

Markus Toivanen

# SILLAN LAATURAPORTOINNIN KEHIT- TÄMINEN OMAISUUDENHALLINNAN NÄKÖKULMASTA

Diplomityö  
Rakennetun ympäristön tiedekunta  
Tarkastajat: Professori Arto Saari  
Projektipäällikkö Juha-Matti Junnonen  
Elokuu 2022

# TIIVISTELMÄ

Markus Toivanen: Sillan laaturaportoinnin kehittäminen omaisuudenhallinnan näkökulmasta  
Diplomityö, 44 sivua  
Tampereen yliopisto  
Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma, Yhdyskuntatekniikka  
Elokuu 2022

---

Diplomityö toteutettiin Väyläviraston toimeksiannosta ja työn tavoitteena oli kehittää sillan laaturaportointia omaisuudenhallinnan näkökulmasta. Työssä pyrittiin etsimään ongelmia nykyisestä sillan laaturaportoinnin käytännöistä sekä kartoitettiin siltarakentamisen asiantuntijoilta kehitysehdotuksia laaturaportoinnin kehittämiseen. Omaisuudenhallinnan tavoitteena on hallita organisaation omaisuutta mahdollisimman tehokkaasti, jotta se voi tuottaa arvoa organisaatiolle. Infraomaisuuden hallinta on pitkäaikaista hallintaa, jonka takia sillan laaturaportoinnin hyödyntäminen sillan käytön alussa ja pitkälle elinkaarta voi muuttua merkittävästi. Aikaisempien tutkimusten perusteella sillan laaturaportoinnissa on havaittu puutteita, jotka vaikuttavat merkittävästi laaturaportoinnin hyödyntämiseen omaisuudenhallinnan näkökulmasta. Puutteina ovat olleet muun muassa laaturaporttien puuttuminen omaisuuden tiedoista ja laaturaporttien toteuttamistapojen vaihtelu hankkeiden välillä.

Diplomityön alussa koottiin infraomaisuudenhallinnan tavoitteet ja nykyisin käytännössä olevat menetelmät kirjallisuudesta, jotta ymmärrys omaisuudenhallinnan tavoitteista sekä menetelmistä voidaan sovittaa työn tavoitteisiin. Lisäksi työn alussa tarkasteltiin nykyisiä laaturaportointimenetelmiä ja tavoitteita, jotta ymmärrys nykyisen menetelmän haasteista olisi selkeämpi ja kehitysideoiden toteuttaminen olisi mahdollista. Diplomityössä tehtiin anonyymeja teemahaastatteluita siltojen rakentamisen ammattilaisille. Tutkimuksessa haastateltiin pääurakoitsijoita sekä ELY-keskuksissa työskenteleviä silta-asiantuntijoita. Tämän avulla tutkimukseen saatiin kaksi eri näkökulmaa sillan laaturaportointiin. Pääurakoitsijoiden avulla saatiin näkökulma laaturaportoinnin toteuttamiseen ja laadunosoittamisen haasteisiin. ELY-keskuksien silta-asiantuntijoiden avulla saatiin näkökulma sillan laaturaportoinnin käytettävyyteen sillan elinkaaren aikana sekä omaisuudenhallinnan tukena. Työssä tehtiin haastattelututkimuksen lisäksi aineistotutkimus, jonka avulla selvitettiin urakoitsijoiden laaturaportoinnin laatimista käynnissä olevissa urakoissa sekä valmistuneiden siltojen laaturaportoinnin tasoa.

Haastatteluiden avulla selvisi, että sillan laaturaportointia hyödynnetään nykyisin sillan elinkaaren aikana harvoin. Haastateltavien mielestä laaturaportoinnin hyödyntäminen osana omaisuudenhallintaa on mahdollista, mutta sillan laaturaportoinnin päätehtävänä on oltava tulevaisuudessa urakoitsijan työnsopimuksen mukaisuuden osoittaminen. Urakoitsijoiden näkökulmasta laaturaportointi henkilöityy paljon nykyisin ja hankkeiden välillä voi olla suuriakin eroavaisuuksia. Haastattelujen perusteella urakoitsijat toivoisivat tilaajilta selkeämpää ohjeistusta ja osoittamista laadunosoittamisen vaatimuksista. Aineistotutkimuksen perusteella urakoitsijat tuottavat hyvin urakan laadunosoitusta urakan aikana. Lisäksi havaittiin, että siltojen laaturaportoinnin toimittaminen osaksi omaisuudenhallintajärjestelmää on puutteellista.

Aineiston pohjalta kehitettiin kaksi kehitysehdotusta laaturaportointin parantamiseksi. Ensimmäisen kehitysehdotuksen tavoitteena on päivittää nykyisiä käytäntöjä ja menetelmiä nykyisemmäksi. Toisen kehitysehdotuksen tavoitteena on muuttaa laaturaportoinnin käytäntöjä enemmän digitaalisemmaksi ja yhdenmukaisemmaksi omaisuudenhallinnan järjestelmää, joka mahdollistaisi rakentamisen aikaisen tiedon tarkemman integroimisen osaksi omaisuudenhallintajärjestelmää.

Siltojen laaturaportointia voidaan hyödyntää osana omaisuudenhallintaa, mutta siltarakenteen sopimuksen mukaisuuden osoittamisen jälkeen laaturaportoinnin tehtävänä on enemmän täydentää tietopuutteita muihin omaisuudenhallinnan prosesseihin. Siltojen laaturaportointi tuottaa laajan tiedon valmistuneen rakenteen materiaaleista ja sen ominaisuuksista, jotka täydentävät omaisuudenhallinnan muita prosesseja.

Avainsanat: Omaisuudenhallinta, laaturaportti, laadunosoitus, silta

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

# ABSTRACT

Markus Toivanen: Development of bridge quality reporting from the perspective of asset management

Master's thesis, 44 pages

Tampere University

Master's Degree Programme in Civil Engineering

August 2022

---

This master's thesis was carried out on behalf of the Finnish Transport Infrastructure Agency, the aim of which was to develop bridge quality reporting from the perspective of asset management. The aim of the work was to look for problems in the current bridge quality reporting practices, and the bridge construction experts were asked for development proposals for the development of bridge quality reporting. One of the goals of asset management is to manage the organization's assets as efficiently as possible so that they can generate value for the organization. Based on previous studies, shortcomings have been found in the implementation of bridge quality reporting, which significantly affect its utilization from the point of view of asset management. Shortcomings have been, for example, the absence of quality reports from the asset data and the variation in the methods of implementing the quality report between projects.

At the beginning of the master's thesis, the goals of infrastructure asset management and the methods currently in practice were collected from the literature, so that the understanding of the goals and methods of asset management could be matched to the goals of the work. Secondly, at the beginning of the work, current quality reporting methods and goals were examined, so that the understanding of the challenges of the current method would be clearer and the implementation of development ideas would be possible. In the master's thesis, anonymous thematic interviews were conducted with professionals working in connection with the bridge construction. In the study, main contractors and bridge experts working in ELY centers were interviewed. With this, the research provided two different perspectives on bridge quality reporting. With the help of the main contractors, we got a perspective on the implementation of quality reporting and the challenges of quality demonstration. With the help of ELY centers' bridge experts, a perspective was obtained on the usability of bridge quality reporting during the bridge's life cycle and as a support for asset management. In addition to the interview survey, the work also included auditing survey, which was used to find out the preparation of contractors' quality reporting in ongoing contracts and the level of quality reporting of completed bridges.

According to the interviewees, it is possible to utilize information from quality reporting as part of asset management, but the main task of bridge quality reporting must also be to demonstrate the contractor's compliance with the work contract. From the contractors' point of view, quality reporting is depending on a constructor and there can be big differences between projects. Based on the interviews, the contractors would like more clear guidance and indication of the quality assurance requirements from the customers. Based on the material research, the contractors produce a good quality assurance of the contract during the contract. Secondly, it was noted that the quality reporting of bridges as part of the asset management system is incomplete. The interviews showed that the absence of the entire quality reporting or the absence of part of the content has currently prevented the utilization of quality reporting during the life cycle.

Bridge quality reporting can be used as a part of asset management, but after demonstrating the structure's compliance with the contract, the function of quality reporting is more to supplement information gaps in other asset management processes. Bridge quality reporting produces extensive information about the materials of the finished structure and material properties, which complement other processes of asset management. In terms of asset management, it would be most essential to ensure that quality reports for bridges are made according to the requirements and that their information is kept in asset management throughout the bridge's life cycle.

Keywords: Asset management, quality reporting, quality assurance, bridge

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

# ALKUSANAT

On hienoa viimein saada diplomityö valmiiksi. Haluan kiittää Väylävirastoa työ aiheesta ja varsinkin Markku Äijälää sekä Niina Onnista työnohjauksesta. Lisäksi haluan kiittää Welado Oy:sta ohjaajaani Janne Paasoa sekä Tampereen yliopiston Juha-Matti Junnosta työn toteuttamisen ohjauksesta sekä kärsivällisyydestä kanssani.

Tampereella, 23.8.2022

Markus Toivanen

# SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO .....	1
1.1 Tutkimuksen tavoitteet ja tausta .....	1
1.2 Tutkimusmenetelmä ja rajaukset .....	2
1.3 Tutkimuksen rakenne .....	3
2 SILTAOMAISUUS JA OMAISUUDENHALLINTA .....	4
2.1 Siltaomaisuus .....	4
2.2 Omaisuu denhallinta .....	8
2.2.1 Omaisuu denhallinnan tehtävät ja tavoitteet .....	8
2.2.2 Omaisuu denhallinnan tietotarve .....	10
2.2.3 Siltojen omaisuu denhallinta Väylävirastossa .....	12
3 LAATURAPORTOINTI .....	15
3.1 Rakentamisen laatu Suomessa .....	15
3.2 Laaturaportoimisen tausta ja tavoitteet .....	16
3.2.1 Väylähankkeiden luovutusprosessi .....	16
3.3 Siltojen laaturaportoiminen Suomessa .....	18
3.4 Siltojen laaturaportoimisen vaikutus elinkaareen .....	20
4 HAASTATTELU- JA AINEISTOTUTKIMUS .....	23
4.1 Tutkimuksen tausta, kohteet ja rajaukset .....	23
4.2 Tutkimuksen toteutus .....	24
5 HAASTATTELUIDEN TULOKSET .....	26
5.1 Sillan elinkaaren kannalta olennainen sisältö laaturaportissa .....	26
5.1.1 Silta-asiantuntijoiden näkemys nykyisestä laaturaportista .....	26
5.1.2 Silta-asiantuntijoiden näkemys laaturaportin kehittämisestä .....	27
5.2 Laaturaportin tuottaminen ja tulkinta .....	28
5.2.1 Silta-asiantuntijoiden ja urakoitsijoiden näkemykset nykytilasta ..	28
5.2.2 Silta-asiantuntijoiden ja urakoitsijoiden näkemys laaturaportoimisen kehittämisestä .....	29
5.3 Laaturaportoimisen laajuuden vaatimuksien vaihtelu urakoiden välillä	30
5.3.1 Silta-asiantuntijoiden ja urakoitsijoiden näkemykset nykytilasta ..	30
5.3.2 Silta-asiantuntijoiden ja urakoitsijoiden kehitys ideat .....	30
6 AINEISTOTUTKIMUKSEN TULOKSET .....	32
6.1 Tausta .....	32
6.2 Tulokset .....	33
6.2.1 Aineistotutkimuksen ensimmäisen osan tulokset .....	33
6.2.2 Aineistotutkimuksen toisen osan tulokset .....	33
6.3 Tuloksien pohdinta .....	34
7 KEHITYSEHDOTUKSET .....	36
7.1 Tausta .....	36
7.2 Kehitysehdotus 1 .....	36

7.3	Kehitysehdotus 2 .....	38
7.4	Kehitysehdotusten vertailu .....	39
8	TULOSTEN TULKINTA.....	41
9	YHTEENVETO.....	43

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tavoitteet ja tausta

Työn tavoitteena on analysoida ja kehittää sillan laaturaportointia, jotta se palvelisi paremmin sillan omaisuudenhallintaa sillan elinkaaren aikana. Tämän lisäksi analysoidaan nykyisen ohjeistuksen käyttökelpoisuutta eri sidosryhmien näkökulmasta. Lisäksi tarkastellaan valmistuneiden siltojen laaturaportoinnin hyödyntämismahdollisuuksia sillan elinkaaren aikana. Tutkimuksessa pohditaan myös millä keinoilla voitaisiin vaikuttaa eri hankkeiden laaturaporttien laajuuden ja sisällön vaihteluun.

Teknologinen tutkimuskeskus VTT Oy teki vuosina 2017–2018 siltojen betonin laatua koskevan tutkimuksen. Lisäksi tutkimuksessa tarkasteltiin mukana olleiden siltojen laaturaportoinnin vastaavuutta tilaajan vaatimuksiin ja laaturaportoinnin ohjeistuksiin. Tutkimuksessa tarkasteltiin 95 siltaa, jotka olivat valmistuneet vuosien 2005–2016 välisenä aikana. Tutkimuksen mukaan vain kuusi prosenttia silloista olivat saavuttaneet vaatimustason. Laaturaportointi puuttui täysin 34 prosentilla tutkimuskohteista. (Salparanta ym. 2018) Tehty tutkimus osoittaa siltojen laaturaportoimisen toteuttamisessa olevan merkittäviä puutteita.

Väyläviraston siltojen laaturaportoinnin nykyinen ohjeistus on Siltojen laaturaportointi -laatumisohje (2006), jota hyödynnetään rakentamisen aikana laatudokumenttien tuottamiseen. Nykyisellään laaturaportointi koostuu kahdesta eri osasta, jossa ensimmäinen osa sisältää omaisuudenhallinnan kannalta tärkeimmät tiedot, joita voidaan hyödyntää sillan tulevaan hoitoa, ylläpitoa ja käyttöä (Tiehallinto 2006). Toisessa osassa päätoteuttaja osoittaa työn sopimuksenmukaisuuden, joka nykyisen ohjeistuksen kannalta on säilytettävä vain hankkeen takuuajan aikana. Nykyinen ohjeistus viittaa sillan rakentamisen yleiseen laatuvaatimus ohjekokonaisuuteen, joka ei ole enää ajantasainen ohjekokonaisuus. Laatuvaatimukset on nykyisin osoitettu InfraRYL:n osassa neljä. Tämä voi aiheuttaa ongelmia laaturaportin vaatimusten tulkinnassa, koska ohje viittaa käytöstä poistuneisiin ohjeisiin.

Omaisuudenhallinnan kannalta on tärkeää varmistaa, että valmistuneiden siltojen tekninen ja toiminallinen laatu vastaa tilaajan vaatimuksia. Tällöin tilaajan kannalta on tärkeää, että päätoteuttaja osoittaa laaturaportoinnin avulla työn laadun olevan tilaajan vaa-

timuksien mukainen. Laaturaportoimisen puuttuminen tai vajavaisuus voi aiheuttaa tilaajan puolelta epävarmuutta valmistuneen kohteen laadusta. Laadunalitukset voivat aiheuttaa puolestaan elinkaarikustannuksien kasvamista ja palvelutason laskemista.

OmaisuuDENhallinnassa pyritään ohjaamaan omistusta, jotta se pystyisi tuottamaan palvelua kustannustehokkaasti elinkaarensa aikana. OmaisuuDENhallinnan tavoitteena on ylläpitää ja luoda kokonaiskuva organisaation omaisuudesta. Nämä tiedot ovat infraomaisuudessa yleisesti rakenteen perus-, kunto- ja historiatietoja. Liikenneviraston vuonna 2018 julkaisemassa Taitorakennerekisterissä ylläpidetään siltojen perus-, kunto- ja historiatietoja. Rekisteriin tallennetaan rakenteen suunnittelu- ja toteutusvaiheessa sekä yllä- ja kunnossapidossa tuotetut dokumentit. Rekisterin avulla rakenteen kuntoa voidaan systemaattisesti arvioida ja seurata. (Liikennevirasto 2018) Kerättyjen tietojen perusteella voidaan ennakoida rakenteen tulevaisuuden kustannuksia ja palvelun tuotokkyä.

## **1.2 Tutkimusmenetelmä ja rajaukset**

Tutkimusmenetelmänä on haastattelu- ja aineistotutkimus siltojen laaturaportoimisesta. Diplomityön alussa selvitetään alan kirjallisuuden avulla siltojen laaturaportoimisen ja elinkaaren vaikutusta omaisuuDENhallintaan. Lisäksi kirjallisuuden avulla tarkastellaan infraomaisuuDENhallinnan tavoitteita ja prosesseja.

Haastattelututkimuksessa haastatellaan urakoitsijoita ja silta-asiantuntijoita sillan laaturaportoimisesta ja sen hyödyntämisen mahdollisuuksista osana omaisuuDENhallintaa. Haastatteluissa selvitetään molempien sidosryhmän mielipiteitä nykyisestä sillan laaturaportoinnin toimivuudesta ja kehitysideoita laaturaportointiin sekä sen käytäntöihin. Diplomityön haastattelututkimus tehdään teemahaastatteluna, jotta kysymyksiEN muotoilulla ei olisi vaikutusta haastateltavien näkemyksiin teemoista.

Diplomityön osana tehdään lisäksi kaksiosainen aineistotutkimus, jos ensimmäisessä osassa selvitetään urakoitsijoidEN laaturaportoimisen laatimisen tasoa rakentamisen aikana. Aineistotutkimus osuudessa tarkoituksena on tunnistaa laaturaportoinnin laajuudessa ja laadussa havaittavia puutteita tutkittavista kohteista. Toisessa osassa selvitetään, kuinka tehokkaasti laaturaportteja tallennetaan Taitorakennerekisteriin pitkäaikaisäilytykseen. Siltojen laaturaporttien tallentaminen osaksi omaisuuDENhallintajärjestelmää on tärkeää, jotta laaturaportteja voitaisiin hyödyntää tulevaisuudessa.

Työn tutkimus rajautuu uusittaviin tai kokonaan uusiin siltoihin. Tutkimuksessa ei rajata sillan käyttötarkoitusta tai päärakennusmateriaalia, koska oleellisempaan on saada laajalla otannalla useita kohteita ja samalla voidaan arvioida mahdollisia eroavaisuuksia.



Haastattelututkimuksessa haastatellaan urakoitsijoita sekä tilaajien silta-asiantuntijoita. Urakoitsijoiden näkökulma on keskeinen osa sillan laaturaportoinnin kehittämistä, koska he laativat siltojen laaturaportteja. Silta-asiantuntijoiden näkökulma on tärkeä, koska silta-asiantuntijat ovat mukana sillan elinkaaren aikana monissa eri vaiheessa.

### **1.3 Tutkimuksen rakenne**

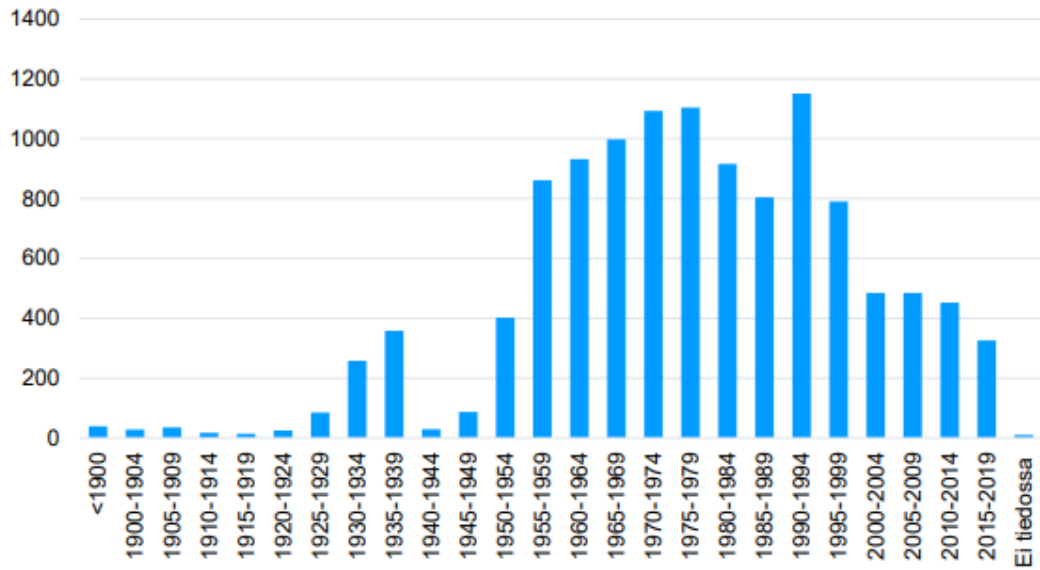
Työn luvuissa kaksi ja kolme käsitellään siltojen omaisuudenhallinnan ja laaturaportoinnin nykyistä tilaa. Luvussa neljä käsitellään haastattelu- ja aineistotutkimuksen taustaa ja tavoitteita sekä käsitellään tutkimuskohteita yleisesti. Luvuissa viisi ja kuusi analysoidaan haastattelu- ja aineistotutkimuksien vastauksien perusteella sidosryhmien mielipiteitä nykyisestä laaturaportista. Luvussa seitsemän analysoidaan haastattelujen perusteella tulleita kehitysideoita laaturaportoinnin kehittämiseen ja päätelmiä laaturaportoinnin kehittämisestä. Luvussa kahdeksan esitetään tutkimuksen johtopäätöksiä.

## 2 SILTAOMAISUUS JA OMAISUUDENHALLINTA

### 2.1 Siltaomaisuus

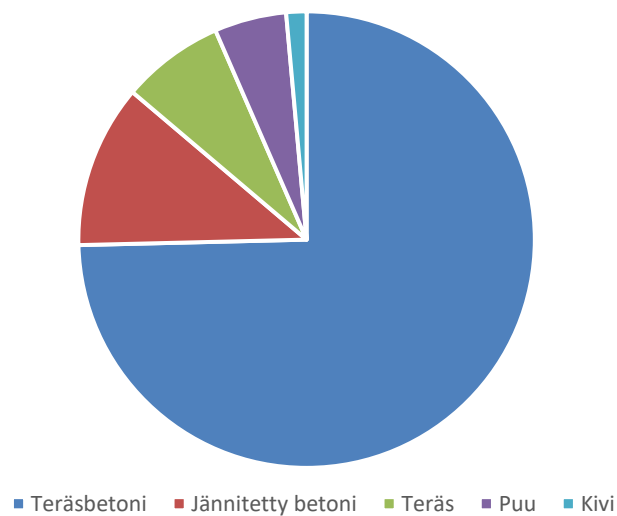
Suomen infrastruktuuriomaisuus koostuu julkisista ja yksityisistä rakenteista, mitkä kattavat kaikki valtion omistamat tie- ja rataverkot sekä vesikulkuväylät rakenteineen ja laitteineen. Julkisia väylärakenteita Suomessa omistavat ja hallinnoivat tahot ovat Väylävirasto ja kunnat. Liikenneverkkojen tarkoitus on mahdollistaa tavaroiden ja ihmisten tehokkaan liikkumisen valtion alueilla. Väyläviraston tehtäviin kuuluu ylläpitää ja kehittää valtion omistamien liikenneverkkojen palvelutasoa, joka koostuu tie-, rata-, vesiväylistä ja niiden rakenteista. Väyläviraston hallinnoima siltaomaisuus jakautuu edellä mainittujen liikennemuotojen kesken.

Maantieverkon laajuus Suomessa on 78 000 kilometriä, johon sisältyy 15 079 siltaa (Väylävirasto 2020a). Tiesiltojen arvoksi oli vuonna 2020 määritetty 3,732 miljardia euroa, joka on 24,7 prosenttia koko tieverkon arvosta (Väylävirasto 2021). Suurin osa Suomen nykyisistä silloista on rakennettu 1960–1990 vuosien aikana (kuva 1). Ikäjakaumasta voidaan samalla huomata, kuinka Suomen tieverkon historia on kehittynyt 1920-luvulta alkaen. Vuonna 1921 tienpito valtiollistettiin, jonka jälkeen kansallista tienverkko alettiin systemaattisesti kehittämään ja ylläpitämään. Sotavuosina tieverkosto vaurioitui merkittävästi. Sotavuosien jälkeen valtionvaroja ja työvoimaa kului sotakorvausten maksamiseen. Sotakorvausten maksamisen jälkeen valtionvaroja aloitettiin kohdistamaan teiden rakentamiseen ja kunnossapitoon, mikä näkyi kasvaneena siltojen rakentamisen määränä (kuva 1). (ELY-keskus 2021)



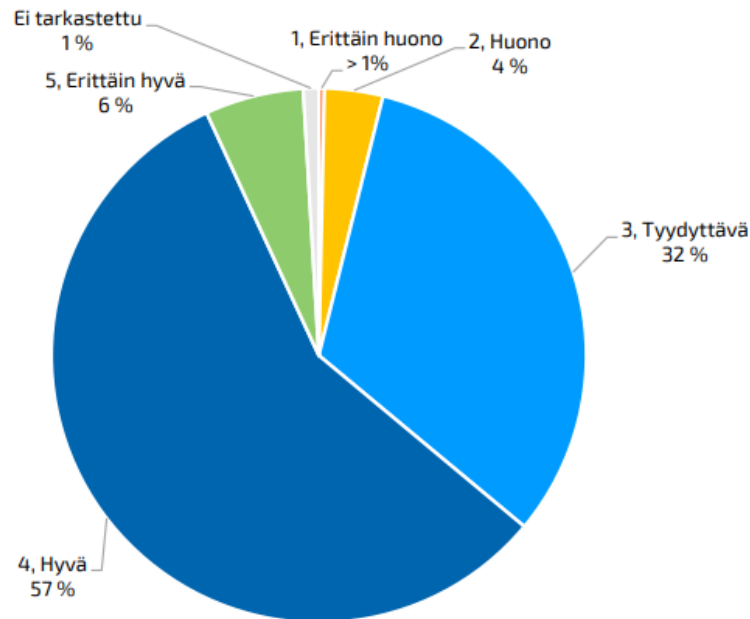
**Kuva 1: Varsinaisten tiesiltojen ikäjakauma Suomessa vuonna 2020. (Väylävirasto 2020a)**

Suomessa olevista varsinaisista tiesilloista 86,1 prosenttia on rakennettu teräsbetonista tai jännitetystä betonista (kuva 2) (Väylävirasto 2020a). Suomessa siltojen kunto arvioidaan kuntoluokkien mukaan, mikä määräytyy sillan lasketun yleiskunnon, yleiskuntoarvion ja vakavampien vaurioiden perusteella. Siltojen yleistarkastuksissa sillan rakenneosat arvostellaan yksittäisesti, minkä mukaisesti saadaan rakenneosakohtainen kuntoluokittelu sillalle. Rakenneosakohtaisia kuntoluokkista otettavan painotetun keskiarvion mukaisesti määritetään sillan kokonaiskuntoluokka. (Liikennevirasto 2013)



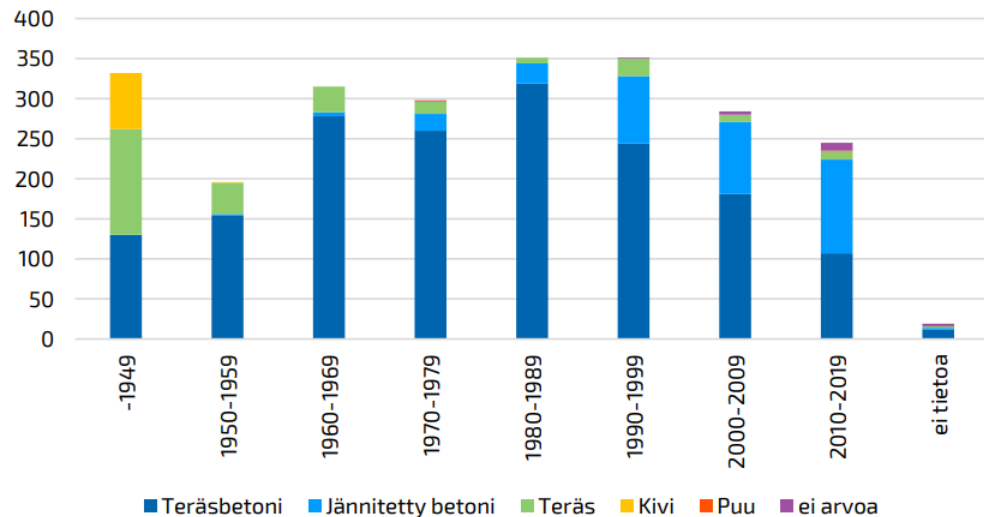
**Kuva 2: Varsinaisten tiesiltojen päärakennusmateriaalien määräjakauma. Tilastot: (Väylävirasto 2020a)**

Kuntoluokassa viisi silta on erittäin hyvässä kunnossa ja kuntoluokassa yksi on sillan kunto erittäin huono. Kuntoluokkiin yksi ja kaksi kuuluvat sillat, jotka ovat peruskorjauksessa tai niiden peruskorjausikä on ylittynyt. Suomessa oli vuonna 2020 kuntoluokkien yksi ja kaksi siltoja yhteensä 557 kappaletta (kuva 3) (Väylävirasto 2020a). Erittäin huono tai huono kuntoluokissa olevien siltojen määrä on laskenut vuodesta 2014 asti, mutta siltojen keskimääräinen kuntoluokka on samalla laskenut.



**Kuva 3: Varsinaisten tiesiltojen kuntoluokkien jakauma vuonna 2020. (Väylävirasto 2020a)**

Väyläviraston ylläpitämän rataverkon laajuus on 6 000 kilometriä, joka sisältää 2 495 siltaa (Väylävirasto 2020a). Vuonna 2014 ratasiltojen arvoksi oli määritetty 272 miljoonaa euroa. Koko rataverkon arvosta tämä oli 6,2 prosenttia (Väylävirasto 2015). Suomen rataverkolla olevista varsinaisista silloista 78 prosenttia on rakennettu vuoden 1960-luvun jälkeen (Väylävirasto 2020a). Suomen päärataverkko on rakennettu vuosien 1862-1944 välillä, jonka jälkeen Suomessa on rakennettu pääasiassa oiko- ja kaupunkiratoja (Väylävirasto 2011). Ratasiltojen käytetympänä rakennusmateriaalina on selvästi teräsbetoni ja jännitetty betoni. Käytössä olevista ratasilloista 84,9 prosentilla päärakennusmateriaalina on ollut teräsbetoni tai jännitetty betoni (kuva 4).



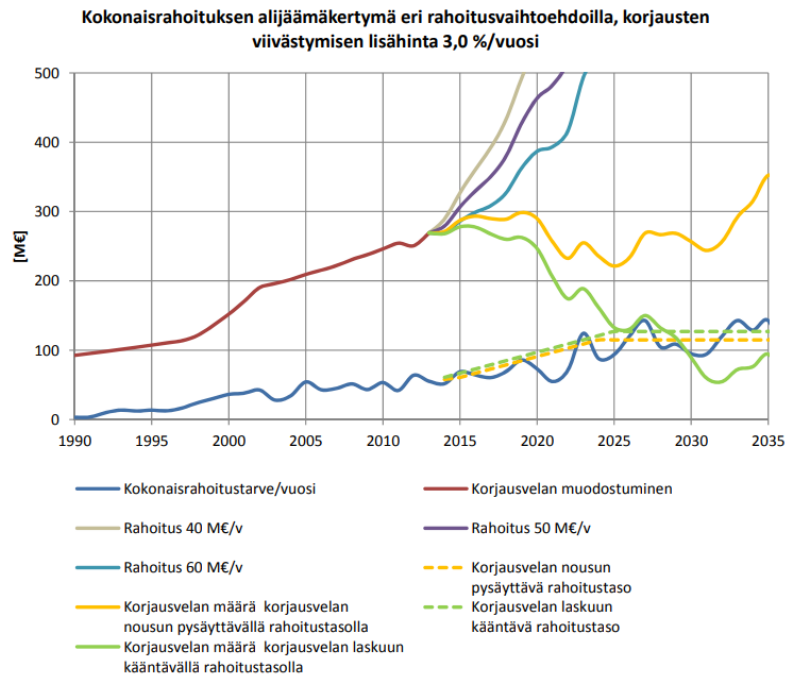
**Kuva 4: Varsinaisten ratasiltojen ikä- ja materiaali-jakauma vuonna 2020. (Väylävirasto 2020a)**

Suomessa on kokemusperäisesti arvioitu, että silta tulee ensimmäiseen peruskorjausikänsä keskimäärin 30–40 vuoden iässä ja toiseen peruskorjausikänsä 80–90 vuoden iässä. Peruskorjausikänsä vaikuttavat merkittävästi sillan sijainti, rakennusmateriaalin ominaisuudet, käyttötaso ja ympäristörasittavuus. (Liikennevirasto 2015) Suomen tiesillaston ikäjakauman mukaisesti merkittävä osa Suomen silloista on rakennettu 1960–1990 vuosien aikana. Siltojen korjaustarve on lisääntynyt 1990-luvulta lähtien, mikä johtuu tiesillaston ikäjakaumasta. Lisäksi tulevaisuudessa korjaustarve tulee lisääntymään 1960-luvun jälkeen rakennettujen siltojen tullessa toiseen peruskorjausikänsä (Liikennevirasto 2015).

Liikenneviraston vuonna 2015 tekemä arvion mukaan tiesiltojen ylläpidon kokonaisrahoitus on ollut riittämättömällä tasolla, joka on aiheuttanut korjausvelan nousua. Vuoden 2014 siltojen ylläpidon rahoitus oli noin 50 miljoonaa euroa. Arvion mukaan rahoituksen olisi tuplaannuttava, jotta korjausvelan kasvu saataisiin pysäyttämään. (Liikennevirasto 2015) Kuvassa 5 on esitetty tiesiltojen ylläpidon kokonaisrahoitustarve eri rahoitusvaihtoehdoilla, ja niiden vaikutusta taitorakenteiden korjausvelkaan, joka edellyttää noin 100 miljoonan euron kokonaisrahoitustarvetta vuosittain. Ylläpito sisältää siltojen perus- ja ylläpitokorjaukset sekä kunnossapidon tehtävät (Liikennevirasto 2015). Pienemmillä ylläpidon rahoituksenkorotuksilla ei olisi merkittävää vaikutusta korjausvelan kasvamisen pysäyttämiseen (kuva 5).

Korjausvelka kuvaa korjaustarpeessa olevien rakenteiden yhteenlaskettua korjauskustannuksia. Vuosittaista korjausvelkaa on laskettu vuosittain vuodesta 2011 lähtien Väylä-

läviraston omaisuudesta. Väyläviraston vuonna 2021 tekemän arvion mukaisesti Suomessa oli 763 kappaletta varsinaisia siltoja, jotka vaativat korjausta. Selvityksestä tehtyjen korjausvelkalaskelmien mukaisesti siltojen korjaaminen vaatisi 304 miljoonan euron korjausinvestoinnin. (Väylävirasto 2020a)



**Kuva 5: Tiesiltojen ylläpidon kokonaisrahoitustarpeen kehitysvisio eri rahoitusvaihtoehdoilla, kun huomioidaan ajoneuvoasetuksen muutoksen tuomat lisäkustannukset. (Liikennevirasto 2015)**

Korjausten viivästyttäminen aiheuttaa merkittäviä menojen nousuja pitkällä aikavälillä. Ennusteessa arvioitiin, että korjausten viivästyminen aiheuttaisi korjauskustannuksien kolmen prosenttiyksikön nousun vuodessa. Siltojen kunnan heikentyminen ja korjausvelan kasvu vaikuttaa koko liikennejärjestelmän toimivuuteen. Rahoitustason pysyessä matalalla tasolla aiheuttaa se tulevaisuudessa merkittäviä ongelmia koko liikennejärjestelmän toimivuudelle. Vaikutuksia ovat muun muassa painorajoitettujen siltojen lisääntyminen, jolla on vaikutusta erikoiskuljetusverkoston pienentymiseen. (Liikennevirasto 2015)

## 2.2 Omaisuuksienhallinta

### 2.2.1 Omaisuuksienhallinnan tehtävät ja tavoitteet

Infraomaisuuden tavoitteena on vastata vaadittuun palvelutasoon kustannustehokkaimmalla tavalla ennakoitujen tulevaisuuden tarpeita. Omaisuuksienhallinnassa pyritään maksimoimaan omistuksen arvo yritykselle tai organisaatiolle, minkä avulla voidaan tuottaa

palvelua käyttäjille. Omaisuudenhallinnassa ei keskitytä yksittäiseen omaisuuserään, vaan omaisuudenhallinnassa on tarkoitus määrittää koko omaisuuden kannalta kustannustehokkain tapa tuottaa palvelua tietyllä palvelutasolla tulevaisuutta ennakoiden. Omaisuudenhallinnan tavoitteena on siis hallita koko omaisuutta, eikä sen yhtä osaa tai yksikköä kustannustehokkaasti. (Alatypö & Paavilainen 2016)

Omaisuudenhallinnan lähtökohtana on, että omistaja on tietoinen omistuksistaan ja niiden kunnosta. Nämä tiedettäessä voidaan omaisuudelle asettaa tavoitteita ja vaatimuksia elinkaaren aikana. (Alatypö & Paavilainen 2016) Infraomaisuudessa organisaatioiden omaisuudet ovat suuria ja pitkäikäisiä, jonka vuoksi omaisuuserien toiminnalliset ja tekniset ominaisuudet voivat vaihdella merkittävästi pitkällä aikavälillä. Tämän takia on tärkeää tietää omaisuuden historia ja sen nykykunto, jotta voidaan arvioida omaisuuserän kustannusvaikutuksia organisaation budjettiin nykytilassa ja tulevaisuudessa (Alatypö & Paavilainen 2016; Virtala, Thompson & Ellis 2011).

Omaisuudenhallinnassa on hallittava ja ennustettava yhteiskunnan muuttuvia tarpeita, jotta omaisuus palvelisi käyttäjiä myös tulevaisuudessa. Infraomaisuus on pitkäaikaista omaisuutta, joten omistajan on varauduttava tuottamaan palvelua pitkällä aikavälillä tasaisesti käyttäjille (Alatypö & Paavilainen 2016). Infraomaisuudenhallinnassa on otettava huomioon esimerkiksi liikennemäärän muuttuminen ajan suhteen. Tämä on otettava huomioon toiminallisessa ja teknisessä suunnittelussa, jonka avulla luodaan mahdollisimman pitkäaikaisesti toimivia rakenteita palvelemaan käyttäjien tarpeita. Kysynnän ennustaminen on osa omaisuudenhallintaa, jotta infraomaisuus voi tuottaa palvelua kustannustehokkaasti (Alatypö & Paavilainen 2016).

Infraomaisuudenhallinnan kannalta ongelmana voidaan pitää sitä, että yhteiskunnan kehittyessä infraomaisuus ei enää täytä yhteiskunnan tarpeita. Esimerkkinä tästä voidaan pitää vanhojen siltojen suunnitellut kantavuudet eivät enää vastaa liikennemääriä ja liikenteen aiheuttamia rasituksia. Tämän seurauksena siltojen elinkaari voi pienentyä ja aiheuttaa elinkaarikustannuksien kasvamista. (Liikennevirasto 2015)

Omaisuudenhallinnan perusta koostuu palvelutasoista. Palvelutasoa valittaessa tilaaja määrittää tuotettavan palvelun tason suhteessa käyttäjien tarpeisiin. Infraomaisuudessa voidaan määritellä muun muassa käyttömäärien avulla palvelutasoa koskevia vaatimuksia. Palvelutasoilla on tiettyjä teknillisiä sekä toiminnallisia vaatimuksia, mitkä ohjaavat toisiaan. (Alatypö & Paavilainen 2016) Toiminnallisista vaatimuksista esimerkkinä on valtatie leveys ja ajonopeus suhteutettuna valtatie käyttäjämäärään. Valtatie kuormituskestävyys muodostuu rakennekerroksien materiaaleista ja niiden vahvuuksista, mitkä

ovat puolestaan esimerkki palvelutason teknillisistä vaatimuksista. Palvelutasoja määritettäessä on huomioitava käyttäjien tarpeiden muutokset pitkälläkin aikavälillä. Hankkeen alussa on jo huomioitava tulevaisuudessa mahdollisesti tarvittavat muutokset. Hankkeen elinkaaren aikana voidaan päivittää palvelutasoa, jotta pystytään vastaamaan käyttäjien vaatimiin uusiin tarpeisiin (Alatyppö & Paavilainen 2016).

OmaisuuDENhallinta on koko organisaatiosta riippuvainen johtamisjärjestelmä, jonka avulla organisaation johto ohjaa ja mahdollistaa omaisuuden kustannustehokkaan hyödyntämisen. Organisaation johto määrittelee tavoitteet omaisuudelle ja mahdollistaa seuraavien portaiden omaisuudenhallinnan ohjauksen. Strateginen suunnittelu ja ohjaus ovat merkittävässä osassa omaisuudenhallinnassa, sillä sen avulla pystytään ohjaamaan organisaation pitkäaikaisia päämääriä ja tavoitteita. Lisäksi ylempien johtoportaiden määrittelemät strategiat ja omaisuudenhallinnanpolitiikka ohjaavat vahvasti alempien johtoportaiden työtä ja mahdollisuuksia. (Alatyppö & Paavilainen 2016) Esimerkiksi rahoitusstrategia ohjaa organisaation omaisuudenhallinnan suuntaa, rahoituksen ollessa rajallista organisaatiossa. Rahoituksen määrä mahdollistaa vain tietyn määrän ylläpito- ja kehitysinvestointeja, joilla on suuri vaikutus omaisuudenhallintaan. Rahoituksen ohjaaminen kriittisille omaisuuksille on tärkeää, jotta voidaan saavuttaa omaisuudelle mahdollisimman suuri arvo.

## 2.2.2 OmaisuuDENhallinnan tietotarve

OmaisuuStieto on perusta, joka mahdollistaa useimmat omaisuudenhallinnan toiminnot. OmaisuuDENhallinnan perusideana on tietää mitä omistaa, omaisuudentila, missä omaisuus sijaitsee, mitä ominaisuuksia omaisuudella on, minkälainen ylläpitohistoria omaisuudella on ja mitä tulevaisuudessa omaisuudelle tehdään. (Virtala ym. 2011; Alatyppö & Paavilainen 2016)

Siltaomaisuuden kannalta on tärkeä tietää mitä omistaa, sillä se mahdollistaa tiedon jatkojalostamisen (Alatyppö & Paavilainen 2016; Virtala ym. 2011). Olemassa olevan tiedon perusteella voidaan esimerkiksi arvioida jälleenrakentamisen kustannuksia ja omaisuuden vikaantumisen todennäköisyyttä. Aiemmista kohteista kerätty tieto on tärkeää siirtää seuraaville projekteille, jotta suunnittelun tai rakentamisen aikaisia virheitä ei toistettaisi uusissa rakenteissa.

Sillan perustietoja ovat muun muassa rakentamisvuosi ja -menetelmät, käytetyt materiaalit, siltatyyppit ja mitoitusperusteet. Lisäksi perustietoihin kuuluvat oleellisesti sijainti- ja väylätiedot, mitkä mahdollistavat tarkemman omaisuusluokittelun. (Virtala ym. 2011) Sil-



tojen perustietoja voidaan hyödyntää myös osana tutkimustoimintaa, jonka avulla voidaan havaita virheitä ja kehitellä uusia menetelmiä. Lisäksi tietojen kerääminen ja analysointi mahdollistavat havaitsemaan ongelmia organisaation sisällä tai ulkopuolella rakentamis- tai suunnitteluvaiheiden menetelmissä ja käytännöissä. Tämä edesauttaa tulevaisuuden rakentamishankkeiden toteuttamisessa. Sijainti- ja väylätiedot ovat tärkeä osa omaisuudenhallintaa verkostotason ohjauksessa. Verkostotason omaisuudenhallinnan ohjauksella voidaan kohdistaa koko liikennejärjestelmän kannalta kriittisten omaisuuserien ohjausta. Parantamalla kriittistä omaisuuserää voi parantamisen hyödyt näkyä epäsuorasti myös muissa omaisuuserillä.

Siltaomaisuuden hallinnan merkittävänä osana on sillan kunto ja sen tiedostaminen sekä dokumentointi. Kuntotaso on kriittinen osa elinkaarikustannusten optimoimisessa. Siltojen omaisuudenhallinnan ja kustannusten hallinnan kannalta on tärkeää tehdä oikea-aikaisia korjausinvestointipäätöksiä, koska siltojen jälleenrakentamisen kustannukset ovat merkittävästi suurempia kuin oikea-aikaisten korjausinvestointien. (Virtala ym. 2011) Väyläviraston omistamien siltojen kuntoa seurataan systemaattisesti yleistarkastuksien avulla. Näiden avulla omaisuudenhallinnassa voidaan muodostaa tilannekuva omaisuuden nykytilasta. Kerätyn tiedon perusteella voidaan tehdä arvioita tulevaisuuden palvelutason ja elinkaarikustannusten muutoksista. (Liikennevirasto 2015; Virtala ym. 2011)

Sillan määräaikaistarkastuksien ja muun ylläpidon arkistoinnissa avulla saadaan tarkkaa historiatietoa omaisuudesta (Virtala ym. 2011). Lisäksi pienten korjaustöiden työmenetelmien ja laadunosoituksen merkitys osana sillan omaisuudenhallintaa on merkittävä. Näiden tietojen avulla voidaan todeta käytetyt rakennusmateriaalit ja menetelmät. Tämä mahdollistaa omaisuustietojen pysymisen ajankohtaisina koko sillan elinkaaren ajan. Tiedon jatkuva kerääminen omaisuudesta mahdollistaa omistajalle reaaliaikaisen tiedon omaisuuden tilasta. Seurannan laiminlyönti voi aiheuttaa myöhemmin suuremmat kustannukset korjaustöistä vaurioiden ollessa edenneet arvioitua pidemmälle (Liikennevirasto 2013).

Infraomaisuudenhallinnan oppaissa painotetaan, että tiedonkerääminen on oltava jatkuvaa ja osana normaalia toimintaprosessia. Omaisuustiedon tarpeellisuus tulee tiedostaa laajasti organisaation sisällä jokaisessa työyksikössä (Alatyyppö & Paavilainen 2016). Tietoa kerätessä tulee tiedostaa minkä vuoksi ja mihin tarkoitukseen tietoa kerätään sekä miten tietoa tullaan hyödyntämään jatkossa. Tiedon keräämisestä vastuussa olevien tahojen tietävyydellä käyttökohteista mahdollistetaan tiedon laadukkuus ja tiedostetaan tiedon hyödyllisyys.

Omaisuuuden tiedot mahdollistavat suurimman osan omaisuudenhallinnan toimista ja prosesseista (Alatyppö & Paavilainen 2016). Siltojen elinkaarien eri vaiheet vaativat erilaisia tietoja ja tuottavat vastaavasti uusia tietoja omaisuudenhallintaan. Tietojen säilyttämisen avulla mahdollistetaan, että tietoa voidaan hyödyntää eri analyysissä. Lisäksi tietoa on mahdollisuus hyödyntää elinkaaren muissa vaiheissa. Esimerkiksi sillan purkamisvaiheessa on oleellista tietää rakennusmateriaalit ja niiden ominaisuudet, jotta ne voidaan kierrättää ja käsitellä oikeaoppisesti.

### **2.2.3 Siltojen omaisuudenhallinta Väylävirastossa**

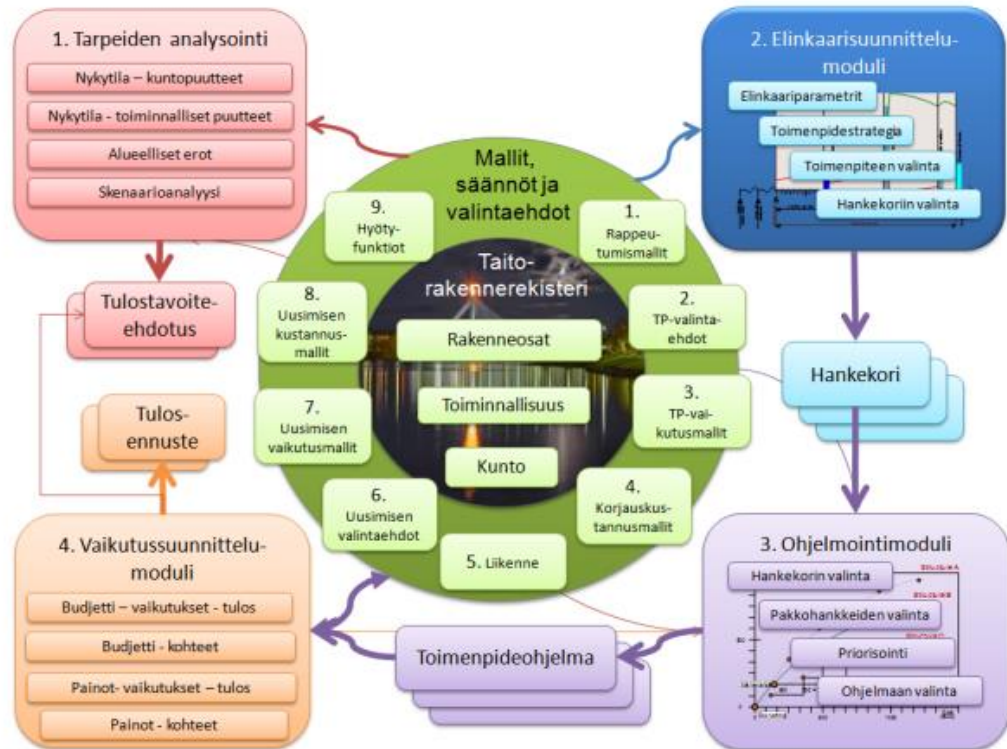
Väylävirasto ja ELY-keskukset käyttävät siltojen omaisuudenhallinnassa hyödyksi Taitorakennerekisteriin vietyjä tietoja. Kerättyjä tietoja käytetään eri analyysien lähtötietoina, jotka avustavat omaisuudenhallinnan päätöksien tekoa. Nykyisin käytössä on taitorakenteiden hallintajärjestelmä, joka muodostuu neljästä eri moduulista (Virtala ym. 2011). Taitorakenteiden hallintojärjestelmän pohjana toimii Taitorakennerekisteri, joka toimii omaisuustiedon tallennuspaikkana (Virtala ym. 2011; Liikennevirasto 2018).

Omaisuuudenhallinnan päätöksien tukemiseksi hallintojärjestelmässä on moduuleja, jotka tuottavat omaisuuden tiedoista prosessoitua tietoa. Nämä moduulit mahdollistavat omaisuudenhallinnan eri toiminnot ja edesauttavat käyttäjää vertailemaan omaisuuserien virheitä ja tarpeita toisiin omaisuuseriin. Taitorakennerekisterissä olevat moduulit ovat tarpeiden analysointi, elinkaarisuunnittelu-, ohjelmointi- ja vaikutussuunnittelumoduuli (kuva 6). Taitorakenteiden hallintajärjestelmä toimii kolmella eri tasolla, jotka palvelevat eri tarpeita riippuen käyttäjän tarpeista. Hallintajärjestelmässä on tasoja, jotka palvelevat eri hallinnon- ja ohjelmointitasoja. Tasoja ovat rakenne-, ohjelma- ja verkostotaso, mikä mahdollistaa hallintajärjestelmän hyödyntämisen omaisuudenhallinnan monella hierarkkisella tasolla. (Virtala ym. 2011)

Väyläpidossa väylälle on asetettu monia tavoitteita sen toimivuudelle, jotta se palvelisi tehokkaasti käyttäjiä. Näitä tavoitteita ovat kunto, liikenneturvallisuus, toimivuus, elinkaaren kustannukset, ympäristö ja säilyvyys. Hallintajärjestelmän avulla voidaan luoda analyysieja, joissa painotetaan tavoitteita käyttäjän haluamalla tavalla. (Virtala ym. 2011) Tällöin mahdollistetaan kaikkien tavoitteiden huomioiminen osana taitorakenteiden hallintaa.

Moduulien monikriteerianalyysien avulla päättäjällä on mahdollisuus ottaa huomioon kaikki väyläpidon tavoitteet. Moduulien avulla voidaan tehdä optimisin päätös. Monikriteerianalyysin avulla voidaan määrittää kuntotason, toiminnallisuuden, turvallisuuden, ympäristön, vahingonsietokyvyn ja elinkaarikustannusten avulla kohteille toimenpiteitä

tärkeysjärjestykseen. Monikriteerianalyyseissa yhdistetään kriteerien yksittäisten analyyseiden pohjalta optimaalisiin ratkaisumalliin. Tietojärjestelmän käyttäjällä on mahdollisuus painottaa kriteereitä parhaakseen katsomalla tavalla. Tietojärjestelmän tehtävänä on tukea järjestelmän käyttäjän tarpeita ja mahdollistaa optimistisimmat kohteet kriteerien perusteella valittavaksi. (Virtala ym. 2011)



**Kuva 6: Väyläviraston taitorakenteiden hallintajärjestelmän toimintaperiaate. (Virtala ym. 2011)**

Tarpeiden analysoinnin moduulin tehtävä on mahdollistaa tarkastelu organisaation omaisuudesta, sen tilasta sekä alueellisista eroista (Virtala ym. 2011). Lisäksi tarpeiden analysoinnin moduulin avulla voidaan muodostaa skenaarioanalyysi, joka kuvaa päätöksen pitkäaikaisvaikutusta koko omaisuuteen. Tarpeiden analysointi on merkittävässä osassa, koska sen pohjalta voidaan tehdä päätöksiä rahoitusstrategiasta, omaisuuden hallinnan suurista linjoista sekä tulevaisuuden rahoitustarpeista (Alatyyppö & Paavilainen 2016). Moduulin tehtävänä on organisaation omaisuuden jatkuvuuden kannalta kriittinen, koska se mahdollistaa pitkäaikaisen omaisuuden hallinnan suunnittelun ja varautumisen poikkeaviin tilanteisiin.

Elinkaarisuunnittelumoduuli on tärkeä osa tietojärjestelmää, koska sen avulla voidaan arvioida rakenteen elinkaaren kulkua ja siitä syntyviä kustannuksia. Elinkaarisuunnittelumoduulin avulla arvioidaan sillan nykytila ja aikaisempien ennusteiden perusteella sillan kunnan heikentymistä ja elinkaarikustannuksien muutoksia (Virtala ym. 2011). Niiden

pohjalta moduuli arvioi optimaalisimman toimenpidesuosituksen ja toteutusajankohdat. Tämä mahdollistetaan, että sillan toimivuus varmistetaan ja samalla minimoidaan elinkaarikustannusten nousua. Elinkaarisuunnittelumoduuli ehdottaa analyysien pohjalta käyttäjälle hankekoreja, jotka voidaan arvioida ohjelmointimoduulissa (Virtala ym. 2011).

Ohjelmointimoduulin tehtävä on arvioida elinkaarisuunnittelumoduulin ehdottomia hankekoreja, joiden pohjalta käyttäjä voi suunnitella toimenpideohjelmia toteutettavaksi. Moduulin avulla voidaan arvioida toimenpiteiden kriittisyyttä ja voidaan muodostaa toimenpideohjelmia. Lisäksi käyttäjän on priorisoitava tiettyjen toimenpiteiden välillä, koska rahoituksen takia kaikkia ehdotettuja toimenpiteitä ei voida suorittaa. (Virtala ym. 2011) Käyttäjä määrittelee eri tavoitteiden perusteella optimillisimman toimenpideohjelman toteutukseen.

Vaikutustensuunnittelumoduulin avulla voidaan arvioida toimenpideohjelmien yhteisvaikutusta budjettiin ja taitorakenteen kaikkiin tavoitteisiin. Vaikutustensuunnittelumoduulissa voidaan tarkastella toimenpiteiden vaikutusta rakenne-, ohjelma- ja verkostotasolla. Moduulin pohjalta voidaan muodostaa tulosennuste, joka kuvaa muutoksien ennustettua kokonaisvaikutusta omaisuuteen. (Virtala ym. 2011) Tällöin voidaan arvioida toimenpiteiden vaikutusta osana liikennejärjestelmää, jonka avulla voidaan valita hyödyllisimmät toimenpiteet osana suurempaa järjestelmää. Esimerkiksi voidaan arvioida toimenpiteiden vaikutusta alueellisen liikennejärjestelmän toimivuuteen tai turvallisuuteen.

## 3 LAATURAPORTOINTI

### 3.1 Rakentamisen laatu Suomessa

Laatu on käsitteenä laaja ja kirjallisuudesta löytyy monia määritelmiä mitä laatu on. ISO 9000 -standardisarjan mukaisesti laatu määritellään missä määrin kohteen luontaiset ominaisuudet täyttävät sille asetetut vaatimukset. Standardin määritelmä on yleinen, joka on suunniteltu sopivaksi kaikille aloille. Laadulle on lisäksi olemassa alakohtaisia määritelmiä. Nämä kuvaukset ovat muodostuneet alan asiantuntijoiden näkemysten perusteella, ja ne kuvaavat tarkemmin alojen näkemystä laadusta verrattuna yleiseen määritelmään. (Juhani Anttila 2016)

Rakentamisen laatu on yhtä lailla irrallinen käsite ja sitä voidaan tarkastella monesta eri näkökulmasta, joita yleisesti ovat suunnittelun, tuotannon, asiakkaan ja ympäristön laatu (Rakennustieto 2017). Monesti nämä näkökulmat vaikuttavat toisiinsa. Esimerkiksi mikäli rakennussuunnitelmat ovat laadullisesti heikkoja, vaikuttaa se selvästi tuotannon kykyyn vastata tilaajan asettamiin vaatimuksiin ja tavoitteisiin.

Suunnittelun laatu rakentamisessa tarkoittaa kuinka hyvin suunniteltu työ vastaa tilaajan asettamia vaatimuksia ja tavoitteita. Lisäksi suunnitelmat koetaan laadukkaina, jos ne ovat toteutuskelpoiset, ristiriidattomat toisien suunnitelmien kanssa sekä vastaavat hyvin rakentajien tarpeita. Tuotannon laatu rakentamisessa tarkoittaa rakennustöiden toteuttamista suunnitellussa aikataulussa, turvallisesti, tilaajan asettamien laatuvaatimusten mukaisesti sekä kustannustavoitteessa. (Rakennustieto 2017)

Asiakkaan näkökulmasta rakentamisen laatu koostuu siitä, miten asiakas kokee rakentamisen onnistuneen vastaamaan vaatimuksia ja odotuksia (Rakennustieto 2017). Asiakkaan kokema laatu voi vaihdella merkittävästi rakennushankkeissa, koska yksittäisten henkilöiden näkemykset vaihtelevat paljon. Ympäristökeskeinen laadulla tarkoitetaan sitä, kuinka rakentaminen vastaa ympäristönsä ja yhteiskunnan asettamia vaatimuksia ja odotuksia (Rakennustieto 2017). Esimerkiksi rakennustöiden seurauksena hienojakoinen kiviaines on päässyt leviämään työmaan ulkopuolella ja aiheuttanut läheisen vesistön sameutumisen. Tämän seurauksena vesistön käyttäjien ja ympäristötarkastajien näkökulmasta rakennushanketta ei ole toteutettu laadukkaasti.

Rakennushankkeen laatuun vaikuttaa moni eri osapuoli, joilla kaikilla on näkemyksensä ja tavoitteensa hankkeen toteuttamiseen. Kaikilla rakennushankkeen osapuolilla on vaikutusta hankkeen lopulliseen laatuun. Rakennushankkeen osapuolina ovat tilaaja, lopullinen käyttäjä, urakoitsija, suunnittelija ja viranomaiset sekä yhteiskunta. Tilaaja asettaa

rakennushankkeissa eri osapuolille vaatimuksia, joiden pohjalta osapuolet suunnittelevat työnsä toteutuksen. Tilaajan on osoitettava osapuolille selkeästi tavoitteensa ja vaatimuksensa ennen hankkeen toteuttamista, jotta osapuolilla on mahdollisuus toteuttaa työnsä annettujen vaatimusten rajoissa. Tilaajalla on suuri vaikutus rakennushankkeen laatuun, koska tilaaja rakennushankkeen tavoitteisiin ja odotuksiin hankkeesta alusta asti.

Rakennusalalla urakoitsija on velvollinen osoittamaan tilaajalle täyttävänsä lopputuotteelle asetetut vaatimukset. Urakoitsijan on argumentoiva tilaajalle, että tuote tai rakenne täyttää sille asetetut vaatimukset. Laatumittaukset ja -dokumentointi rakennusalalla on yleisesti objektiivista eli kaikkien tarkastajien pitäisi päätyä samaan lopputulokseen, että täyttääkö rakenne tai tuote sille asetetut vaatimukset. Tarvittava määrä laatuun liittyvää argumentointia määräytyy tilaajan asettamien vaatimusten mukaisesti.

Rakennusala on projektiluontoinen ala eli työkokonaisuudet ovat määrämittäisiä ja niiden sisältö vaihtelee. Tilaajan ja urakoitsijan mielipiteet sekä näkemykset voivat erota merkittävästi toisistaan projektin aikana. Projektin laadunosoittamisesta voi tulla näkemuseroja tilaajan ja urakoitsijan välille, jos tilaaja ei ole määrittänyt laadunosoittamista urakoitsijalle riittävän hyvin ja yksiselitteisesti. Eroavaisuuksia syntyvät muun muassa tilanteissa, jossa urakoitsijan näkemyksen mukaan laadunosoittamiseen riittäisi vähemmän ja tilaajan mielestä laadunosoitus ei ole riittävää. Rakennusalalla voidaan katsoa laadun määritelmän olevan varsin selkeä kaikille osapuolille. Näkemuseroja voi syntyä tilanteissa, jossa laadunosoittamisen riittävyys vaihtelee paljon projektien välillä. Esimerkiksi urakoitsijalle on aikaisemmissa urakoissa riittänyt kolme laatumittausta laadunosoittamiseen ja eri tilaaja voi vaatii neljä laatumittausta samalle tuotteelle. Rakennuttajaorganisaatioiden sisällä voi olla eri käsityksiä mikä on riittävä laadunosoituksen määrä, mutta organisaatioissa voidaan puuttua asiaan määrittelemällä yhteiset vaatimukset.

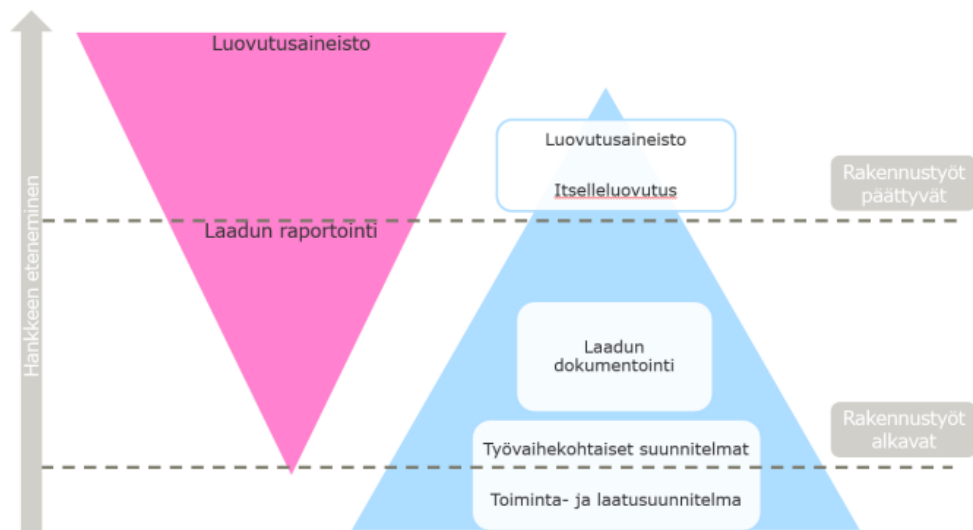
## ***3.2 Laaturaportoimisen tausta ja tavoitteet***

### **3.2.1 Väylähankkeiden luovutusprosessi**

Laaturaportointi on osa projektin luovutusaineistoa, jonka urakoitsija luovuttaa tilaajalle osana koko projektin luovutusta. Luovutuksen tehtävänä on siirtää valmiin kohteen omistus ja hallinta urakoitsijalta omistajille ja käyttäjille (Koski 2004). Luovutuksessa urakoitsija kokoaa urakan aikana tuottamansa laadunosoituksen aineiston luovutusaineistoksi, jonka luovuttaa tilaajalle. Luovutuksessa urakoitsijan on osoitettava, että tuote vastaa

tilaajan vaatimuksia ja urakkasopimuksen mukaiset velvoitteet on täytetty. (Tiehallinto 2006)

Väylähankkeissa noudatetaan nykyisin laatuvarusturakentamisen periaatteita. Laatuvarusturakentamisessa urakoitsija suunnittelee urakan kokonaisvaltaisen toteuttamisen ja laadunosoituksen tilaajan vaatimusten mukaisesti. (Väylävirasto 2020b) Urakoitsijalla on velvollisuus osoittaa objektiivisen laadunosoituksen avulla tilaajalle työn sopimuksen mukaisuus. Väyläviraston ohjeiden mukaisesti laatuvarusturakentamisessa urakoitsijan on aloitettava hankkeen alussa luovutusaineiston kokoaminen (kuva 7). Tämä toimintatapa mahdollistaa tilaajan ja urakoitsijan yhteistyön laatu- ja suunnitelmapoikkeamien tapauksissa, koska urakoitsija tai tilaaja voivat havaita poikkeamia osana laadunosoitusta ennen rakenteiden peittämistä. Rakenteiden peittämisen jälkeen virheiden korjaaminen on haastavampaa. Lisäksi luovutusaineiston kokoamisen ja laadunosoittamisen aloittaminen urakan alussa pienentää riskiä laatudokumentoinnin häviämiseen urakan aikana sekä tasapainottaa urakoitsijan laadunosoituksen tasaisemmin urakan ajaksi. (Väylävirasto 2020b)



**Kuva 7: Laatuvarusturakentamisessa laaturaportoimisen tavoitetila ja kuvaus ei toivotusta laadunosoittamisesta. (Väylävirasto 2020b)**

VTT:n tutkimuksessa "Rakennushankkeen luovutusprosessin kehittäminen" vuodelta 2004 tavoitteena oli tunnistaa luovutusprosessissa tapahtuvia virheitä ja kehittää toimenpiteitä niiden vähentämiseen. Tutkimuksen mukaan keskeisempiä virheitä luovutusprosessissa oli suunnitelmien yhteensopimattomuus, puutteellinen aikataulusuunnittelu, luovutusaikataulusta lipsuminen, luovutustehtävien laiminlyönti, käytönopastus sekä ti-

laajan ja urakoitsijan yhteistyö. Tutkimuksen kehitysideointi on realisoitunut rakennus- alalle laajasti. Tutkimuksessa yhtenä kehitysideana oli muun muassa sitoa luovutuksen tärkeimmät tehtävät maksueriin, joka on nykyisin infrarakentamisen alalla laajassa käytössä.

### **3.3 Siltojen laaturaportointi Suomessa**

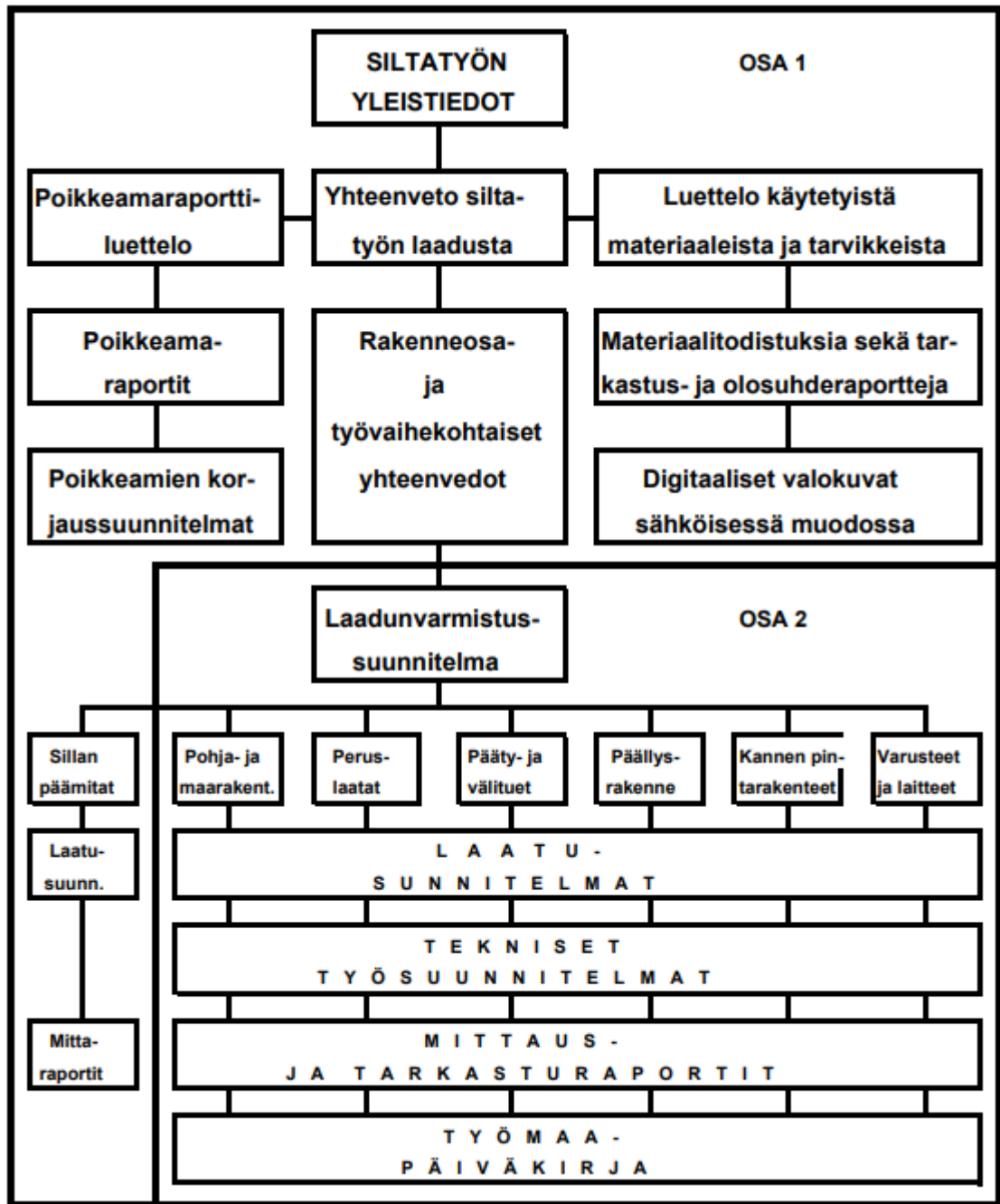
Sillan laaturaportoinnilla tarkoitetaan voimassa olevan "Siltojen laaturaportoinnin - laatimisohteen (2006)" mukaan urakoitsijan kokoamaa raporttia, jolla urakoitsija osoittaa rakenteen, tietyn työkokonaisuuden tai rakenneosan vaatimustenmukaisuuden. Nykyisen ohjeen mukaan sillan laaturaportti palvelee sillan tulevaa hoitoa, ylläpitoa ja käyttöä. Tällöin sillan laaturaportti on tilaajalle muutakin kuin vain urakoitsijan argumentointi rakenteen laatuvaatimusten toteutuksesta. Laaturaportin hyödyntäminen sillan käytön ja ylläpidon aikana voi olla monelle urakoitsijalle ja tilaajalle vaikea ymmärtää. Laaturaportoinnin tiedot ovat paljon kattavampia kuin suunnitelma-asiakirjoissa on esitetty. Esimerkiksi suunnitelma-asiakirjoissa betoni on määritelty lujuusluokan, kiviaineksen maksimiraekoon ja P-luku vaatimuksen mukaisesti. Laaturaporttien tiedot betoneista kattavat suunnitelma-asiakirjojen lisäksi muun muassa betonin suhteutustiedot. Näitä lisätietoja voidaan käyttää esimerkiksi alkalikiviainesreaktioiden vaurioitumisnopeuksien arvioimiseen, johon vaikuttaa kiviaineksen lisäksi muun muassa sementin määrä ja tyyppi (Lahdensivu & Husaini 2015).

Siltojen laaturaportointi Suomessa perustuu urakoitsijan urakan aikana laatimaan laaturaportointiin, joka laaditaan voimassa olevan "Siltojen laaturaportointi - laatimisohteen" mukaisesti. Urakoitsijalla on kokonaisvastuu työn laadusta ja urakoitsija osoittaa sillan vaatimustenmukaisuuden laaturaportilla. Siltojen laaturaportti laaditaan ohjeistuksen mukaisesti jokaisesta sillasta erikseen. Ohjeistuksessa vaaditaan, että uusista silloista on tehtävä kaikki ohjeistuksessa mainitut laadunosoitukset ja sillan yleistiedot. Laatimisohteen mukaisesti korjausrakentamisen kohteissa tilaaja arvioi korjaustöiden laajuuden perusteella riittävän työn laadunosoituksen. (Tiehallinto 2006)

"Siltojen laaturaportointi - laatimisohteen" mukaisesti laaturaportointi koostuu kahdesta osasta (kuva 8). Ensimmäinen osa sisältää sillan yleistiedot, yhteenvedot sillan kokonaislaadusta ja rakenneosista, poikkeamaraportit, materiaali- ja tarviketiedot sekä osan tarkastus- ja olosuhteraportteista ja urakoitsijan ottamat valokuvat töiden toteuttamisesta. Ensimmäinen osa sisältää osan urakoitsijan laatimista laatusuunnitelmista ja sillan päämitat sekä pitkäaikaiskestävyyden kannalta kriittiset mittausraportit. (Tiehallinto



2006) Ohjeistuksen tekijät ovat ajatelleet, että ensimmäisen osan tiedot ovat tärkeitä sillan hoidon, ylläpidon ja käytön kannalta. Ohjeistuksen mukaan sillan laaturaportin ensimmäinen osa on säilytettävä sillan koko elinkaaren ajan (Tiehallinto 2006).



**Kuva 8: Sillan laaturaportoimisen rakenne voimassa olevan ohjeistuksen mukaisesti. (Tiehallinto 2006)**

Sillan laaturaportin toiseen osaan urakoitsija kokoaa sillan laatu-, tekniset suunnitelmat, mittaus- ja tarkastusraportit sekä työmaapäiväkirjat. Toisessa osassa on urakoitsijan

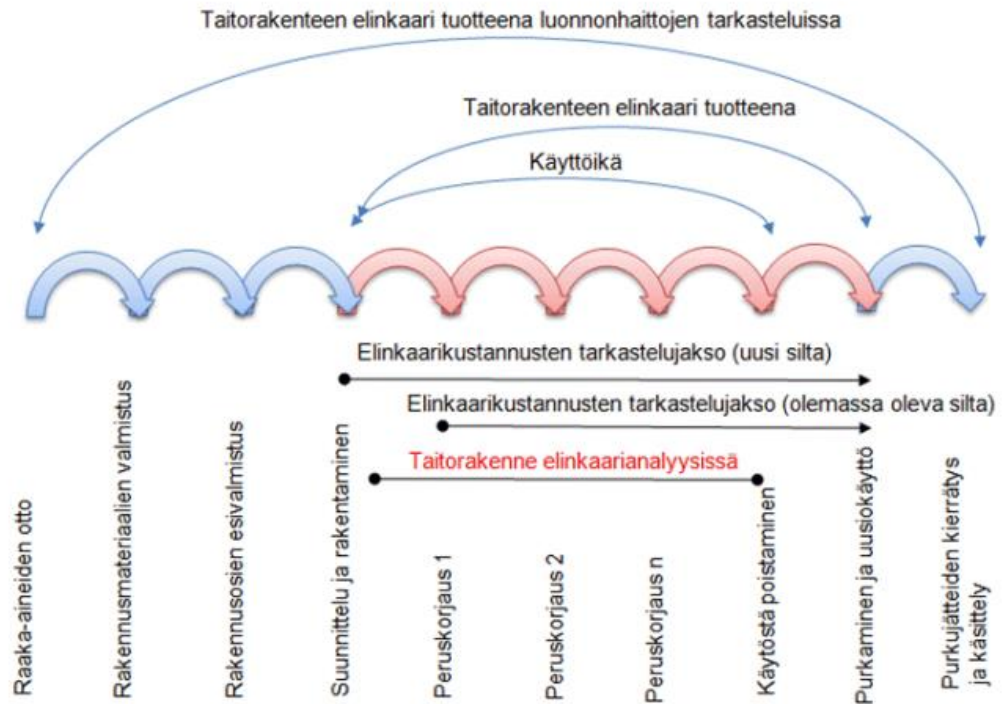
kaikki laadunosoitusmittaukset ja työnaikaiset suunnitelmat. Toisessa osassa on enemmän tietoa siitä, kuinka urakoitsija on toteuttanut työt sekä urakoitsijan laadunosoitukset rakenneosakohtaisesti. Ohjeistuksen laatijoiden näkökulmasta toisen osan tiedoilla ei ole suurta käyttöarvoa urakan takuuajan jälkeen, koska ohjeistuksen mukaisesti sillan laaturaportin toisen osan voi hävittää takuuajan päätyttyä. (Tiehallinto 2006) Nämä tiedot ovat tärkeitä urakan aikana, koska urakoitsija työnaikaiset suunnitelmat ovat ohjanneet sillan rakentamista ja vaikuttaneet sillan rakentamisen laatuun. Lisäksi toisen osan tiedoissa on merkittävä osa urakoitsijan sillan laadunosoituksesta.

### **3.4 Siltojen laaturaportoimisen vaikutus elinkaareen**

Sillan elinkaarella tarkoitetaan aikaa sillan valmistumisesta purkamiseen asti (kuva 9). Toinen tapa sillan elinkaaren määrittämiselle on elinkaari tuotteena luonnonhaittojen näkökulmasta, jossa elinkaari alkaa raaka-aineiden otosta ja loppuu purkujätteen kierrätykseen ja käsittelyyn. Elinkaariajattelun tavoitteena on pohtia rakenteen toimivuutta, kustannuksia ja seurauksia koko rakenteen tai rakennusmateriaalien olemassaolon ajalta. Tällöin suunnittelussa voidaan ottaa huomioon rakenteiden pitkäaikaiskestävyys ja elinkaaren aikaiset syntyvät kustannukset sekä vaikutukset ympäristöön.

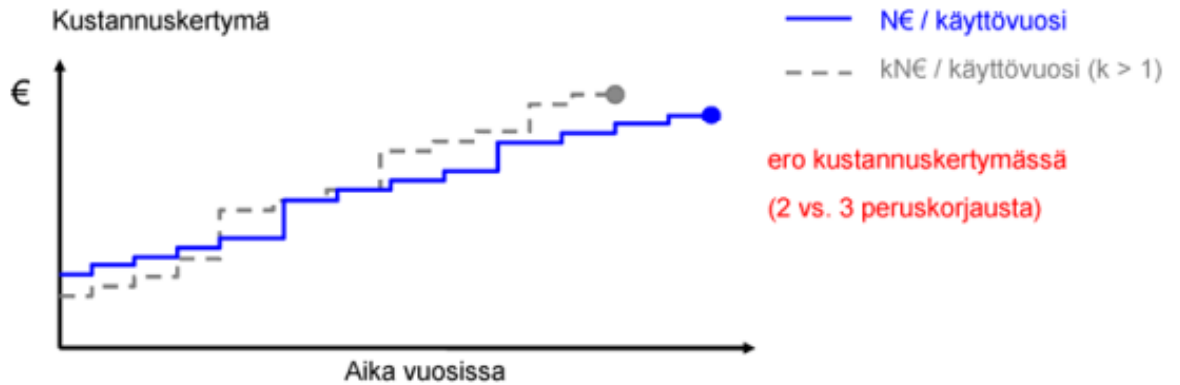
Uusien siltojen oletettu elinkaari määräytyy suunnittelukäyttöiän perusteella, mikä on puusilloilla 50 vuotta ja muilla silloilla 100 vuotta. Hankekohtaisesti siltojen suunnittelukäyttöikä voidaan määrittää eri mittaiseksi kuin edellä on mainittu. Suunnittelukäyttöikä saavutetaan, jos siltaa ylläpidetään oikeaoppisesti ja alkuperäinen rakenne on rakennettu suunnitelmien mukaisesti. (Liikennevirasto 2015) Siltojen elinkaarta arvioidaan Suomessa jatkuvasti määräaikaistarkastuksin, joiden avulla seurataan sillan kuntoa ja ikääntymistä (Liikennevirasto 2013). Määräaikaistarkastuksin voidaan arvioida, onko silta ikääntynyt oletetulla tavalla ja onko siihen syntynyt muita vaurioita. Nämä vauriot voivat olla rakentamisaikaisia virheitä tai käyttäjien aiheuttamia muun muassa törmäykset tai ilkivalta. Määräaikaistarkastuksien perusteella voidaan arvioida uudestaan sillan elinkaaren kestoa, kustannuksia ja toimenpidetarvetta. (Virtala ym. 2011)

Sillan elinkaaren aikana tehtävät toimenpiteet ja ajankohdat vaihtelevat siltojen välillä. Suomessa on kokemukseräisesti määritetty rakenteille arvioita uusimisväleistä. Esimerkiksi reunapalkkien käyttöikään vaikuttaa merkittävästi sillan ympäristön kuormittavuus. (Liikennevirasto 2015)



**Kuva 9: Taitorakenteen elinkaaren kuvaus. (Virtala ym. 2011)**

Siltojen vaurioitumisen syyksi on yleisesti ilmoitettu suunnittelukuormien ylittyminen ja ikääntyminen sekä rakennusmateriaalien tyypilliset vauriot (Liikennevirasto 2015) Sillan elinkaaren kannalta on tärkeää seurata rakenteiden kuntoa käytön aikana, jotta mahdollisiin vaurioihin voidaan reagoida ennen merkittävää vaurioitumista. Ennakoivalla ja oikea-aikaisella ylläpidolla voidaan saada merkittäviä elinkaarikustannussäästöjä ja käyttöiän pidentämistä (kuva 10) (Korhonen, Lämsä, Söderqvist, Juvonen & Kiviluoma 2009). Käytön aikana syntyneet vauriot synnyttävät uusia vaurioitumismekanismeja, jotka mahdollistavat uusien vaurioiden syntymisen. Tällöin vauriot voivat lisääntyä merkittävästi, joka aiheuttaa korjauskustannuksien kasvamista ja aiheuttaa suurempia elinkaarikustannuksia kuin oikea-aikaisen ylläpidon kustannukset.



**Kuva 10: Ennakoivan ja reagoivan ylläpidon kustannuskertymät. (Korhonen ym. 2009)**

Betonisiltojen kannalta merkittäviä riskejä vaurioitumiselle ennen suunniteltua peruskorjausta ovat rakentamisen aikaiset virheet, suunnitelmakuormien ylittäminen ja ympäristökuormitukset. Rakentamisen aikaiset virheet voivat olla esimerkiksi suunniteltua ohuempi suojabetoni tai heikosti tiivistetty betoni. Suunnittelukuormien ylittyminen aiheuttaa rakenteella siirtymiä ja halkeilua, joka kiihdyttää rakennusmateriaalille tyypillisten vaurioiden ilmaantumista. Ympäristökuormituksien tapauksessa kostea ympäristö mahdollistaa raudituksen korroosiovaurioiden syntymistä. Lisäksi kloridin pääseminen kontaktiin betonin kanssa kiihdyttää betonin kunnan heikentymistä. (Liikennevirasto 2015) Betonisiltojen vauriot synnyttävät uusia vaurioitumismekanismeja eli mahdollistavat lisävaurioitumista. (Liikennevirasto 2015) Vaurioiden lisääntyminen kasvattaa korjaustoimenpiteiden hintoja, joten kustannustehokkainta olisi reagoida nopeasti esimerkiksi vedeneristeen vuotoihin.

## 4 HAASTATTELU- JA AINEISTOTUTKIMUS

### 4.1 Tutkimuksen tausta, kohteet ja rajaukset

Diplomityössä tehtiin anonyymiset haastattelu- ja aineistotutkimukset sillan laaturaporttoimisesta, jotta saadaan muodostettua kuva sillan laaturaporttoimisen tilasta nykyhetkellä. Lisäksi tavoitteena tutkimuksissa oli saada haastateltavien näkökulmasta mielipiteitä sillan laaturaporttoimisen kehittämiseen, jotta tulevaisuudessa sillan laaturaportointia voidaan hyödyntää tehokkaammin omaisuudenhallinnassa. Haastattelu- ja aineistotutkimuksen ajatuksena oli hyödyntää alalla toimivien asiantuntijoiden ja urakoitsijoiden näkemyksiä sillan laaturaporttoimisen nykyjärjestelmästä, jotta voidaan tunnistaa ongelma-alueita ja niiden pohjalta pystytään kehittämään kehitysideoita.

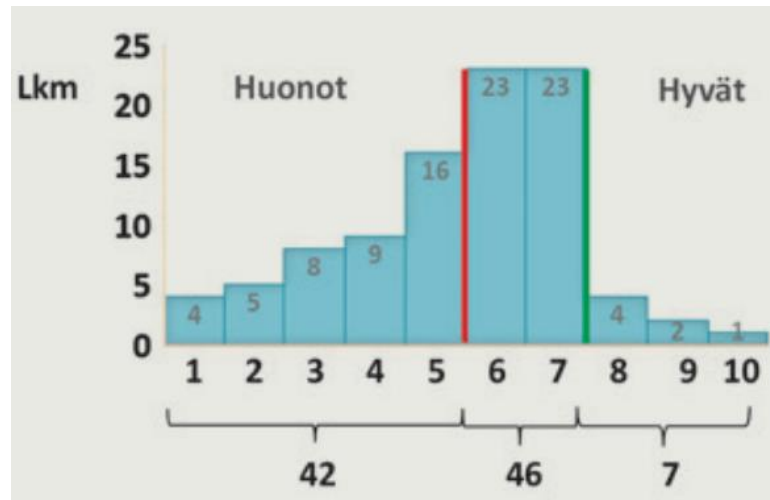
Haastateltavia oli tutkimuksessa laajasti eri puolelta Suomea, jotta tutkimuksessa saataisiin kattava käsitys siltojen laaturaporttoimisen nykytilasta ja kehittämismahdollisuuksista. Haastattelututkimuksessa haastateltiin tilaajaorganisaatioiden silta-asiantuntijoita ja urakoitsijoita, koska molemmilla sidosryhmällä on eri näkökulma siltojen laaturaporttoimiseen. Haastateltavia henkilöitä oli yhteensä 17, joista 11 oli urakoitsijoita ja 6 silta-asiantuntijoita.

Silta-asiantuntijoiden haastatteluissa tavoitteena oli selvittää, kuinka siltojen laaturaportointia voitaisiin hyödyntää paremmin omaisuudenhallinnan näkökulmasta. Toinen tavoite silta-asiantuntijoiden haastatteluissa oli selvittää siltojen laaturaporttoimisen nykytila heidän näkökulmastaan. Silta-asiantuntijat työskentelivät suunnitteluttamisen ja rakennuttamisen tehtävissä siltahankkeilla. Tällöin saatiin rakentamisen tilaajaorganisaation näkökulma siltojen laaturaporttoimiseen sekä siltojen omaisuudenhallintaan.

Päätoteuttajien haastatteluissa tavoitteena oli selvittää, kuinka laatudokumenttien ja -raporttien tuottaminen toimii nykyään ja voitaisiinko sitä kehittää paremmaksi. Toisena tavoitteena oli selvittää vaikuttaako laaturaporttoimisen laatuvaatimusten eroavaisuudet kilpailutilanteeseen ja miten kilpailutilannetta voitaisiin tasapainottaa urakoitsijoiden välillä.

Työn aineistotutkimuksen taustana oli vuonna 2018 julkaistu VTT:n betonisiltojen lujuustutkimus, jonka osatutkimuksena arvosteltiin 95 vuosina 2005–2016 valmistuneiden siltojen laaturaportit. VTT:n tutkimuksessa selvitettiin, oliko kohteissa noudatettu tilaajan edellyttämiä laadunvarmistustoimia ja oliko laaturaportointi tehty tilaajan vaatimusten mukaisesti. VTT:n tekemässä tutkimuksessa havaittiin, että 6 prosentilla tutkituista silloista oli vaatimukset täyttävä laaturaportti. Lisäksi seitsemän sillan laaturaportit olivat

laskettavissa hyväksi ja 42 laaturaportit määriteltiin olevan huonoja. VTT:n tutkimuksessa myös havaittiin, että 34 prosentilla silloista ei ollut laaturaportointia lainkaan. (kuva 11)



**Kuva 11: VTT:n Betonisiltojen laaturaportointitutkimuksen tulokset. (Salparanta ym. 2018)**

Aineistotutkimus rajauksena oli uudissillat, koska nykyinen laaturaportoinnin ohjeistuksessa on selkeät vaatimukset uudissiltojen laaturaportointiin. Korjattavien siltojen laaturaportoinnin laajuuden määrittää tilaaja korjaustöiden laajuuden perusteella. Tämän takia tutkimuskohteet olisivat eronneet liian paljon toisistaan, jonka takia päädyttiin rajaamaan tutkimus uudiskohteisiin. Tutkimuksessa ei tehty liikennemuotojen välille rajauksia, koska laaturaportoinnin vaatimuksissa ei ole eroja liikennemuotojen välillä.

Aineistotutkimukseen kohteet olivat tie- ja ratakohteista. Tällöin mahdolliset eroavaisuudet siltojen laaturaportoinnin liikennemuotojen välillä olivat osa tutkimusta.

## 4.2 Tutkimuksen toteutus

Työn haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina, koska tutkimuksessa ilmeni selvästi kaksi aihetta eli haastateltavan näkemys nykyisestä sillan laaturaportoinnista ja kuinka sitä voitaisiin kehittää hyödyllisemmäksi. Teemahaastattelumenetelmä mahdollisti riittävästi haastattelujen ohjauksen. Haastattelumenetelmänä se mahdollisti aiheesta hyvin pysymisen, ja samalla menetelmä ei sitonut haastateltavan vastauksia liiaksi kysymyksen muotoiluun. Tämän takia haastateltavien näkemykset aiheesta olivat todellisuutta vastaavia ja rajauksettomia. Tällöin haastateltavalla oli mahdollista kertoa asiaan vaikuttavasta asiasta, vaikka se ei olisi ollut suoraan kytköksissä aiheeseen.

Silta-asiantuntijat koostuivat ELY-keskuksien siltainsinööreistä ja rakennuttamisen projektipäälliköistä. Haastatteluissa päädyttiin ELY-keskuksien siltainsinööreihin, koska heidän työtehtäviinsä kuuluu alueen siltojen suunnitteluttamista ja ylläpito-ohjelmoinnin tehtävät. ELY-keskuksien silta-insinöörit ovat mukana sillan elinkaaren eri vaiheissa, joten heidän kokemuksensa siltojen laaturaporttien hyödyntämisessä sillan elinkaaren aikana on laaja. Rakennuttamisen projektipäälliköiltä kysyttiin samoja teemoja kuin ELY:n siltainsinööreiltä, mutta keskustelut ohjautuivat enemmän havaintoihin päätoteuttajien laaturaportoimiskäytäntöihin.

Päätoteuttajia haastateltiin työhön, koska he toteuttavat laaturaportoimisen laatimisen sekä laatudokumenttien tuottamisen työmaalla. Tämän takia monilla urakoitsijalla on laaja käsitys laaturaportoimisen mahdollisista heikkouksista ja parannusehdotuksia. Lisäksi urakoitsijoita haastateltiin voimassa olevan laaturaportin laatimisohteen käytettävyydestä ja kehitysideoista. Haastatellut päätoteuttajat olivat vaihtelevan kokoisista yrityksistä sekä työmaahenkilöstön kokemukset sillan rakentamisesta vaihtelivat paljon haastateltavien välillä. Haastateltavien kokemusten vaihtelu oli hyödyllistä, koska tällöin haastateltavien otanta vastasi hyvin todellisuutta. Päätoteuttajia haastateltiin yhteensä 11 henkilöä, jotka olivat kymmenestä eri yrityksestä. Haastateltavat henkilöt työskentelivät yrityksissä, joiden koko oli vaihtelevasti kansainvälisten ja paikallisten yritysten välillä.

Aineistotutkimus tehtiin päätoteuttajille, joilla oli meneillään uuden sillan rakentamisen sisältävä hanke. Aineistotutkimuksessa auditointiin urakoitsijan kohteesta yhden rakennesosan laatuaineisto. Aineistotutkimuksen avulla muodostettiin kuva laatuaineiston tuottamisesta urakan aikana. Aineistotutkimukseen auditointiin lisäksi yksi rakennesosa kymmenestä vuosina 2018–2020 valmistuneen sillasta, jotta aineistotutkimus kuvaisi tarkemmin lähiaikojen laaturaportoimisen laatua. Aineistotutkimuksessa arvosteltiin yhteensä 17 siltaa, joista 12 oli vuosina 2018–2020 valmistuneet ja 7 sillan rakentaminen oli arvosteluhetkellä vielä kesken.

## 5 HAASTATTELUIDEN TULOKSET

### ***5.1 Sillan elinkaaren kannalta olennainen sisältö laaturaportissa***

#### **5.1.1 Silta-asiantuntijoiden näkemys nykyisestä laaturaportista**

Tehtyjen haastatteluiden perusteella voidaan todeta, että tilaajaorganisaation silta-asiantuntijoilla on yhtenäinen näkemys siitä, mitkä tiedot ovat olennaisia sillan elinkaaren kannalta. Oleellimmat tiedot ovat sillan laaturaportin ensimmäisessä osassa, joka pitää sisällään sillan yleistiedot, yhteenveto sillan laadusta, poikkeamaraportit sekä luettelo käytetyistä materiaaleista ja tarvikkeista. Laaturaportin ensimmäisessä osassa ovat valmistuneen sillan tiedot, mitkä vastaavat kysymykseen mitä valmistettiin ja mikä kokonaislaatu valmistuneella sillalla on.

Silta-asiantuntijoiden mukaan laaturaportoimisen toisen osan merkittävin tehtävä on, että urakoitsija osoittaa sillan olevan suunnitelmien ja ohjeistuksien mukaisesti rakennettu. Laaturaportin toista osaa käytetään laatu- ja rakennusvirheiden paikantamiseen sillan takuuajana. Silta-asiantuntijoiden mukaan laaturaportin toisen osan hyödynnettävyyttä vähenee merkittävästi rakentamisen takuuajan päätyttyä, koska jatkuvasta seurannasta saadaan oikea-aikaisempaa tietoa rakenteen nykykunnosta elinkaaren eri vaiheissa.

Haastatellessa tilaajaorganisaatioissa työskenteleviä selvisi, että nykyisin siltojen laaturaportoimisen päätehtävänä on työn sopimuksenmukaisuuden osoitus. Tilaajien puolella oli vahva yhteneväinen mielipide siitä, että nykyisin siltojen laaturaportointia hyödynnetään pääasiassa sillan vastaanottovaiheessa. Monien haastateltujen mielestä tärkein asia laaturaportoinnissa sillan elinkaarta varten on, että rakennettu silta vastaa ominaisuuksiltaan suunniteltua ja tilaajan asettamia vaatimuksia. Urakan vastaanottovaiheessa tilaajan rakennuttajakonsultti tarkastaa sillan laaturaportoimisen ja tilaajan siltaomaisuudesta vastaava henkilö arvioi laatu-poikkeamien vaikutusta sillan pitkäaikaiskestävyyteen. Sillan vastaanoton jälkeen laaturaportin hyödyntäminen on nykyään selvästi vähäistä.

Silta-asiantuntijat näkivät laaturaportoimisen hyödyntämisen mahdollisuudet heikkona osana sillan ylläpitoa ja käyttöä, koska sillan elinkaaren aikana saadaan tarkempaa tietoa jatkuvalla seurannalla. Osan haastateltavien mukaan laaturaporttia käytetään sillan valmistumisen jälkeen, mikäli sillassa esiintyy merkittäviä ongelmia käytön ja ylläpidon



aikana. Laaturaporttia käytetään niissä tapauksissa syyn selvittämiseen sekä korjaussien kohdentamiseen.

Siltojen laaturaportteja on pyritty hyödyntämään korjausinvestointivaiheessa olevien siltojen korjaussuunnittelun lähtötietoina. Korjaussuunnittelua varten laaturaportteista on yritetty hyödyntää materiaalitietoja tai piilossa olevien rakenneosien tietoja. Monien haastateltavien mielestä laaturaporttien hyödyntäminen korjausinvestointikohteiden välillä vaihtelee suunnittelun tarpeen ja materiaalitietojen saatavuuden mukaan. Haastattelutulosten mukaan monesti on pyritty hyödyntämään laaturaporttien tietoja, mutta niitä ei ole ollut saatavilla kohteista tai laaturaporttien tiedot olivat puutteellisia.

### **5.1.2 Silta-asiantuntijoiden näkemys laaturaportin kehittämisestä**

Silta-asiantuntijoiden mukaan laaturaportin sisältövaatimukset ovat hyvät ja kattavat. Osa silta-asiantuntijoista keksi päivitettäviä kohtia sisältövaatimukseen ja merkittävimmät kehitysideoita koskivat nykyisen ohjeistuksen sisältövaatimusten toteuttamista urakoissa. Silta-asiantuntijoiden mukaan olisi hyödyllistä, jos laaturaportteissa käytettäisiin enemmän valokuvia rakentamisen ajalta. Lisäksi laaturaporttien dokumenttien taso vaihtelee paljon eri urakoiden välillä, mikä vaikeuttaa laaturaporttien tulkitsemista sillan elinkaaren aikana.

Silta-asiantuntijoiden näkemyksien mukaan laaturaportteja voitaisiin hyödyntää enemmän sillan elinkaaren aikana. Haastattelujen perusteella laaturaporttitoiminnan hyödyntäminen kokonaisvaltaisesti koko elinkaaren aikana ei ole mahdollista. Osa laaturaporttien tiedoista vanhenee muita nopeammin ja jatkuvan seurannan avulla saatava tieto rakenteesta on ajankohtaisempaa.

Sillan laaturaportteja hyödynnetään nykyisin valmistuneen sillan laadunosoituksessa, laatuongelmien ja niiden aiheuttajien paikantamisessa sekä korjausinvestointien lähtötietoina. Haastatteluiden perusteella laaturaporttien hyödyntämistä tulevaisuudessa voidaan edesauttaa ja kehittää, jos laaturaporttien laatu ja laajuuden hajontaa saataisiin pienennettyä. Tällöin laaturaportteja olisi tilaajan helpompi hyödyntää laaturaporttien rakenteen ja sisältö ollessa yhdenmukaisempaa siltojen välillä. Lisäksi silta-asiantuntijoiden mukaan tiedon säilytys on aikaisemmin ollut myös esteenä laaturaporttien hyödyntämiseen. Kaikista vanhoista silloista ei ole tehty laaturaportteja tai ne ovat kadonneet arkistoihin. Silta-asiantuntijoiden mukaan laaturaporttien hyödyntäminen on ollut haastavaa aikaisemmissa urakoissa, koska laaturaportteja ei ole saatavilla kaikista silloista.

Mikäli nykyisen ohjeistuksen mukainen laaturaportti olisi saatavilla jokaisesta sillasta, helpottaisi se laatuongelmien ja niiden aiheuttajien paikantamista sillan takuuajan aikana. Korjausrakentamisen lähtötietoina laatumateriaalien hyödyntäminen olisi tärkeää. Materiaalista tulisi selvittää luvussa 3 esitettyjen laaturaportoinnin laatimisohjeen ensimmäisen osan tiedot. Silta-asiantuntijat mainitsivat haastatteluissa, että sillan laaturaportin päätehtävä olisi tulevaisuudessakin urakoitsijan työn sopimuksenmukaisuudenosoitus.

## **5.2 Laaturaportin tuottaminen ja tulkinta**

### **5.2.1 Silta-asiantuntijoiden ja urakoitsijoiden näkemykset nykytilasta**

Urakoitsijoiden haastattelujen perusteella siltojen laaturaportoinnin tuottaminen aiheuttaa paljon työtä urakan aikana. Eri urakoitsijoiden välillä löytyi eroavaisuuksia siitä, kuinka työläänä sillan laaturaportin laatiminen koettiin. Haastattelujen perusteella voidaan sanoa, että pääasiassa taitorakenteiden rakentamiseen painottuneet urakoitsijat kokivat sillan laaturaportoimisen helpompana. Lisäksi he ymmärsivät paremmin, miksi laaturaporttoimista vaaditaan enemmän kuin tavanomaisemmissa rakenteissa. Taitorakenteisiin painottuneilla urakoitsijoilla oli laajempi tietoa tilaajan asettamista vaatimuksista laaturaportoinnille.

Sillan laaturaportoimisen laatiminen on haastattelujen perusteella haastavinta urakoitsijoille, jotka urakoivat taitorakenteiden lisäksi muita infrarakentamista esimerkiksi katurakentamista. Näiden urakoitsijoiden mukaan siltojen laaturaportoimisen vaatimukset ovat selvästi suuremmat kuin muussa infrarakentamisessa. Lisäksi tilaajan asettamia vaatimuksia sillan laaturaportin sisällölle oli vaikeampi ymmärtää. Osan urakoitsijoiden mukaan valvojalla on liian suuri valta laaturaportoimisen sisällön laajuuteen. Monen urakoitsijan näkemyksen mukaan laaturaportin sisältövaatimukset tulevat usein urakoitsijan tietoon vasta urakan luovutusvaiheessa.

Silta-asiantuntijoiden näkemyksen mukaan urakoitsijat toteuttavat pääasiassa hyvin laatuvaatimusten periaatteita eli laatudokumentteja toimitettiin tilaajalle töiden valmistumisen mukaan. Suurin osa urakoitsijoista toimittaa laatudokumentit hyvin, mutta laaturaportoimisessa voi tulla merkittäviä eroavaisuuksia urakoitsijoiden välillä. Pienellä osalla yrityksistä on vaikea toteuttaa laaturaportointia ohjeistuksen tai hankkeessa vaaditussa laajuudessa. Lisäksi silta-asiantuntijoiden mukaan laaturaportoimisien välillä huomaa selkeästi dokumenttien laatimiseen käytetyn ajan.

## 5.2.2 Silta-asiantuntijoiden ja urakoitsijoiden näkemys laaturaportoimisen kehittämistä

Haastattelututkimuksessa kävi ilmi siltojen laaturaportoimisen laatimisohjeen olevan epäselvä ja vaikealukuinen. Tämä aiheutti haastattelujen mukaan paljon tulkinta eroavaisuuksia eri urakoitsijoiden ja tilaajien välillä. Haastatteluissa puhuttiin paljon kehitysideoista, joiden avulla laaturaportin laatimisohjeesta saataisiin yksinkertaisempi ja helpompikäyttöisempi. Ohjeesta on tällä hetkellä vaikea löytää tarkkaa tietoa esimerkiksi laatumittausten määristä tai laaturaportin laatimisohjeesta, koska ohjeessa viitataan aina toiseen ohjeeseen. Lisäksi siltojen yleisiin laatuvaatimuksiin viittauksia on vaikea hyödyntää nykyisin, koska nykyisin laatuvaatimukset on esitetty InfraRYL:ssä. Urakoitsijoiden mukaan tämä aiheuttaa paljon ylimääräistä työtä laaturaporttien tuottamisessa. Suurimassa osassa yrityksistä laatumittauksien toleranssiarvot on merkitty työvaihekohtaisten työ- ja laatusuunnitelmapohjiin, mutta urakoitsijoiden mukaan toleranssien tarkistaminen aiheuttaa paljon työtä urakan aikana.

Tehdyissä haastatteluissa ilmeni, että sillan laaturaportoimisen yksinkertaistaminen ja selkeyttäminen helpottaisi urakoitsijoiden kykyä tuottaa parempia laaturaportteja. Tämä lisäisi rakennuttajakonsulttien ja tilaajien mahdollisuutta hyödyntää ohjeistusta rakentamisessa ja valvonnassa, joka voisi vähentää urakoiden välistä vaihtelua. Moni urakoitsija totesi laaturaporttien eroavaisuuksien olevan suuria, koska ohjeistuksissa ei ole tällä hetkellä tarkempia ohjeita yksittäisten dokumenttien suhteen. Urakoitsijat ehdottivat, että sillan laaturaportista laadittaisiin malliesimerkki julkiseen käyttöön. Heidän mukaansa malliesimerkki vähentäisi urakoiden välistä laaturaportoinnin laajuuden vaihtelua, koska se selkeyttäisi tilaajan vaatimuksia laaturaportoinnin suhteen.

Kokeneet siltaurakoitsijat mainitsivat, että ohjeistuksessa vaadittu kansiorakenne aiheuttaa ongelmia urakoitsijalle laaturaportoinnin kokoamisvaiheessa. Urakoitsijat totesivat, että kansiorakenne harvoin toteutuu annetun ohjeistuksen mukaisesti. Urakoitsija ja tilaaja sopivat usein keskenään vaihtoehtoisen kansiorakenteen, joka pohjautuu rakennosakohtaisiin kansioihin. Haastattelujen perusteella rakennosakohtainen kansiorakenne on helpompi tuottaa urakoitsijan näkökulmasta.

Molempien sidosryhmien haastatteluiden perusteella ohjeen tulkinnan eroavaisuuksia voitaisiin vähentää avoimemmalla toiminnalla ja selkeästi esitetyillä vaatimuksilla. Haastatteluissa kehitysideoiksi mainittiin urakan alkupuolella pidettävä erillinen laaturaportti, jossa käsiteltäisiin tilaajan asettamat vaatimukset laadunosoitukselle tarkemmin.

Osa silta-asiantuntijoista mainitsi haastatteluissa, että suunnittelijoiden pitäisi laajemmin ja selkeämmin määrittää haluttu laadunosoitus työselostuksessa, koska suunnittelijalla on suurin tekninen tietämys sillasta. Lisäksi osan silta-asiantuntijoiden mukaan suunnittelijan vastuulle voitaisiin lisätä laatumittauksien määrittäminen taulukkomuotoon silta-kohtaisesti, jonka avulla tilaaja voisi määrittellä tarkasti urakoitsijalle vaaditun laadunosoituksen laajuuden.

### **5.3 Laaturaportoimisen laajuuden vaatimuksien vaihtelu urakoiden välillä**

#### **5.3.1 Silta-asiantuntijoiden ja urakoitsijoiden näkemykset nykytilasta**

Urakoitsijoiden ja silta-asiantuntijoiden mukaan siltaurakoiden laaturaportointi on vaadittu tarjouspyyntö-asiakirjoissa samalla laajuudella kaikissa urakoissa. Haastateltavista kaikki olivat myös samaa mieltä, että tilaajien välillä löytyy eroavaisuuksia laaturaportin hyväksymisen tasosta. Tilaajien välillä on merkittävästi eroavaisuuksia, vaikka ohjeistukset ja vaatimukset ovat valtakunnallisesti yhtenäiset.

Haastattelujen aikana saatiin selville, että tilaajat käyttävät merkittävästi omaa harkintaansa urakan vaadittavasta laadunosoituksesta. Lisäksi tilaajien näkemykset laaturaportoimisen hyödyllisyydestä vaikutti vaadittuun laadunosoituksen laajuuteen. Tilaajat hyväksyvät laaturaportin siinä laajuudessa, jossa he ovat itse vakuuttuneita urakoitsijan laadunosoituksesta. Tilaajat eivät noudata aina täysin voimassa olevan ohjeistuksen vaatimuksia ja hyväksyvät kohteita vähäisemmällä laadunosoituksella, kun on vaadittu.

Urakoitsijat olivat tietoisia, että laaturaportoimisen hyväksymistaso vaihtelee eri tilaajien välillä. Lisäksi kaikki ottavat asian huomioon tarjousvaiheessa vaihtelevalla tavalla. Osa urakoitsijoista arvioi tilaajan yleisesti esimerkiksi kuinka aikaisemmissa urakoissa yhteistoiminta on toiminut ja sen pohjalta arvioivat riskejä osana muuta riskienhallintaa. Urakoitsijat totesivat, että tämä vaikuttaa harvoin tarjouksiin merkittävästi.

#### **5.3.2 Silta-asiantuntijoiden ja urakoitsijoiden kehitysideat**

Urakoitsijoiden ja silta-asiantuntijoiden mukaan laaturaportoimisen laajuuden hajontaa voidaan pienentää urakoiden välillä, mutta yhdellä toimenpiteellä tai muutoksella ei ole merkittävää vaikutusta. Haastattelujen perusteella vaadittaisiin useampia toimia, koska

yhdellä toimenpiteellä tai muutoksella ei voida vaikuttaa kaikkiin sidosryhmiin yhtä tehokkaasti.

Molempien sidosryhmien haastatteluissa keskusteltiin mahdollisesti sillan laaturaportoinnin muuttumisesta tietokantapohjaiseksi, jossa hyödynnettäisiin Taitorakennerekisteriä. Silta-asiantuntijoiden mukaan muuttamisella laaturaportointi tietokantapohjaiseksi voitaisiin pienentää hajontaa. Osa silta-asiantuntijoista ehdotti, että uusi tietokantapohjainen järjestelmä olisi päivitetty versio siltojen laadunvarmistusohjelmistosta (SILAVA). Eroavaisuutena alkuperäiseen siltojen laadunvarmistusohjelmistoon (SILAVA), haastateltavat eivät haluaisi muodostaa erillistä ohjelmaa vaan päivitetty versio, joka toimisi osana olemassa olevaa Taitorakennerekisteriä. Hyvinä puolina kehitysidealle olisi yhteensopivuus Taitorakennerekisteriin, laaturaportointien rakenne olisi yhdenmukainen, nimikkeistö ja litteroinnit olisivat yhteensopivia Taitorakennerekisterin kanssa sekä suunnittelija voisi määrittää osan laadunosoitusmittauksista.

## 6 AINEISTOTUTKIMUKSEN TULOKSET

### 6.1 Tausta

Diplomityön aineistotutkimus tehtiin kahdessa osassa. Aineistotutkimuksen ensimmäisessä osassa tutkittiin siltojen laaturaportoimisen sisältövaatimusten toteutumista urakan aikana. Toisessa osassa tutkimusta tutkittiin laaturaporttien toimittamisen tehokkuutta Taitorakennerekisteriin. Tutkimuksessa tarkasteltiin siltojen laaturaporttien sisältöä, mutta yksittäisten laatudokumenttien laatua ei arvosteltu.

Ensimmäinen osa työn aineistotutkimusta tehtiin urakoitsijoiden haastattelututkimusten yhteydessä. Tutkimuksella selvitettiin, kuinka laatudokumentteja tuotetaan rakentamisen aikana laatuvarusturakentamisen periaatteen mukaisesti. Ensimmäisen osan tutkimuksessa tarkistettiin urakoitsijan siltakohteen yhden valmiin rakenneosan laatudokumentit, minkä takia tutkimuksen tarkastellut rakenneosat eivät olleet samoja. Tutkimuksessa tavoitteena oli saada kymmenen kohdetta, mutta kohteita onnistuttiin saamaan vain viisi kappaletta. Suuremmalla otannalla tutkimuksen tulokset olisivat luotettavampia. Tutkimuksen ajankohtana oli maaliskuu- ja huhtikuun vuonna 2022. Tutkimuksen ajankohta ei ollut parhain mahdollinen, koska siltojen rakentaminen painottuu kesälle. Otanta jäi tavoitteesta, koska rakentamisvaiheessa olevia kohteita oli tutkimuksen ajankohdan takia vähän saatavilla.

Työn aineistotutkimuksen toisessa osassa tarkastettiin 12 vuosina 2018–2020 valmistuneen siltojen yhden rakenneosan laatudokumenttien laajuuden vastaavuutta vaaditusta laajuudesta. Työn aineistotutkimuksen toisen osa tehtiin betonisiltojen päällysrakenteen rakenneosaan. Tutkimuksenkohteiden ollessa valmistuneita siltoja, niin se mahdollista valita kaikista kohteista sama rakenneosa. Aineistotutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko siltojen laaturaportointi muuttunut vuoden 2018 VTT:n betonisiltojen tutkimuksen osana olleesta laaturaporttien tutkimuksesta. Tutkimuksessa saatiin myös havainnot siitä, kuinka tehokkaasti laaturaportit siirtyvät Taitorakennerekisteriin sillan vastaanoton jälkeen.

Voimassa olevan väyläviraston ohjeistuksen mukaisesti Taitorakennerekisteriä on pidettävä ajantasaisena tilaajan projektipäällikön toimesta (Liikennevirasto 2018). Tällöin voidaan olettaa, että laaturaporttien pitäisi olla Taitorakennerekisterissä vähintään kahden vuoden sisällä valmistumisesta. Tämän vuoksi aineistotutkimuksen tarkasteluväliksi päätettiin ottaa vuodet 2018–2020, jotta tutkittavien kohteiden vastuuhenkilöillä on ollut tarvittava aika laaturaporttien tallentamiseen Taitorakennerekisteriin.

## 6.2 Tulokset

### 6.2.1 Aineistotutkimuksen ensimmäisen osan tulokset

Aineistotutkimuksen ensimmäisen osan tulokset ovat esitettynä taulukossa 1. Tutkimuskohteet sijaitsivat eri maakunnista. Tutkimus tehtiin anonyymisesti, joten maakuntia tai urakoitsijoiden nimiä ei tutkimuksessa ilmoiteta. Tutkimuksien rakenneosat määritettiin työmaakohtaisesti, koska siltojen valmiusasteissa oli eroavaisuuksia.

**Taulukko 1: Aineistotutkimuksen ensimmäisen osan tulokset.**

	Liikennemuoto	Tilaaaja	Havainnot	Virheet	Virheet/Havainnot
1	Tie	ELY	19	5	26,3 %
2	Tie	Kunta	8	1	12,5 %
3	Tie	Väylä	11	1	9,1 %
4	Rata	Väylä	14	0	0,0 %
5	Tie	Väylä	12	0	0,0 %
				Keskiarvo	9,6 %

VTT:n (2018) betonisiltojen tutkimuksen yhteydessä tehty laatuaineiston tarkastamisen mukaan oletin virheiden ja havaintojen suhteen keskiarvon olevan suurempi. Keskiarvoon vaikutti myös kohteiden vähäinen määrä ja havaintoja oli suhteellisen vähän kohteita kohden, joten virheiden määrä korostui suhteellisen paljon.

### 6.2.2 Aineistotutkimuksen toisen osan tulokset

Työn aineistotutkimuksen toisen osan tutkimuskohteena olleet sillat valittiin satunnaisesti Taitorakennerekisteristä, jotka olivat valmistuneet 2018–2020 välisenä aikana. Aineistotutkimuksen toisessa osassa kaikissa kohteissa arvosteltiin päällysrakenteen rakenneosaa, koska tällöin vaatimukset olivat samat kaikille tutkimuksen kohteille. Tämä oli mahdollista, koska kaikki tutkimuskohteet olivat valmistuneita siltoja. Kaikkien kohteiden päällysrakenteet olivat teräsbetonia ja rakenteen omistajana oli Väylävirasto. Aineistotutkimuksen toisen osan tulokset vastasivat osittain odotuksia.

Työn aineistotutkimuksen toisessa osassa tarkoitus oli arvioida 12 vuosina 2018–2020 valmistuneen sillan laaturaportteja Taitorakennerekisterissä. Työn toisessa osassa havaittiin, että 5 sillalla 12 puuttui laaturaportti Taitorakennerekisteristä. Lisäksi havaittiin,

että tutkimuskohteiden päällysrakenteiden laaturaporttien virhepisteet olivat pääsääntöisesti vähäisiä, jonka lisäksi yhden tai nolla virhepistettä saanutta kohdetta oli yhteensä viisi kappaletta seitsemästä.

**Taulukko 2: Taitorakennerekisterin aineistosta tehdyn tutkimuksen tulokset.**

	Liikenne- muoto	Valmistumis- vuosi	Kansiorakenne	Havainnot	Virheet	Virhe/Havainnot
2	Tie	2018	Rakenneosa	11	2	18,2 %
4	Tie	2018	Ohjeenmukai- nen	11	1	9,1 %
6	Tie	2019	Oma	11	1	9,1 %
7	Rata	2019	Oma	11	0	0,0 %
8	Rata	2019	Rakenneosa	11	0	0,0 %
10	Tie	2020	Oma	11	0	0,0 %
12	Tie	2020	Rakenneosa	11	4	36,4 %
					Keskiarvo	10,4 %

Työn aineistotutkimuksen toisessa osassa havaittiin, että laaturaporttien kansiorakennemallit poikkesivat suuresti laaturaportin laatimisoheessa esitetystä kansiorakenteesta. Yksi laaturaportti seitsemästä noudatti laaturaportoimisen laatimisoheen rakennetta. Kolme laaturaporttia seitsemästä noudattivat rakenneosakohtaista kansiorakennetta. Kolme laaturaporttia oli urakoitsijoiden omien työmaakansioiden pohjalta koottuja laaturaportteja, mikä vaikeutti tietojen etsintää.

VTT:n betonisiltojen tutkimuksessa (2018) kohteita oli 95 kappaletta ja tässä tutkimuksessa kohteita oli 12. Tämä voi selittää vaihtelua tuloksien välillä, jonka vuoksi tulos ei ole täysin vertailukelpoinen. Saatujen tuloksen perusteella voidaan todeta, että vuosina 2018–2020 valmistuneiden siltojen laaturaportointien saatavuus sillan elinkaaren aikana on pysynyt samalla tasolla kuin 2005–2016 valmistuneiden siltojen.

Työn aineistotutkimuksen toinen osa oli kooltaan melko pieni verrattuna VTT:n betonisiltojen tutkimuksen (2018) laaturaporttien tarkistamiseen, mutta tutkimuksien tuloksien painopiste on enemmän laaturaportin vaatimusten noudattamista kuin betonisiltojen tutkimuksessa (2018). Tämä puoltaa arviota siitä, että VTT:n betonisiltojen tutkimuksen (2018) tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia tämän tutkimuksen kanssa.

### **6.3 Tuloksien pohdinta**

Diplomityön aineistotutkimuksen molemmat osat olivat suhteellisen pieniä otannaltaan, jonka vuoksi tutkimuksien perusteella ei voida arvioida suurella todennäköisyydellä siltojen laaturaportoimisen kokonaistasoa Suomessa. Tutkimustulokset ovat enemmän



suuntaa-antavia ja niiden pohjalta voidaan tehdä arvioita siltojen laaturaportoimisen merkittävimmistä puutteista.

Urakoitsijoiden laaturaportoinnin tutkituissa rakenneosissa olivat laajuuksiltaan vaaditun tasoisia tai lähellä vaadittua. Tämän seurauksena voidaan arvioida, että siltojen laaturaportointi on nykyisin lähempänä tilaajan asettamia vaatimuksia kuin vuosina 2005–2016 valmistuneiden siltojen kohdalla. VTT:n vuoden 2018 betonisiltojen tutkimuksessa arviointiin laaturaporttien laatua verrattuna tilaajan asettamiin vaatimuksiin, jonka takia tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia.

## 7 KEHITYSEHDOTUKSET

### 7.1 Tausta

Tehtyjen haastattelu- ja aineistotutkimuksien perusteella havaittiin ongelmia siltojen laaturaportoimisessa. Ongelmia olivat laaturaportoinnin kansiorakenteen vaihtelevuus hankkeiden välillä, laaturaportoinnin tietojen säilyvyys, urakoitsijalle tarjousvaiheessa annettavan tiedon vähäisyys laaturaportoinnista, laaturaportoinnin ohjeen vaikeasti tulkittavuus ja tiedon vähäisyys laaturaportoinnin hyödyntämisestä kohteiden elinkaaren aikana. Näiden ongelmien ratkaisemiseksi haastatteluissa saatiin urakoitsijoilta ja silta-asiantuntijoilta näkemyksiä, kuinka tulevaisuudessa siltojen laaturaportoimisesta saataisiin toimivampaa. Tehdyn tutkimuksen pohjalta on luotu kehitysehdotukset, jotka edesauttavat tulevaisuudessa laaturaporttien hyödyntämistä osana omaisuudenhallintaa sekä yksittäisten siltojen elinkaarien eri vaiheissa.

Tutkimustulosten perusteella päädyttiin ehdottamaan kahta kehitysehdotusta, joiden avulla laaturaportoimisessa havaittuihin ongelmiin voitaisiin vaikuttaa. Kehitysehdotuksissa on erilaiset lähestymistavat, mutta osa asioista esiintyy molemmissa kehitysehdotuksissa. Ensimmäisessä kehitysehdotuksessa tavoitteena oli päivittää nykyisiä käytäntöjä ja menetelmiä nykyaikaisemmaksi. Toisen kehitysehdotuksen tavoitteena oli muuttaa laaturaportoimisen käytäntöjä enemmän digitaalisemmaksi ja yhdenmukaisemmaksi omaisuudenhallinnan järjestelmää, joka mahdollistaisi rakentamisen aikaisen tiedon tarkemman integroimisen osaksi omaisuudenhallintajärjestelmää.

### 7.2 Kehitysehdotus 1

Ensimmäinen kehitysehdotus on päivittää nykyisiä käytäntöjä ja menetelmiä nykyaikaisemmaksi. Tällöin ei yritetä tehdä merkittäviä muutoksia nykyisiin laaturaportointikäytäntöihin. Tämä kehitysehdotus on enemmän laaturaportoimisen muokkaamista pehmeämmillä keinoilla ja tällöin urakan aikainen sopiminen pysyisi osana laaturaportointia.

Kehitysehdotuksessa tarkoitus on yksinkertaistaa ja selkeyttää tilaajan aiemmin asettamia laaturaportoimisen vaatimuksia urakoitsijalle, mutta laaturaportoimisessa vaadittavat laadunosoitukset pysyisivät ennallaan. Laaturaportin sisällön parantamiseen ei tullut kehitysideoita haastatteluissa. Suurin osa silta-asiantuntijoista ajatteli, että hyödyllisintä olisi saada nykyisin vaadittu laadunosoituksen sisältö kaikista urakoista.

Haastattelujen perusteella laaturaportoimisen kansiorakenne on vanhentunut, ja sitä on vaikea käyttää hankkeissa. Tästä johtuen tilaaja ja urakoitsija sopivat keskenään uudesta kansiorakenteesta hankkeelle, josta puolestaan aiheutuu vaihtelevuutta kansiorakenteiden välille eri projektien kesken. Sama asia havaittiin myös aineistotutkimuksessa, jossa vain yksi seitsemästä hankkeesta noudatti nykyisen ohjeen kansiorakennetta. Silta-asiantuntijoiden näkemys laaturaportin kansiorakenteeseen on, että kansiorakenteen tulisi olla loogisesti käytävissä ja kaikki osapuolet noudattaisivat sitä. Tällöin laaturaporttien hyödyntäminen ja tiedon etsiminen laaturaportista helpottuisi sillan elinkaaren aikana. Urakoitsijoiden haastattelujen perusteella rakenneosakohtainen kansiorakenne olisi loogisin ja toimivin rakenne.

Urakoitsijoilla ja silta-asiantuntijoilla oli siltojen laaturaportoimisen laatimisohteesta yhteinen mielipide. Laatimisohte on tällä hetkellä vaikealukuinen ja sen hyödyntäminen hankkeella on työlästä. Uuden laatimisohteen lähtökohtana olisi selkeyttää urakoitsijoille tilaajan asettamia vaatimuksia laaturaportoinnille. Lisäksi laaturaportoinnin laatimisohteessa pitäisi olla helposti tarkastettavissa rakenneosakohtaiset vaatimukset laadunosoitusmittauksille sekä selkeät viittaukset InfraRYL:n kokoelmaan.

Huomioitavaa sillan laaturaportin laatimisohteen päivittämisessä on huomioida laajasti eri urakoitsijat. Siinä tulisi ottaa huomioon urakoitsijat, jotka rakentavat taitorakenteiden lisäksi maarakennuskohteita. Haastatteluissa selvisi, että siltojen rakentamisissa on mukana toimijoita, jotka rakentavat harvoin siltarakenteita. Tämän takia on oleellista, että myös vähemmän sillan rakentamisessa työskennelleet pystyisivät sisäistämään sillan laaturaportin vaatimukset. Laatimisohteen päivittäminen olisi merkittävä edistysaskel, jonka avulla voidaan helpottaa urakoitsijoiden mahdollisuuksia tehdä vaaditun tasoinen laaturaportointi. Lisäksi siltojen laaturaportin laatimisohteen päivittämissen yhteydessä muodostettaisiin taulukkomuotoinen esitys kaikista rakenneosista, jota urakoitsija voisi hyödyntää osana laaturaportin laatimista. Tilaaja voi hyödyntää taulukkomuotoista esitystä valvonnassa sekä urakoitsijan ohjeistamisessa.

Urakoitsijoille ja tilaajaorganisaatiolle pitää pyrkiä levittämään tietoa enemmän laaturaportoinnin jatkokäytöstä. Haastattelujen perusteella suurimman osan näkemyksen mukaan laaturaportoinnin tehtävä on vain työn sopimuksenmukaisuuden osoittaminen, jonka jälkeen laaturaporttia ei hyödynnetä sillan elinkaaren aikana. Tämä voi pahimmassa tapauksessa mahdollistaa urakoitsijan laadunosoittamisen pienentymisen merkittävästi, jos tilaajan mielestä vähäisempi laadunosoittaminen on riittävä.

### **7.3 Kehitysehdotus 2**

Toisen kehitysehdotuksen tarkoituksena on muuttaa siltojen laaturaportoimisen tallentamisen muotoa, joka edesauttaa tiedon säilymistä, selkeyttää vastuita ja helpottaa laadunosoittamisen vaatimuksien esittämistä urakassa. Siltojen laaturaportoimisen tallentamisen muodon uudistamisella mahdollistetaan laaturaportoimisen tiedon hyödyntämisen osana muuta omaisuudentietoa.

Silta-asiantuntijoiden haastatteluiden perusteella suunnittelijoilta haluttaisiin suoraa tietoa, mitkä laadunosoitukset ovat sillalle kriittisiä. Tämän kehitysidean pohjalta laaturaportoimisen integroinnilla Taitorakennerekisteriin mahdollistetaan suunnittelijoille määrityksen osana sillan laadunosoituksesta. Ratkaisuehdotuksena on velvoittaa suunnittelijoita luomaan Taitorakennerekisteriin rakennekuvauksien osaksi vaadittavat laadunosoitukset rakenneosakohtaisesti.

Järjestelmää voidaan muokata, että suunnittelijan ei tarvitsisi erikseen määrittellä jokaista mittausta. Tämä olisi mahdollista määrittää rakenneosien perusteella, koska vaaditut laadunosoitusmittaukset ovat samat rakenneosakohtaisesti. Esimerkiksi matalan reunapalkin laadunosoittamisen vaatimukset ovat aina samat joka sillassa. Tilaaja voi määrittää pakolliset mittaukset, jotka tehdään hankkeen aikana urakasta riippumatta. Tämän avulla suunnittelijoiden näkemykset sillan laadunosoittamisen tiedontarpeista ei vaikuttaisi merkittävästi saadun tiedon määrään.

Nykyisin siltojen laaturaportit tallennetaan Taitorakennerekisteriin zip-kansiorakenteella, joka vaikeuttaa tiedon hyödyntämistä omaisuudenhallinnan ja elinkaaren eri vaiheissa. Tällöin zip-kansio on ladattava erikseen tietokannasta koneelle ja kansiorakenne on vaihtelevaa eri siltojen välillä, joka vaikeuttaa laaturaportin tietojen hyödyntämistä. Tämän takia ratkaisuehdotuksen mukaan ainakin osaa laatu- ja rakentamistiedoista pitää käsitellä samalla tavalla kuin suunnitelmatietoja. Idean tarkoituksena on mahdollistaa tietojen tallentaminen osaksi Taitorakennerekisteriä. Ensimmäisenä ideana on tallentaa työn aikana syntyvän materiaalitietojen tallentamisen Taitorakennerekisterin rakennekuvauksen osaksi. Nykyisin rakennekuvauksien tiedot ovat suunnitelma-asiakirjojen tasoisia tai heikompia. Rakentamisessa syntyvien laatu- ja materiaalitietojen avulla Taitorakennerekisterin omaisuustiedot parantavat tilaajan käsitystä omaisuudestaan.

Ratkaisuehdotuksen avulla voidaan merkittävästi vaikuttaa haastatteluissa esille tulleisiin ongelmiin sekä osa kehitysideoista on mahdollista lisätä osaksi ratkaisuehdotusta. Suurimman osan silta-asiantuntijoiden ja urakoitsijoiden näkemyksen mukaan tilaajan olisi esitettävä selkeämmin urakan laadunosoittamisen vaatimukset urakoitsijalle. Rat-

kaisuehdotuksen avulla suunnittelijoiden määrittelemiä laadunosoittamisia voidaan hyödyntää osana tarjousasiakirjoja, jos kaikkien rakenneosien laadunosoittamisen vaatimukset voitaisiin luetteloida yhteen taulukkoon. Tällöin urakoitsijoille osoitettaisiin osana tarjouspyyntöasiakirjoja selkeästi laadunosoittamisen vaadittu laajuus urakassa.

Taitorakennerekisterissä tehdyn aineistotutkimuksen perusteella nykyisen ohjeistuksen kansiorakenteen noudattaminen on heikkoa. Lisäksi silta-asiantuntijoiden mukaan laaturaporttien hyödyntämistä on vaikeuttanut osittain kansiorakenteiden muuttuminen siltojen välillä. Ratkaisuehdotuksen perusteella tämä ongelma poistuisi täysin laaturaporttoimisesta, koska Taitorakennerekisteri määritteli rakenteen, sisältövaatimukset sekä literoinnin.

#### **7.4 Kehitysehdotusten vertailu**

Tutkimustuloksissa havaittiin urakoitsijoiden toimittavan laaturaportteja eri laatusisällöllä eri kansiorakenteilla. Kansiorakenne ja raportoinnin laatu vaihtelivat merkittävästi, mikä hankaloitti ja osin esti laaturaportoinnin hyödyntämisen sillan elinkaaren aikana. Kehitysehdotuksien avulla havaittuja ongelmia ja kehitysideoita lähestyttiin kahden eri näkökulman kautta.

Kehitysehdotuksessa yksi lähdetään päivittämään jo olemassa olevaa kansiorakennetta selkeämmäksi ja yhtenäisemmäksi. Haastattelututkimuksessa urakoitsijat toivoivat laaturaportoinnin kansiorakenteen päivittämistä rakenneosapohjaiseksi, koska heidän näkökulmastansa rakenneosapohjainen kansiorakenne on helpompi käyttöisempi. Esimerkiksi siltakohteessa silta jaettaisiin sillan rakenneosien mukaan täysin, mikä poistaisi nykyisen kaksi osaisen kansiorakenteen.

Toisessa kehitysehdotuksessa siltojen laaturaporttoimisen vaihtelun pienentämiseen ehdotettiin laaturaporttoimisen integroimista osaksi Taitorakennerekisteriä. Kehitysehdotuksessa kansiorakenne olisi määritetty urakoitsijalle valmiiksi, mikä vähentäisi tulkintaeroavaisuuksia laadunosoituksesta. Lisäksi toisessa kehitysehdotuksessa tilaajalla on parempi mahdollisuus vaikuttaa urakan laadunosoituksen määrään ennen urakan alkua.

Ensimmäisessä kehitysehdotuksessa urakoitsijoilla ja tilaajan projektipäälliköillä on mahdollisuus vaikuttaa enemmän valmiin sillan laaturaporttiin, koska kehitysehdotus on nykyisen ohjeistuksen ja kansiorakenteen päivittäminen. Ehdotuksessa tavoitteena ei ole määrittää uudelleen sillan laaturaportointikäytäntöjä ja enemmän ohjata urakoitsijoita sekä tilaajia yhdenmukaisempaa laaturaporttien tuottamiseen. Toisessa kehitysehdotuksessa vastaavasti urakoitsijalle osoitetaan selkeästi tilaajan asettamat vaatimukset ura-

kan laadunosoituksesta, mikä ei mahdollistaisi suuria vaihteluita urakoiden välillä. Kehitysehdotuksen toimilla mahdollistettaisiin selvästi yhdenmukaisempi siltojen laaturaportointi urakoiden välillä.

Tehdyn haastattelututkimuksen perusteella urakoitsijat kokivat, ettei tilaaja esitä tarjouspyyntöä tehdessään tarpeeksi yksiselitteisesti laaturaportoinnin vaatimuksia ja sisältöä. Ensimmäisessä kehitysehdotuksessa tavoitteena oli mahdollistaa urakoitsijalle ohjeistuksen avulla yksinkertaisempi keino löytää tarvitsemansa tieto. Kehitysehdotuksessa voimassa olevan ohjeistuksessa olevat vaatimukset esitettäisiin selkeämmin. Esimerkiksi yleisesti käytettyjen rakenneosien laadunosoitusten taulukointi osaksi ohjetta.

Toisessa kehitysehdotuksessa tavoitteena oli vähentää merkittävästi urakoitsijoiden epätietoisuutta urakan laadunosoituksen vaatimuksista. Osana kehitysehdotusta on tavoitteena mahdollistaa tilaajalle helpompi ja selkeämpi menetelmä määrittää urakan laadunosoituksen vaatimukset. Kehitysehdotuksessa urakan tarjousasiakirjojen pohjalta osoitettaisiin kaikki vaadittavat laadunosoitukset, mikä puolestaan vähentäisi merkittävästi siltojen laaturaportoinnin dokumenttien puuttumista. Ensimmäinen kehitysehdotus mahdollistaa tilaajan ja urakoitsijan keskinäisen laadunosoituksen sopimisen hankekohdaisesti.

Molemmassa kehitysehdotuksissa olemassa olevan siltojen laaturaportointiin ei tehtäisi sisällöllisiä päivityksiä. Haastattelujen pohjalta voidaan todeta, että nykyisen ohjeistuksen sisältövaatimukset ovat kattavat. Tästä johtuen kehitysehdotuksissa painotettiin enemmän urakoitsijan laaturaportin laatimisen helpottamiseen, urakoiden välisien vaihtelujen pienentämiseen ja laaturaportoimisen viemiseen osaksi Taitorakennerekisteriä.

Ensimmäinen kehitysehdotus on tarkoituksen mukaisesti enemmän ohjaavampi, joka mahdollistaa tietyn verran liikkumista ohjeistuksesta. Tavoitteena on kuitenkin vähentää tutkimuksessa havaittuja ongelmia, mutta ei vaikuttaa merkittävästi nykyisiin siltojen laaturaportoimiskäytäntöihin. Toisen kehitysehdotuksessa on tarkoitus olla enemmän määrävämpi kuin ensimmäinen kehitysehdotus, jotta pystyttäisiin vaikuttamaan enemmän havaittuihin ongelmiin. Toteutuksen kannalta toinen kehitysehdotus olisi selvästi hankalampi toteuttaa ja käyttöönottona aiheuttaisi alussa ongelmia, koska kehitysehdotuksella olisi suurempi vaikutus nykyisiin laaturaportoimiskäytäntöihin.

## 8 TULOSTEN TULKINTA

Siltojen laaturaportti antaa tilaajaorganisaatioon tiedon onko valmistunut silta laadultaan tilaajan vaatimuksien mukainen. Silta-asiantuntijoiden ja nykyisen ohjeistuksen mukaan tämä on laaturaportoimisen päätehtävä eli urakoitsija osoittaa sillan sopimuksenmukaisuuden laaturaportilla. Tieto rakenteen laadullisesta toteutuksesta on lähtökohtana omaisuudenhallinnalle, jotta voidaan varmistua rakenteen olevan suunnitellun mukaisesti toteutettu ja ikääntyminen on samanlaista kuin muilla vastaavilla rakenteilla.

Määräaikaistarkastuksissa tarkastellaan koko sillan ja rakenneosien kuntojen kehitystä, minkä pohjalta tehdään ennusteita sillan tulevaisuuden kunnosta ja kustannuksista. Laaturaportilla voidaan pienentää riskiä, että sillan rakenteiden kunto poikkeaa merkittävästi arvioidusta rakenteen ikääntyessä. Esimerkiksi betonin pinnalta tehtävä betonipeitteen paksuuden mittaukset tuovat varmuutta, että raudoituksen suojaetäisyydet vastaavat suunniteltua. Betonin peittosyvyyksien pienentymisellä on merkittävä vaikutus rakenteen pitkäaikaiskestävyyteen ja toimivuuteen (Liikennevirasto 2015). Laaturaportoimisella ei voida korvata määräaikaistarkastuksia tai kunnan seuranta omaisuudenhallinnassa, mutta laaturaportoimisen avulla voidaan pienentää riskejä, että laatu-poikkeamilla olisi vaikutusta rakenteen pitkäaikaiskestävyyteen ja elinkaarikustannusten kasvamiseen. Esimerkiksi reunapalkki joudutaan uusimaan 10 vuoden sisällä valmistumisesta, vaikka suunniteltukäyttöikä oli 40 vuotta. Tällöin elinkaarikustannukset nousevat selvästi laatu-poikkeaman takia.

Omaisuudenhallinnassa sillan laaturaportin hyödynnettävyys vähenee merkittävästi sillan ikääntyessä, mutta kaikki laaturaportissa olevien tietojen hyödynnettävyys ei vähene samalla tahdilla. Esimerkiksi materiaalitiedot pysyvät muuttumattomina ja hyödyllisinä niin pitkään ennen kuin materiaali poistetaan sillasta. Laaturaportin tietojen avulla voidaan lisätä tietoisuutta organisaation omaisuudesta yksityiskohtaisemmaksi kuin suunnitteluasiakirjoissa tai Taitorakennerekisterin rakennetiedoissa on esitetty. Lisäksi tieteen ja tutkimuksen avulla tulevaisuudessa on mahdollisuus hyödyntää nykyisin tuotettua tietoa, jonka avulla voidaan kehittää uusia rakennusmenetelmiä, -materiaaleja sekä tarkempia analyyseja ja malleja kuvaamaan rakenteiden ikääntymistä.

Siltojen suunnittelukäyttöikä on 100 vuotta, jonka takia nykytilanteen kannalta on vaikea tehdä arvioita tulevaisuuden tietotarpeesta ja tiedon hyödyntämisen mahdollisuuksista. Tulevaisuuden tietotarpeen ja tiedon hyödyntäminen voi koskea asioita, jota nykytiedon

mukaan ei osata hyödyntää. Taitorakennerekisterissä tehdyn aineistotutkimuksen tuloksien perusteella monen siltaurakan laaturaportteja ei vaadita tai laaturaportit eivät päädy Taitorakennerekisteriin. Tällöin tulevaisuudessakin tulee olemaan samantyyllisiä tiedon puutteita siltojen rakenteista, koska vuosien 2018–2020 valmistuneissa silloissa oli merkittävästi puutteita laaturaportoimisen suhteen.

Haastattelujen perusteella monen tilaajan ja urakoitsijan mukaan sillan laaturaportilla tarkoitus on vain vakuuttaa tilaaja työn sopimuksenmukaisuudesta. Tämän takia sillan laaturaportti voidaan nähdä vain kokoelmana laadunosoituksen dokumentteja, jotka riittävät vakuuttamaan tilaajan ja tällöin ei huomioida tiedon jatkokäyttämisen hyötyjä sillan elinkaaren aikana. Laadunosoituksen riittävyys voi vaihdella paljon henkilöiden välillä, joka on haastattelujen perusteella laajasti tiedossa alalla. Yleisesti ajatellaan, että laaturaportoinnilla ei olisi muuta tarvetta kuin laadunosoitus urakan lopussa. Tämä voi olla mahdollinen syy, mikä mahdollistaa urakoiden välisen laaturaporttien laajuuksien erot. Urakoitsijoiden tapauksessa on ymmärrettävää, että laadunosoittamisen laajuutta halutaan pitää minimissään. Urakoitsijoiden käyttämä aika laadunosoittamiseen on merkittävä osa urakkaa ja sen minimoimisella voidaan säästää resursseja muihin työtehtäviin.

Tietoisuuden lisääminen omaisuudenhallinnan tiedontarpeista on mahdollinen keino laadunosoittamisen ulkopuolella vaikuttaa suhtautumiseen laaturaportoimiseen. Urakoitsijat ymmärtäisivät, miksi laaturaportoimisen tietoja vaaditaan heiltä. Tilajaat voisivat osata vaatia laaturaportoimisen ohjeiden noudattamista tarkemmin, jos tietoisuus laaturaportin muusta käytettävyydestä olisi laajempaa.



## 9 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli havaita kehityskohteita sillan laaturaportoimisessa, jotta laaturaportointi pystyisi palvelemaan paremmin omaisuudenhallintaa. Siltojen laaturaportointi on osa sillan luovutusaineistoa, jonka urakoitsija luovuttaa hankkeen lopussa tilaajalle. Sillan laaturaportti sisältää yksityiskohtaista tietoa sillasta, jota on mahdollista hyödyntää sillan elinkaaren aikana. Väyläviraston sillan laaturaportin laatimisohje on vuodelta 2006, minkä vuoksi osa ohjeen tiedoista on nykyään vanhentunut.

Diplomityössä tehtiin anonyymi haastattelu- ja aineistotutkimus sillan laaturaportoimisen nykytilasta ja kehittämiskohteista. Tutkimuksessa haastateltiin kuutta silta-asiantuntijaa eri organisaatioista ja yhtätoista alan urakoitsijaa. Haastattelutulosten pohjalta koostettiin keskeisimmät laaturaportoinnin ongelmat ja kehitysideat. Lisäksi tehtiin aineistotutkimus laaturaportoimisen nykytilasta ja laaturaporttien viemisestä Taitorakennerekisteriin.

Haastattelututkimuksessa haastateltiin silta-asiantuntijoita ja urakoitsijoita, koska siltojen laaturaportoinnin nykytilasta ja kehityskohteista haluttiin saada näkemyksiä kahdesta näkökulmasta. Haastattelut olivat teemahaastatteluita, koska sen avulla haastateltavan näkemykset eivät olleet sidottuina kysymyksiin muotoiluihin.

Ensimmäinen osa työn aineistotutkimusta tehtiin urakoitsijoiden haastattelututkimuksien yhteydessä. Tutkimuksella selvitettiin, kuinka laatudokumentteja tuotetaan rakentamisen aikana laatuvarusturakentamisen periaatteen mukaisesti. Ensimmäisen osan tutkimuksessa tarkistettiin urakoitsijan siltakohteen yhden valmiin rakenneosan laatudokumentit, minkä takia tutkimuksen tarkastellut rakenneosat eivät olleet samoja. Työn aineistotutkimuksen ensimmäisen osan ajankohta ei ollut paras suoritettulle tutkimukselle, koska aineistotutkimus tehtiin maalisi- ja huhtikuussa vuonna 2022. Tämän takia tutkimuksen otanta jäi tavoitetasosta.

Aineistotutkimuksen toisessa osassa tarkastettiin 12 siltaa, jotka olivat valmistuneet vuosina 2018–2020. Silloista tarkasteltiin yhden rakenneosan laatudokumenttien laajuuden vastaavuutta vaaditusta laajuudesta. Työn aineistotutkimuksen toinen osa tehtiin betonisiltojen päällysrakenteen rakenneosaan. Silloista oli mahdollista valita sama rakenneosa tarkasteltavaksi, sillä kaikki sillat olivat valmistuneita, ja sisältävät samat rakenneosat.

Tutkimustulosten ja havaintojen pohjalta kehitettiin kaksi kehitysehdotusta sillan laaturaportoinnille, joiden avulla vastattiin laaturaportoimisen ongelmakohtiin. Ensimmäisen kehitysehdotusmalli perustuu nykyisen kansiorakenteen ja ohjeistuksen päivittämiseen.

Toisessa ratkaisumallissa laaturaportoinnin laatiminen integroitaisiin suoraan Taitorakennerekisteriin. Tämän avulla sillan laaturaportin tallentaminen olisi suoraviivaisempaa kuin nykyisen ohjeistuksen mukaan.

Urakoitsijoiden ja silta-asiantuntijoiden mielestä laadunosoituksen taso vaihtelee merkittävästi eri hankkeiden välillä. Lisäksi laaturaportoiminen henkilöityy rakennushankkeiden tilaajiin ja urakoitsijoihin merkittävästi. Haastattelututkimuksen perusteella voimassa olevan ohjeistuksen sisältövaatimukset olivat ajantasaisia ja oleellisinta olisi keskittyä hankkeiden välisen vaihtelun pienentämiseen.

Haastatteluissa ilmeni lisäksi, että urakoitsijoilla ei ole aina täysin varmuutta urakan alkaessa tilaajan asettamista laadunosoitusvaatimuksista. Haastateltavilla oli laaja yhteisymmärrys siitä, että laadunosoittaminen vaihtelee paljon urakoiden välillä. Urakoitsijoiden mukaan tilaajan henkilöstöllä on merkittävä rooli siinä, kuinka laajasti laaturaportoinnin ohjeita noudatetaan. Monet urakoitsijat hyödyntävät tietoa urakoiden tarjousvaiheissa, mutta tiedolla on harvoin merkitystä tarjouksiin. Haastatteluiden perusteella sillan laaturaportointia voidaan hyödyntää tehokkaammin omaisuudenhallinnassa laadunosoituksen lisäksi. Laaturaportoinnin tietomäärän avulla voidaan parantaa tietämystä organisaation omaisuudesta, jota puolestaan voidaan hyödyntää sillan elinkaaren aikana.

Aineistotutkimuksessa havaittiin, että urakoitsijat tuottavat melko hyvin laaturaportin aineistoa urakan aikana ja laaturaportointiin vaikuttaa henkilöstön lisäksi yrityksen toimintatavat ja kulttuuri. Toinen merkittävä havainto aineistotutkimuksessa oli, että laaturaportin aineiston tallentaminen osaksi sillan omaisuuden tietoa Taitorakennerekisteriin oli puutteellista. Tulokset olivat samankaltaisia kuin VTT:n vuoden 2018 siltojen laaturaporttien tutkimuksessa. Tämä viittaisi siihen, että siltojen laaturaportoinnin vieminen pitkäaikaiseen säilytykseen ei ole muuttunut vuodesta 2018.

Työn sopimuksenmukaisuuden osoittaminen tulee olemaan jatkossakin laaturaportoinnin merkittävin tehtävä, mutta laaturaportoimisen laajaa tiedonmäärää voidaan hyödyntää sillan elinkaaren aikana muissa vaiheissa. Laaturaportoinnin avulla tilaaja pienentää riskiä siitä, että valmis rakenne ei toimisi suunnitellusti. Laaturaportoinnin tietojen avulla voidaan täydentää omaisuudenhallinnan muita tehtäviä, mutta tehtäviä ei voi korvata laaturaportoinnilla.

## LÄHDELUETTELO

Alatyppö, V. & Paavilainen, J. 2016. Kuntainfra omaisuudenhallinta - Pikaopas. Suomen kuntatekniikan yhdistys.

ELY-keskus 2021. Tienpidon pitkä historia. URL: <https://www.ely-keskus.fi/tienpidon-pitka-historia>.

Korhonen, P., Lämsä, J., Söderqvist, M.-K., Juvonen, K. & Kiviluoma, R. 2009. Siltojen elinkaarikustannukset. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 28/2009, s. 34.

Koski, H. 2004. Rakennushankkeen luovutusprosessin kehittäminen. VTT Tiedotteita - Research Notes 2236. URL: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2004/T2236.pdf>.

Lahdensivu, J. & Husaini, D. 2015. Alkalikiviainesreaktio Etelä-Suomen silloissa. *Betoni*, 2015, 3, s. s. 66-70.

Liikennevirasto 2018. Taitorakenteiden tiedon käsittely - Tiedon syöttäminen taitorakennerekisteriin ja dokumenttien toimittaminen arkistoon. Liikenneviraston ohjeita, 2018, 36. URL: [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/164251/lo\\_2018-36\\_taitorakenteiden\\_tiedon\\_web.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/164251/lo_2018-36_taitorakenteiden_tiedon_web.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Liikennevirasto 2013. Taitorakenteiden tarkistusohje. Liikennevirasto.

Liikennevirasto 2015. Taitorakenteiden ylläpidon toimintalinjat. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 26/2015. URL: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts\\_2015-26\\_taitorakenteiden\\_yllapidon\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2015-26_taitorakenteiden_yllapidon_web.pdf).

Rakennustieto 2017. Rakennustöiden laatu 2017. Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr. Helsinki.

Salparanta, L., Bohner, E., Ferreira, M., Fulöp, L., Leivo, M., & Mari Niemelä 2018. Betonisiltojen lujuustutkimukset 2017-2018. *Betoni*, 2018, 4, s. 86–89.

Tiehallinto 2006. Sillan laaturaportti - laatimisoheje. Tiehallinta. URL: [https://julkaisut.vayla.fi/sillat/julkaisut/sillan\\_laaturaportti\\_2006.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/sillat/julkaisut/sillan_laaturaportti_2006.pdf).

Virtala, P., Thompson, Paul.D. & Ellis, R. 2011. Taitorakenteiden hallinnan periaatteellinen toiminta. Liikennevirasto, 2011, s. s. 229.

Väylävirasto 2020a. Väyläviraston sillat 1.1.2020– Sillaston rakenne, palvelutaso ja kunto Osa 1 Tiesillat Osa 2 Rataverkon silla. 2020. URL: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj\\_2020-46\\_vaylaviraston\\_sillat\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2020-46_vaylaviraston_sillat_web.pdf). Luettu: 20.1.2022.

Väylävirasto 2021. Väyläviraston tilinpäätös 2020. Väylävirasto. URL: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj\\_2021-10\\_vaylaviraston\\_tilinpaaotos\\_2020\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2021-10_vaylaviraston_tilinpaaotos_2020_web.pdf).

Väylävirasto 2015. Väyläviraston tilinpäätös vuodelta 2014. Väylävirasto. URL: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lr\\_2015\\_liikenneviraston\\_tilinpaaotos\\_2014\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lr_2015_liikenneviraston_tilinpaaotos_2014_web.pdf).

Väylävirasto 2011. Vuosi 2012 on rautateiden juhluvuosi. URL: <https://vayla.fi/-/vuosi-2012-on-rautateiden-juhluvuosi>.

Väylävirasto 2020b. Väylähankkeen laadunosoitus - Laatuprosessin kuvaus. Väylävirasto. URL: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2020-44\\_vaylahankkeen\\_laadunosoitus\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-44_vaylahankkeen_laadunosoitus_web.pdf).