat on mallinnettu erikseen. [9, s. 116.]



Kuva 8. Maastomalliin perustuvan tilavuuslaskennan periaate [9, s. 116].

Tilavuuden määrittäminen maastomalliin perustuen voidaan tehdä kahdella eri tavalla. Yläpinnan kolmioprismojen tilavuus voidaan laskea ensiksi nollatason suhteen ja vähentää niiden summasta alapinnan muodostavien kolmioprismojen tilavuuksien summa. Tässä laskentatavassa ala- ja yläpinnan kolmiointi voi olla erilainen, kunhan niillä on yhteinen reunaviiva. Kummallekin mallipinnalle voidaan myös laskennallisesti muodostaa yhteinen kolmiointi eli kummallakin pinnalla kolmioiden nurkkien tasokoordinaatit ovat samat. Tällöin laskentakaavassa voidaan käyttää suoraan kolmiointipisteiden korkeuseroja. Kuvassa 9 on esitetty esimerkki kaivannon kolmioinnista määrälaskentaa varten. Kuvan alapinnan kolmiointi perustuu suunnitelman tietoihin, kun taas yläpinta perustuu kartoitusmittauksiin. [9, s. 116.]



Kuva 9. Esimerkki kaivannon kolmioinnista määrälaskentaa varten [9, s. 117].

5.3 Määrälaskenta sillankorjausrakoissa.

Sillankorjausrakoissa määrälaskentaa tarvitaan käytettyjen betoni-, murske- ja asfalttimassojen määrien laskentaan. Urakoitsija laskuttaa tai hyvittää käytetyt massat tilaajalta, ja tällöin määrälaskennan vaikutus urakan kannattavuuteen voi olla massojen koosta riippuen merkittävä.

6 Mittaustyöt

6.1 Mittaussuunnitelma

Kaikki mittaustyöt alkavat mittaussuunnitelman laadinnasta. Mittaussuunnitelmaan sisältyy mittausperusta ja mittausaineisto. Mittausperusta muodostuu suunnitteluprosessin aikaisista runkopisteistä. Runkopisteverkkoa täydennetään tarvittaessa rakentamisen tarpeita varten. Mittaussuunnitelma täydentyy eri suunnitteluvaiheiden aikana ja tarkentuu rakennusvaiheessa yksityiskohtien osalta. [5, s. 13.]

Työmaalla rakentaja täydentää mittaussuunnitelman. Mittaussuunnitelman sisältö voi vaihdella tilaajan sekä kohteen vaatimuksien mukaan. Sillankorjausurakoiden mittaussuunnitelmissa tulee kuitenkin käsitellä vähintään seuraavat asiat:

- Työkohte
- Vastuuhenkilöt
- Mittauskalusto ja ohjelmat
- Lähtöaineisto
- Mittausten laadunvarmistus
- Tarkemittaukset ja dokumentointi.

6.2 Runkomittaus

Ennen varsinaisten mittaustöiden aloittamista täytyy työkohteeseen määritellä pisteverkko, jota käytetään lähtötietona kaikissa kohteessa tehtävissä mittaustöissä. Pisteverkko tihennetään olemassa olevilta monikulmiopisteiltä siten, että saadaan tarvittava määrä lähtöpisteitä kohteeseen.

Sillankorjausurakoissa noudatetaan yleensä InfraRYL 2006 Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset Osa 3:ssa määritettyjä seuraavia vaatimuksia runkomittauksesta:

- Runkopisteistö perustuu suunnittelijan käyttämään pisteistöön. Lisäksi tarkistetaan liittyminen tien mittaukseen.

- Runkopisteistöön tulee kuulua vähintään kaksi korkeudeltaan tunnettua pistettä. Voidaan käyttää myös erillisiä korkeuskiintopisteitä.
- Pisteiden korkeudet määritetään valtakunnallisista korkeuskiintopisteistä lähtien ja niiden tulee olla samassa korkeusjärjestelmässä. Vesistön ylittävää siltaa mitattaessa tulee korkeudeltaan tunnetun pisteen olla molemmilla rannoilla. Pisteet rakennetaan pysyviksi.
- Pisteistön suhteellisen tarkkuuden tulee olla tasossa parempi kuin 1:50 000 ja korkeudessa parempi kuin 1:100 000. Tasosijainnin ei tarvitse kuitenkaan olla 4 mm:ä tarkempi eikä korkeuden 2 mm:ä tarkempi.
- Jos pisteitä lisätään työn aikana, ne osoitetaan luotettaviksi mittauksin ja laskelmin. [4, s. 80.]

Jos suunnittelija ei toimita pistetietoja tai jos lähialueella ei ole luotettavia monikulmiopisteitä, voidaan runkoverkko mitata myös satelliittimittausta apuna käyttäen. Tällöin mitataan takymetrille orientointipisteet GNSS-mittauksin ja takymetrillä mitataan oma verkko samaan koordinaatistoon. Tällöin verkon sisäinen tarkkuus on hyvä. [7]

6.3 Sillan kartoitus

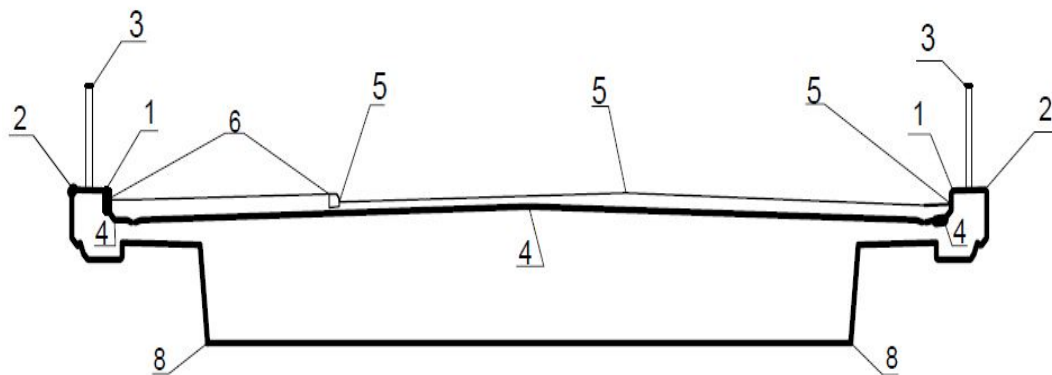
6.3.1 Kartoitus ennen purkutöitä

Silta kartoitetaan ennen korjaustöiden aloittamista, jotta saadaan varmuus sillan todellisesta koosta, korkeustasosta, sijainnista sekä muodosta. Tällöin lähtötilanne saadaan dokumentoitua ja näihin kartoitustietoihin voidaan tarvittaessa turvautua myöhemmin purkutöiden jälkeen. Tietojen pohjalta pystytään myös paremmin varautumaan mahdollisiin korjaustyössä huomioon otettaviin muutoksiin. Käytettävissä olevat suunnitelmat eivät aina vastaa todellisuutta esim. tehtyjä korjauksia ja niiden muutoksia ei välttämättä ole dokumentoitu. Tämä saattaa aiheuttaa muutoksia korjaustöiden toteutukseen. Mahdollisista muutoksista ja poikkeamista laaditaan poikkeamaraportti.

Kartoitusten pistetiheys tulee määrittää kohteen muodon mukaan siten, että kohteen muoto tulee selkeästi esiin mittaustuloksista. Korjattavat kohteet ovat aina erilaisia, ja projektikohtaiset yksityiskohdat tulee ottaa mittauksissa huomioon. Ennen purkutöiden aloittamista sillasta mitataan kaikki näkyvissä olevat rakenteet. Asfaltti, murskekerrokset ja eristeet mitataan purkutöiden edetessä. Tämän jälkeen mitataan sillan kannen yläpinta sekä tippuputket. Lisäksi kaikki suunnitelmista poikkeavat kohteet mitataan, mikäli sellaisia löydetään. Silloista kartoitetaan ainakin seuraavat kohteet:

1. Reunapalkin sisäreuna
2. Reunapalkin ulkoreuna
3. Kaiteet
4. Kansi
5. Ajouradan reunat sekä keskilinja
6. Mahdolliset kevyen liikenteen väylät
7. Liikuntasaumalaitteet
8. Vapaa-aukko (jos mahdollista)
9. Muut mahdolliset siirrettävät tai purettavat rakenteet.

Kohteet on esitetty myös sillan poikkileikkauksessa kuvassa 10.



Kuva 10. Sillan poikkileikkaus ja kartoitettavat kohteet.

Sillan kannen ja reunapalkkien vaurioitunut betoni piikataan pois. Tämän jälkeen piikattu pinnat on mitattava. Piikattu pinta mitataan huomattavasti tiheämmin kuin valmis pinta, johtuen sen epätasaisuudesta. Piikattu pinta voidaan myös skannata. Piikatun pinnan mittaustuloksia voidaan vertailla vanhaan sekä tulevaan kannen pintaan ja sen perusteella voidaan tehdä määrälaskentaa. Piikatun betonin määrä vaikuttaa oleellisesti projektin kustannuksiin. Mittaajan on syytä muistaa, että mittausten tarkkuus vaikuttaa suoraan määrälaskennan tarkkuuteen ja on näin ollen myös merkittävässä roolissa kustannuslaskennassa. Piikkauksen jälkeen esiin tuleva rauditus mitataan, jotta saa-

daan dokumentoitua suojaetäisyys uuden valun yläpintaan. Jos suoja on alun perin liian pieni ja silta rakennetaan vanhan rakenteen mukaan, ei suojaetäisyys täyty uudessakaan rakenteessa. Tällöin tilanteesta laaditaan poikkeamaraportti ja mahdollinen suunnitelmamuutos. [6]

6.3.2 Uusien rakenteiden kartoitus

Uusien rakenteiden valmistuttua täytyy rakenteet myös mitata. Näistä mittaustuloksista nähdään, ovatko vaatimukset sillan koosta ja muodosta täyttyneet. Muotoiluvalun pinnasta voidaan tehdä myös pintamalleja, joista yhdessä aiempien mittausten kanssa voidaan laskea muotoiluvaluun käytettyjä massoja. Valmiit muotit mitataan ennen valua, jotta mahdolliset korjaukset voidaan tehdä, mikäli sellaisia tarvitaan.

6.4 Koodaus

Kartoitus tiedot tallennetaan gt-formaattiin. Koodilistana käytetään Destian koodilistaa mukautettuna tarpeen mukaan. Mikäli koodilista ei sisällä kaikkia kartoitettavia kohteita, on listaan lisättävä tarvittavat kohteet. [7]

Määrä- ja tarkemittausten pintatunnukset ovat seuraavat:

- 1. Maanpinta
- 2. Kalliopinta
- 3. Vanha asfaltti
- 4. Vanha betoni
- 5. Piikattu betoni
- 6. Korjattu betoni
- 7. Eristys
- 9. Ei maastomalliin
- 10. Ylin yhdistelmäpinta
- 12. Suodatinkerros
- 13. Jakava kerros

- 14. Kantava kerros
- 141. Sidottu kantava kerros
- 151–153. Päällysteet, alin kerros 151.

6.5 Paikalleenmittaukset ja toleranssit

Korjaustöissä paikalleenmittausta vaativat mm. muotoiluvalua varten rakennettavat muotit, kaiteet sekä liikuntasaumalaitteet. Mittausten tarkoitus on osoittaa rakentajalle kohteiden tarkka sijainti, koko sekä muoto.

Toleranssilla tarkoitetaan sallitun poikkeaman suuruutta. Paikalleen mittauksissa, mitattujen kohteiden sijaintitarkkuuden tulee olla sallittujen toleranssiarvojen sisäpuolella. Taulukossa 2 on esitetty InfraRYLin mukaiset paikalla valettujen betonirakenteiden sallitut mittapoikkeamat. Mittatarkkuusluokka mainitaan suunnitelma-asiakirjoissa ja sopimusasiakirjoissa.

Talulukko 2. Paikalla valettujen rakenteiden mittatarkkuusvaatimukset [4, s. 17].

	Luokka 1, mm	Luokka 2, mm	Luokka 3, mm
Korkeus	+ 10	+ 20	+ 40
Pituus ja leveys	+ 20	+ 40	+ 80
Paksuus	+ 10	+ 20	+ 40
Sivun käyryys -seinä	+ 15	+ 30	+ 60
Reiän koko tai aukon korkeus ja leveys	- 5...+ 15	- 5...+ 15	- 5...+ 15
Reiän sijainti tai aukon korkeus määritetystä tasosta	+ 10	+ 20	+ 40
Aukon alakulmien korkeuden ero	10	20	40
Seinän käyristymä tai poikkeama pystysuorasta	L/400	L/300	L/200
Sivusijainti	+ 20	+ 40	+ 80
Sivusijainti ylä- tai alapuolisesta seinästä	+ 10	+ 20	+ 40
Vapaa väli	+ 20	+ 40	+ 80
Yläreunan korkeusasema vaakarakenteisiin liityttäessä	+ 10	+ 20	+ 40

6.6 Mittausten laadunvarmistus

Mittausten laadunvarmistuksella tarkoitetaan erilaisia toimenpiteitä, joilla varmistetaan mittausten laadun riittävä taso. Laadunvarmistus on myös osa mittaussuunnitelmaa.

Mittalaitteilla tulee olla voimassaoleva kalibrointi, jonka tarkastus suoritetaan laitteiden huollon yhteydessä vähintään kerran vuodessa. Mittalaitteiden tarkkuutta seurataan

säännöllisesti työmaalla. Mittausten orientoinnit suoritetaan vähintään kahdelta monikulmiopisteeltä. Orientointien jäännösvirheet tallennetaan mahdollista myöhempää tarkastelua varten. Työvaiheiden paikalleenmittaukset varmistetaan vertaamalla niitä olemassa oleviin rakenteisiin ja aikaisempiin mittauksiin. [7]

Sillankorjausurakoiden mittaustöissä noudatetaan hyvää mittaustapaa. Käsitteellä tarkoitetaan sitä, että mittauksissa sovelletaan käytännössä hyväksi koettuja mittausmenetelmiä ja yleisesti hyväksyttyä mittausteknillistä tietämystä. Hyvän mittaustavan sisältöä voidaan kuvata seuraavasti:

- Mittausten yhteydessä käytettävien käsitteiden ja matemaattisen esitystavan tulee olla alan käytännön mukaista. Tämä mahdollistaa sen, että mitaustulosten kanssa tekemisiin joutuvien on helpompi ymmärtää lopputulosta sekä hyödyntää alan ohjeita sekä kirjallisuutta. Tämä on tärkeää esim. tarkemittausten luovutuksessa.
- Mittauksissa käytettävät kojeet tulee kalibroida säännöllisesti.
- Havaintojen teossa kiinnitetään huomiota mittausten toistoon ja sellaisten havaintomenetelmien käyttöön, joilla virheitä voidaan hallita.

Yhtenä hyvänä tapana hallita virheitä on mittausten sulkeminen. Tämä tarkoittaa sitä, että mittausten jälkeen mittaus tarkastetaan tunnetun pisteen avulla. Tällöin havaitaan esimerkiksi kojeen mahdollinen liikkuminen mittausten aikana. Erityisesti runkoverkkoa mitatessa mittauksia voi olla syytä myös toistaa virheiden minimoimiseksi. [9, s. 38.]

6.7 Mittauskalusto

Sillankorjauksissa lähes kaikki mittaustyöt tulee suorittaa takymetrimittauksin. Tällöin mittauksissa on riittävä tarkkuus. Satelliittimittausta voidaan käyttää vain runkoverkon mittauksessa. Pintojen skannaus laserkeilaimella on sillankorjaustyömailla myös mahdollista, mutta saamieni tietojen mukaan näin ei ainakaan toistaiseksi toimita, laitteiston saatavuuden sekä pistepilviaineiston käsittelyyn kuluvan ajan vuoksi. Merkintämittauksissa voidaan käyttää myös perinteistä mittanauhaa. Tyypillinen mittauskalusto sillankorjaustyömaalla on esimerkiksi seuraavanlainen:

- Trimble S6- takymetri

- Trimble R4- GNSS-vastaanotin
- Kolmijalka
- Priskasauva
- Mittanauha
- Rullamitta.

Varsinaisen mittauskaluston lisäksi mittaajalla tulee olla myös tarvittavat merkintätyökalut mukanaan, kuten vasara, nauloja, kynä ja merkintämaalaa.

7 Yhteenveto

Insinööriyössä selvitettiin aiempien sillankorjausrakoiden mittaustöissä ilmenneitä ongelmia ja puutteita. Lisäksi perehdyttiin määrälaskennan keskeisiin periaatteisiin sekä sillankorjauksiin kohdistuviin laatuvaatimuksiin. Tavoitteena oli luoda toimintamalli tuleviin sillankorjausrakoiden mittaustöihin.

Ongelmaksi oli havaittu, että kartoitustyöt ovat olleet aiemmin puutteellisia ja tämä on aiheuttanut ongelmia erityisesti määrälaskennassa. Uskon, että puutteet ovat johtuneet mittaajan tai työnjohdon heikosta tietämyksestä siitä, mihin kartoitustietoja tarvitaan ja mikä niiden merkitys on urakan kokonaisuuden kannalta. Voi myös olla, että mittaaja ei ole ymmärtänyt määrälaskennan periaatteita ja ei ole osannut tehdä kartoitustöitä tarkoituksen mukaisesti.

Määrälaskennan lisäksi kartoitustietoja tarvitaan, kun esitetään tilaajalle vaatimustenmukaisuus. Kartoitusten ollessa puutteellisia tämä saattaa osoittautua mahdottomaksi.

Sillankorjausrakoiden mittaustöiden merkitys voidaan mielestäni jakaa kolmeen osaluueeseen: rakentamisen ohjaamiseen, laadunvalvontaan ja -varmistukseen sekä määrälaskentaan. Kun nämä kaikki osa-alueet täyttyvät, ovat mittaustyöt kokonaisvaltaisesti onnistuneet. Rakentamisen ohjaamiseen liittyvät mittaukset, kuten paikalleenmittaukset, suoritetaan yleensä oikein ja ajallaan, sillä ilman niitä korjaustyöt eivät voi edetä. Laadunvalvontaa ja määrälaskentaa varten tehtävät mittaukset saattavat puolestaan helposti unohtua, sillä näitä tietoja ei välttämättä tarvita rakennustöiden aikana.

Näiden kartoitusten puutteet saattavat kuitenkin aiheuttaa merkittäviä ongelmia urakoitsijalle.

Esittämäni mittaustyöohje pyrkii ratkaisemaan aiemmin havaitut ongelmat sekä antaa selkeän kokonaiskuvan kaikista sillankorjausurakoiden mittaustyövaiheista. Työvaiheiden yksityiskohdat voivat vaihdella projektikohtaisesti ja mittaustyöohjetta voidaan muokata tarvittaessa paremmin kohteeseen sopivaksi. Mittaustyöohje on laadittu laatuvaatimukset sekä määrälaskennan periaatteet huomioiden.

Lähteet

- 1 Siltojen korjaus. Betonirakenteet. Purkamis- ja esikäsittelymenetelmät. Yleiset laatuvaatimukset. 2012. Verkkodokumentti. Tiehallinto.
<<http://www2.liikennevirasto.fi/sillat/silko/kansio1/s1203.pdf>>. Luettu 20.12.2012
- 2 Sillantarkastusohje. 2004. Verkkodokumentti. Tiehallinto.
<<http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/sillantarkastusohje2004.pdf>>. Luettu 20.12.2012
- 3 Muotoiluvalun ongelmat ja laatuvaatimukset. 2006. Verkkodokumentti. Valtion tieteellinen tutkimuskeskus.
<http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/muotoiluvaluselostus_2006.pdf>. Luettu 21.12.2012
- 4 InfraRYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 3 Sillat ja rakennustekniset osat. 2006. Helsinki: Rakennustietosäätiö , Rakennustieto Oy.
- 5 Tienrakentamisen mittaus suunnitelman laatimisohe. 2008. Verkkodokumentti. Tiehallinto. < http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000024-v-08tienrakent_mittausuunn_laot.pdf>. Luettu 29.12.2012
- 6 Laru Jani. 2013. Työpäällikkö. Lemminkäinen infra Oy. Vantaa. Haastattelu 31.1.2013
- 7 Kuosa Timo. 2013. Mittaustyönjohtaja. Lemminkäinen infra Oy. Espoo. Haastattelu 16.01.2013.
- 8 Sillan laaturaportti: laatimisohe. 2006. Verkkodokumentti. Tiehallinto.
< http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/sillan_laaturaportti_2006.pdf>. Luettu 17.1.2013.
- 9 Laurila Pasi. 2010. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. Rovaniemi. Rovaniemen ammattikorkeakoulu.
- 10 Siltojen ylläpito. 2009. Verkkodokumentti. Tiehallinto.
<<http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/siltojenyllapito2009.pdf>> Luettu 14.2.2013
- 11 <http://lemon/ryhmat/vimma/default.aspx> (sivustolle rajattu pääsy)

Haastattelut

Mittaustyönjohtaja Timo Kuosan haastattelu 16.1.2013

1. Miten runkoverkon mittaukset suoritetaan, jos lähialueen kiintopisteet eivät ole luotettavia?
2. Miten sillankorjaustyömaiden laadunvarmistus pitää sisällään?
3. Miten kartoitukset koodataan?

Projektipäällikkö Jani Larun haastattelu 31.1.2013

1. Mitä puutteita Lemminkäinen Infra Oy:n sillankorjausurakoissa on havaittu?
2. Mitä ongelmia nämä puutteet ovat aiheuttaneet?
3. Kuinka paljon siltoja on korjattu viime vuosina?
4. Kuinka monen urakan mittauksissa on havaittu puutteita?
5. Mihin sillan kartoitus tietoja tarvitaan?