



# **Digitaalisen dokumentoinnin kehittäminen siltojen erikoistarkastuksissa**

**Testauksessa Kotopron mobiililaitteella toimiva dokumentointijärjestelmä**

Anu Viippo

OPINNÄYTETYÖ

Huhtikuu 2022

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma  
Talonstrakennustekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma  
Talonrakennustekniikka

VIIPPO, ANU:

Digitaalisen dokumentoinnin kehittäminen siltojen erikoistarkastuksissa  
Testauksessa Kotopron mobiililaitteella toimiva dokumentointijärjestelmä

Opinnäytetyö 78 sivua, joista liitteitä 9 sivua  
Huhtikuu 2022

---

Opinnäytetyössä kehitettiin Ramboll Finland Oy:n Bridge Asset Management -yksikön siltojen erikoistarkastusten dokumentointia. Työssä tutkittiin Kotopron dokumentointijärjestelmän toimivuutta sekä sillä saavutettavia hyötyjä siltojen erikoistarkastuksissa. Tavoitteena oli lisäksi parantaa erikoistarkastusten dokumentoinnin laatua ja lisätä sen määrää. Digitaalisten työkalujen avulla tavoiteltiin myös ajallista säästöä sekä parannusta tiedon löydettävyyteen tarkastusten raportointivaiheessa. Opinnäytetyön aihe rajautui koskemaan ainoastaan betonirakenteisten tiesiltojen erikoistarkastuksia.

Tutkimus toteutettiin testaamalla mobiilidokumentointia kesän 2021 erikoistarkastuksissa. Kehitystyön aikana järjestelmään luotiin raportointipohjia, jotka ohjaavat tarkastajaa keräämään tarvittavan tiedon sekä ottamaan tarvittavat kuvat kerätyn tiedon yhteyteen. Tutkimuksen aikana raporttipohjia muokattiin testauksessa havaittujen kokemusten perusteella. Työn tuloksena arvioitiin, millaisia hyötyjä mobiilidokumentoinnilla pystytään saavuttamaan erikoistarkastusproses- sissa.

Tutkimuksen perusteella todettiin Kotopron dokumentointijärjestelmän käyttöö- non olevan yksikössä kannattavaa. Tulokset osoittivat, että mobiilidokumentoin- nin avulla saadaan tuotettua asiakkaille jo maastossa syntyvää laadukasta ja aiempaa kattavampaa dokumentaatiota. Tarkastuksella tuotettavan dokumen- toinnin määrä lisääntyy ja siitä tulee yhtenäisempää raporttipohjien koostuessa valmiista valikoista ja selkeistä ohjeista. Samalla dokumentoinnista tulee työtä ohjaavaa.

Mobiilidokumentoinnin käytöstä siltojen erikoistarkastuksilla saadaan kokemuk- sia tarkastuskauden 2022 aikana, kun käyttöönottokoulutuksen jälkeen koko yk- sikön henkilöstö saa pääsyn järjestelmään. Tulevaisuudessa mobiilidokumen- toinnin käyttöä on yksikössä mahdollista laajentaa erilaisille silloille sekä muun tyyppisiin tarkastuksiin.

---

Asiasanat: erikoistarkastus, silta, mobiilidokumentointi

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Engineering  
Building Construction

VIIPPO, ANU:

Development of Digital Documentation in Special Inspections of Bridges  
Testing the Documentation System by Kotopro Operating on a Mobile Device

Bachelor's thesis 78 pages, appendices 9 pages  
April 2022

---

The thesis developed documentation for special inspections of bridges. The thesis was commissioned by the Ramboll Finland Oy Bridge Asset Management unit. The purpose was to study how the documentation system of Kotopro works in special inspections. The object of this study was to improve quality and increase the amount of documentation in special inspections of bridges. Digital tools were applied for easier access to information as well as saving time in the reporting phase. The subject of the thesis was focused on special inspections for road bridges which are made of concrete.

This study was carried out by testing mobile documentation during special inspections in the summer 2021. During the development work, reporting templates were created in the system. The reporting templates will lead inspectors to collect correct information and to take relevant images. The result of the study was the evaluation of benefits that can be achieved with mobile documentation in the special inspection process.

According to this study, the implementation of the Kotopro documentation system in the unit is profitable. The result showed that mobile documentation can provide customers with high quality and more comprehensive documentation. The amount of documentation produced by the inspection will increase and it will become more uniform. At the same time, documentation becomes a guide for the work. Experiences with the use of mobile documentation will be gained during the inspection period 2022.

---

Key words: special inspection, bridge, mobile documentation

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	SUOMEN SILLAT .....	8
	2.1 Sillan määritelmä.....	8
	2.2 Historiaa .....	8
	2.3 Siltojen määrä ja jakauma.....	9
	2.4 Siltojen ikäjakauma ja kunto.....	12
3	SILTAOMAISUUDEN HALLINTA .....	14
	3.1 Taitorakennerekisteri (Trex).....	14
	3.2 Siltojen tarkastukset.....	15
	3.3 Siltarakenteet toiminnallisuuden mukaan jaettuna .....	18
	3.4 Rakenneosien yhtenäinen kunnon arviointi.....	19
4	JÄNITETYT JA TERÄSBETONISET TIESILLAT .....	21
	4.1 Siltatyypit.....	21
	4.2 Tyypilliset vauriot.....	23
5	ERIKOISTARKASTUS.....	25
	5.1 Tarkastuksen tarkoitus ja aiheenrajaus.....	25
	5.2 Laatuvaatimukset .....	25
	5.3 Erikoistarkastuksen sisältö.....	26
	5.4 Työturvallisuus .....	28
	5.5 Erikoistarkastuksen vaiheet .....	29
6	DOKUMENTOINNIN TEORIA .....	38
	6.1 Mitä on dokumentointi ja miksi sitä tarvitaan .....	38
	6.2 Mobiilidokumentointi.....	39
7	KOTOPRON TESTAUS JA KEHITYS ERIKOISTARKASTUKSISSA. 40	
	7.1 Tilaaja organisaatio .....	40
	7.2 Kotopro Oy.....	40
	7.3 Erikoistarkastusten dokumentointi tutkimuksen alkaessa .....	42
	7.4 Opinnäytetyön tarkoitus ja kehittämistavoitteet .....	42
	7.5 Testauksen alkutaival.....	43
	7.6 Havaitut hyödyt vanhaan dokumentointitapaan verrattuna .....	44
	7.7 Haasteet ja riskit.....	51
	7.8 Laskelma ajallisista säästöistä .....	53
	7.9 Yhteenveto.....	55
8	ESIMERKKI KOHTEEN DOKUMENTOINTIA KOTOPRON AVULLA. 56	
	8.1 Kansiorakenne .....	56
	8.2 Lähtötiedot ja turvallisuusdokumentit .....	57

8.3 Pintarakenteiden arviointi.....	58
8.4 Alus- ja päällysrakenteiden muistiinpanot .....	59
8.5 Näytelistaus ja laboratorion tilauslomake .....	61
8.6 Muut tutkimus- ja kehitystyön aikana syntyneet raportointipohjat.	63
9 KÄYTTÖKOULUTUS JA OHJEISTUS.....	64
9.1 Käyttökoulutus.....	64
9.2 Ohjeistus .....	64
10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	66
LÄHTEET .....	68
LIITTEET .....	70
Liite 1. Siltojen nimityksiä niiden käyttötarkoituksen mukaan.....	70
Liite 2. Siltojen tarkastuksissa käytettäviä sillan päämittoja .....	71
Liite 3. Pintarakenteiden arviointilomake.....	72

## 1 JOHDANTO

Suomessa on noin 22 000 siltaa ja siltaomaisuuden jälleenhankinta-arvo on noin 14 miljardia euroa. Oikein kohdistetulla ylläpitotoiminnalla on ratkaiseva merkitys siltaomaisuuden säilymiseen, siltojen liikennöitävyyteen ja liikenneturvallisuuteen. (RIL 2018, 369)

”Kestävä rakennettu ympäristö on edellytys elinvoimaiselle yhteiskunnalle ja hyvälle arjelle.” (ROTI 2021,1.) Suomen rakennetun omaisuuden tilaa joka toinen vuosi arvioiva raportti (ROTI 2021) painottaa useissa raportin osissa digimurrosta ja digitaalisuuden etuja, myös rakennetun ympäristön seurannassa. Tieto infra-rakenteiden kunnosta mahdollistaa oikea aikaiset huollot ja korjaukset. Oikein ajoitetuilla ja järkevästi suunnitelluilla toimenpiteillä voidaan saada merkittäviä rahoitushallisia ja aikataulullisia säästöjä myös siltaomaisuudenhallinnassa. (ROTI 2021,7,11,20,33,41.)

Idea opinnäytetyön aiheeseen syntyi kiinnostuksestani sekä siltoja että mobiilidokumentointia kohtaan. Olin aiemmassa harjoittelussani käyttänyt mobiilidokumentointia hyvin kokemuksin. Tämä johti haluun tutkia, voitaisiinko vastaavat hyödyt saavuttaa myös nykyisen työnantajani, Ramboll Finland Oy:n Bridge Asset Management -yksikössä. Monipuoliset työtehtävät yksikössä olivat auttaneet havaitsemaan käytössä olevissa dokumentointimalleissa kohtia, joiden kehittämällä voitaisiin mahdollisesti parantaa dokumentoinnin laatua ja säästää raportointiin kuluva aikaa.

Opinnäytetyön keskiössä oli osin kokeellisesti testata Kotopron dokumentointijärjestelmän soveltuvuutta ja arvioida sen tuomia hyötyjä erikoistarkastusprosessin eri vaiheissa. Työssä kehitetään lisäksi tarkastuksella kerätyn tiedon selkeyttä, löydettävyyttä ja raportointiin liitettävyyttä. Työn tuloksena arvioidaan, onko kyseisen järjestelmän käyttöönotto yksikössä kannattavaa. Kannattavuutta arvioidaan muun muassa laadun, kustannusten ja riskienhallinnan näkökulmasta. Työssä pohditaan myös uuden järjestelmän käyttöönottoa sekä digitaalisen dokumentoinnin tuomien uusien toimintamallien ohjeistamista henkilöstölle.

Opinnäytetyössä on lisäksi perehdytty Suomen siltoihin, siltojen ylläpitoon sekä siltojen tarkastustoimintaan yleisesti. Siltoja koskevat käsitteet ja ohjeistukset ovat osin sirpaloituneena tietona erillisissä ohjeissa, joten opinnäytetyön yhteydessä oli hyvä hetki perehtyä siltojen ylläpitoon syvällisemmin. Siltaopetusta on kouluissa tarjolla todella vähän, joten ei ole ennenkuulumatonta, että koulun penkiltä tulijat oppivat siltoihin liittyvät käsitteet osin vasta työelämässä. Toivonkin opinnäytetyöhön kerätyn materiaalin auttavan tulevaisuudessa alalle astuvaa sil-  
lan kunnossapitoon liittyvien perusasioiden hahmottamisessa.

Opinnäytetyön aihe rajautuu koskemaan ainoastaan betonirakenteisten tiesiltojen erikoistarkastusten dokumentoinnin kehittämistä. Kehitystyön kohdistaminen kyseisiin erikoistarkastuksiin on perusteltua, sillä vuonna 2020 yksikön tekemistä erikoistarkastuksista 70 prosenttia tehtiin betonirakenteisille tiesilloille. Opinnäytetyön ulkopuolelle jäävät rautatiesillat, siltojen vedenalaiset tarkastukset sekä teräs-, puu- ja kivirakenteisten siltojen erikoistarkastukset. Mobiilidokumentointisovelluksena on testauksessa käytetty ainoastaan Kotopro Oy:n tarjoamaa palvelua.

## 2 SUOMEN SILLAT

### 2.1 Sillan määritelmä

Sillat kuuluvat taitorakenteisiin, joihin siltojen lisäksi kuuluvat muun muassa rautatierummut, laiturit, meluesteet, merimerkit, paalulaatat, tunnelit, tukimuurit, sulut, padot, kaukalot ja kallioleikkaukset. Väylävirasto (2021) määrittelee taitorakenteen seuraavasti ”Taitorakenne on rakenne, jonka rakentamiseksi on laadittava lujuuslaskelmiin perustuvat suunnitelmat ja jonka rakenteellinen vaurioituminen suunnittelu- tai rakennusvirheen seurauksena saattaa aiheuttaa vaaraa ihmisille tai liikennejärjestelmälle ja merkittäviä korjauskustannuksia rakenteelle tai sen välittömälle ympäristölle” (Väylävirasto 2021).

”Silta on rakenne, joka johtaa ajoneuvo-, juna-, henkilö- tai muun liikenteen esteen yli. Suomessa omaksutun käytännön mukaisesti sillaksi kutsutaan rakennetta, jonka vapaa-aukko on vähintään 2,00 m” (Väylävirasto 2020, 3). Siltoja voidaan jaotella muun muassa niiden päärakennusmateriaalin, käyttötarkoituksen tai niiden staattisen rakenteen perusteella. Päärakennusmateriaaleja silloissa ovat teräs, teräsbetoni, jännitetty betoni, puu, liimattupuu ja muovi. Liitteen 1 on listattu tässä opinnäytetyössä käytettyjä siltojen nimityksiä, jaoteltaessa siltoja niiden käyttötarkoituksen perusteella. Staattisen rakenteen perusteella jaottelu käydään työssä läpi ainoastaan teräsbetoni ja jännitettyjen betonisiltojen osalta luvussa 4.

### 2.2 Historiaa

Sillan rakentamisen voimakas kasvu alkoi Suomessa 1960-luvun alusta, jolloin siltoja rakennettiin niiden pinta-alan perusteella lähes kolminertainen määrä sitä edeltäneeseen vuosikymmeneen verrattuna. Siltojen rakentamisen volyyymi jatkui suurena aina 1990-luvun loppuun asti. 2000-luvun alussa rakennettiin vielä paljon rautatiesiltoja. Viime vuosikymmenellä rakennettiin pääasiassa niin sanottuja kuivia siltoja, joita olivat muun muassa ajoneuvoliikenteen risteyssillat, radan alit-



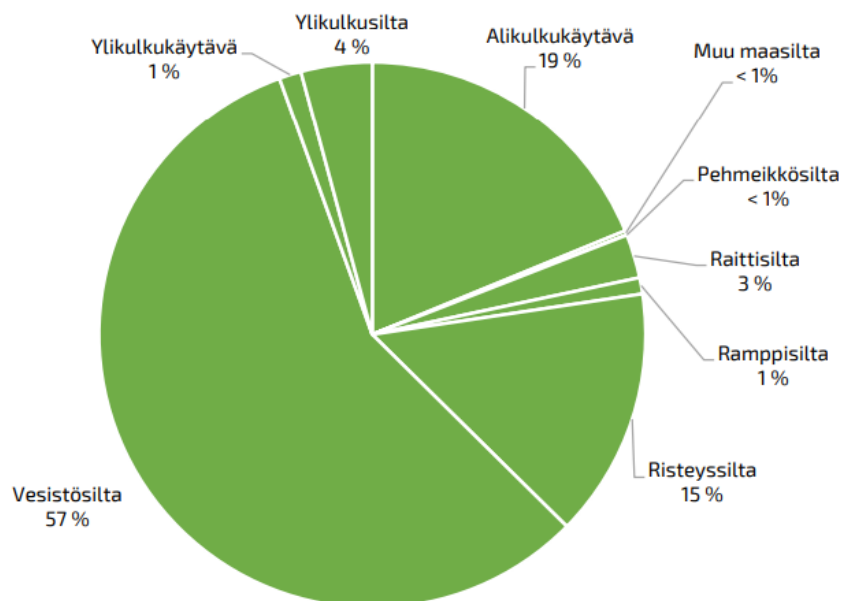
tavat alikulkusillat sekä jalankulku- ja pyörätieliikennettä varten rakennetut alikulkukäytävät. 2010-luvulla toteutettujen suurten vesistösiltojen avulla pystyttiin poistamaan lossiyhteyksiä ja avattavia siltoja. (Väylävirasto 2020, 3.)

1970-luvulla aloitettiin silloisen Tiehallinnon siltojen kunnan seuraaminen viiden vuoden välein tehtävillä yleistarkastuksilla. 1990-luvulla tarkastustietoja aloitettiin kirjaamaan Siltarekisteriin, josta tie- ja rataverkon siltojen hallinnointi siirrettiin vuonna 2017 Taitorakennerekisteriin. (Väylävirasto 2020, 3,6.)

### 2.3 Siltojen määrä ja jakauma

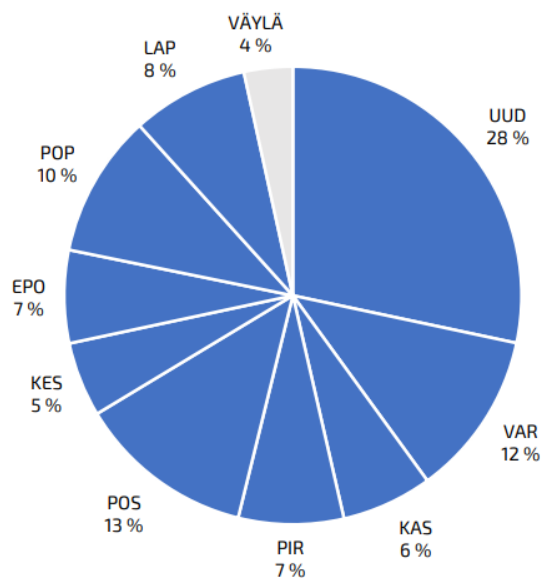
Vuoden 2020 alussa Väyläviraston omistuksessa oli noin 17 600 siltaa (Väylävirasto 2020, 3). 1.1.2020 Väyläviraston omistamista silloista noin 15 100 kpl olivat tiesiltoja. Tiesilloista noin 11 800 kpl oli varsinaisia siltoja ja loput noin 3300 kpl olivat putkisiltoja. Samana ajankohtana Väyläviraston omistuksessa oli noin 2500 rataverkon siltaa. (Väylävirasto 2020, 3,16.) Väyläviraston omistamien siltojen lisäksi siltoja on kaupunkien ja kuntien omistuksessa sekä yksityisteillä.

Väyläviraston sillat 1.1.2020 julkaisua tarkasteltaessa voidaan todeta varsinaisista tiesilloista kappalemäärän jakauman perusteella suurimman osan eli 57 % olevan vesistösiltoja. Toiseksi eniten kappalemäärän perusteella on alikulkukäytäviä (19 %) ja kolmas, merkittävästi muita määrällisesti suurempi joukko on risteyssillat (15 %). Mikäli asiaa tarkastellaan siltojen pinta-alan perusteella vesistösiltojen ja alikulkukäytävien prosentuaalinen osuus laskee, samalla kun ylikulkusiltojen ja risteyssiltojen prosenttiosuus kasvaa. Asiaa selittää esimerkiksi alikulkukäytävien pienempi koko verrattuna risteyssiltoihin. Kuviosta 1 voidaan nähdä myös muiden siltojen prosentuaalinen osuus, kun jaottelu oli tehty tiesiltojen **kappalemäärän jakauman perusteella käyttötarkoituksittain**. (Väylävirasto 2020, 22.)



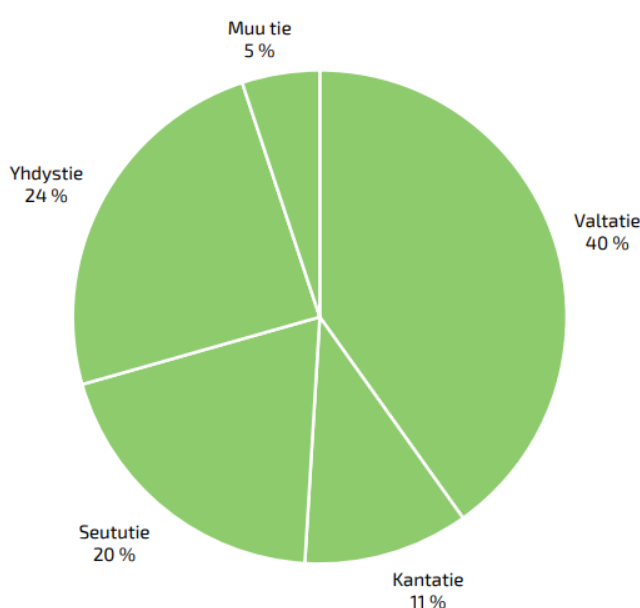
KUVIO 1. Varsinaisten tiesiltojen lukumäärien jakauma käyttötarkoituksittain (Väylävirasto 2020b)

Uudenmaan ELY-keskuksen alueella sijaitsee sekä pinta-alan että lukumäärän mukaan jaoteltuna noin 30 % Väyläviraston omistamista silloista. Kuviossa 2 on esitetty kuinka varsinaiset tiesillat ovat **pinta-alojen prosenttiosuuksien perusteella jakautuneet ELY-keskuksittain**.



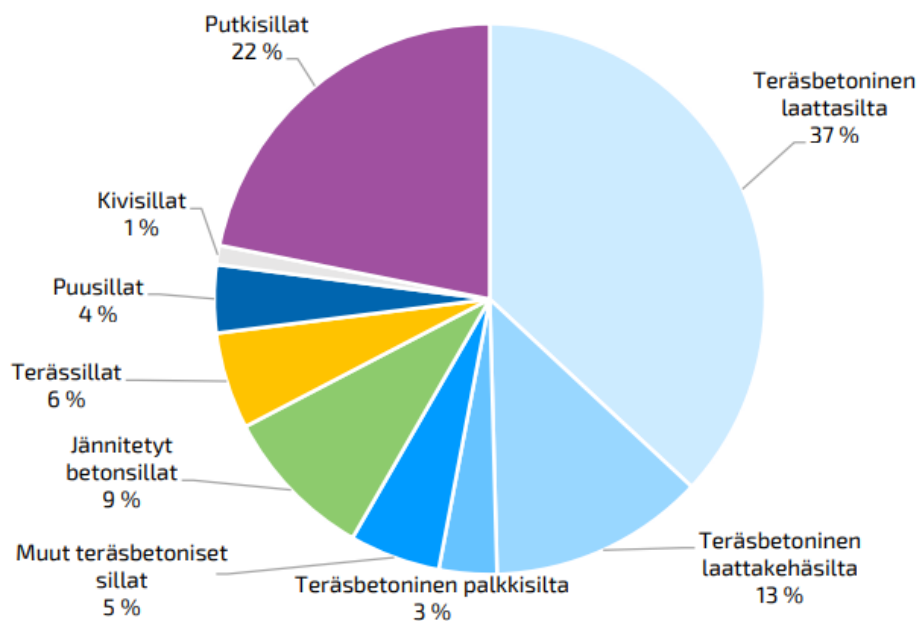
KUVIO 2. Varsinaisten tiesiltojen pinta-alojen prosenttiosuudet ELY-keskuksittain (Väylävirasto 2020b)

**Tien toiminnallisen luokan mukaan tarkasteltuna** pinta-alaltaan 40 % silloista sijaitsee valtateillä (Väylävirasto 2020, 15). Osuus on verrattain suuri, tarkasteltaessa tieverkon pituuksia. Väyläviraston vastuulla on yhteensä 78 000 km maanteitä, joista ainoastaan 8600 km on valtateitä (Väylävirasto, n.d.; Tilastokeskus n.d.). Valtateiden osuus Suomen maanteistä on siis ainoastaan 11 %. Kuviosta 3 voidaan havaita kuinka Väyläviraston omistamat sillat ovat pinta-alan perusteella jakautunut Suomen maanteille, kun asiaa tarkastellaan tien toiminnallisen luokan mukaisesti (Väylävirasto 2020, 15). Katujen kunnossapito kuuluu kunnille. Tämä tarkoittaa, että kunnat sekä muut omistajaorganisaatiot vastaavat omien siltojen ylläpidosta, ellei asiasta muuta ole sovittu.



KUVIO 3. Varsinaisten tiesiltojen pinta-alojen prosenttiosuudet tien toiminnallisen luokan mukaan (Väylävirasto 2020b)

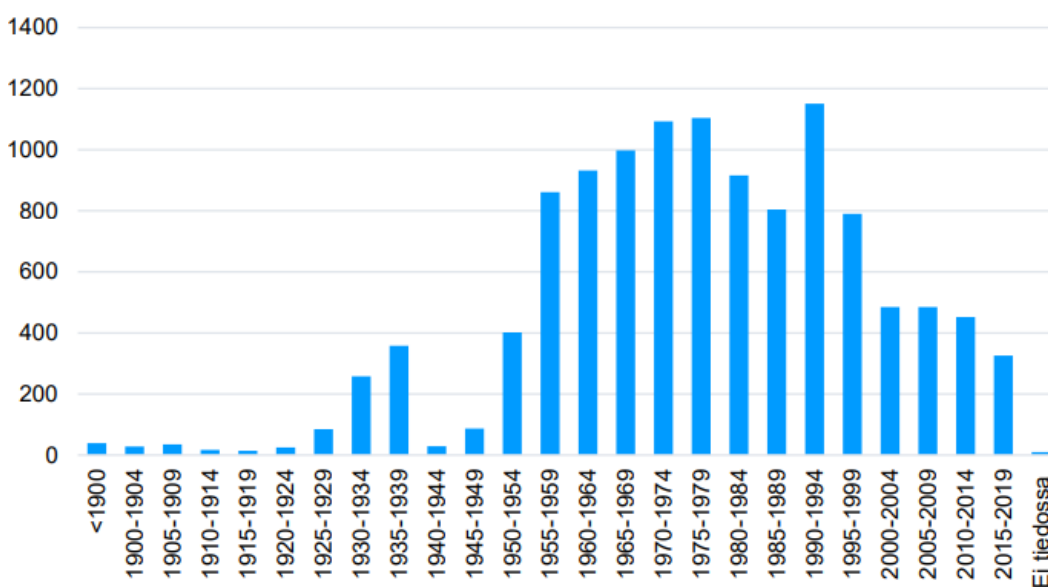
Teräbetonisten ja jännitettyjen betonisiltojen yhteen laskettu prosenttiosuus lukumäärien jakauman perusteella kaikista Suomen tiesilloista on 67 %. Mikäli asiaa tarkastellaan pinta-alan perusteella kasvaa teräbetonisten ja jännitettyjen betonisiltojen yhteen laskettu prosenttiosuus jopa 80 prosenttiin kaikista Suomen tiesilloista. Prosenttiosuuden kasvu johtuu jännitettyjen siltojen suuremmista jänneväleistä verrattuna esimerkiksi putkisiltoihin, joiden prosenttiosuus pinta-alan perusteella tarkastellessa laskee kolmeen prosenttiyksikköön. Kuviossa 4 on jakaumaa tarkasteltu **siltatyypeittäin lukumäärän jakauman perusteella**. (Väylävirasto 2020b, 27.)



KUVIO 4. Tiesiltojen lukumäärien jakauma siltatyypeittäin (Väylävirasto 2020b)

## 2.4 Siltojen ikäjakauma ja kunto

Sillan ikä määritellään joko sillan valmistumisvuoden tai päällysrakenteen uusimisvuoden perusteella (Väylävirasto 2020b, 11). Kuviossa 5 on esitetty varsinaisten tiesiltojen **ikäjakauma kappalemäärän perusteella**. Siitä voidaan havaita suuren osan siltoja olevan 20–60 vuodeniässä (Väylävirasto 2020b, 37).



KUVIO 5. Varsinaisten tiesiltojen ikäjakauma kappalemäärän perusteella (Väylävirasto 2020b)

Käytännön kokemus on osoittanut maantiesiltojen tulevan peruskorjausikään 30–40 vuoden iässä. Sillan peruskorjauksella tarkoitetaan kokonaiskorjausta, jossa sillan kaikki vaurioituneet ja kuluneet rakenneosat kunnostetaan tai uusitaan ja sillan rakenteellinen ja toiminnallinen kunto palautetaan käyttöiän edellyttämälle tasolle. Siltojen suolarasituksella ja hoidolla on vaikutusta rakenteiden kuntoon ja sen kautta peruskorjausikään. (Väylävirasto 2020b, 9–10)

Väyläviraston (n.d) arvion perusteella vuoteen 2020 mennessä noin 7000 tiesiltaa oli tulossa peruskorjausikään. Vaikka Väylävirasto onkin panostanut peruskorjauksiin, on huonokuntoisten siltojen määrä hitaasti kasvanut. (Väylävirasto n.d.) Vuonna 2019 peruskorjattiin 111 varsinaista tiesiltaa, joista noin 70 % oli iältään yli 40 vuotta. Saman aikaisesti huonokuntoisia eli kuntoluokkaan 1 tai 2 kuuluvia varsinaisia tiesiltoja oli noin 550 kpl, joista noin 80 % oli teräsbetoni- tai jännitettyjä betonisiltoja. (Väylävirasto 2020b, 49, 53, 56.)

Voidaan siis todeta korjattavaa vielä riittävän ja sitä kautta erikoistarkastuksiakin olevan tulossa myös tulevina vuosina. Peruskorjatut sillat ovat osin myös melko iäkkäitä. Tarkastelua tehdessä tulee kuitenkin muistaa, että silloille tehdään vuosittain myös useita satoja ylläpitokorjauksia, joiden laajuudet vaihtelevat. Ylläpitokorjauksilla voidaan osin parantaa korjattavan rakenneosan kuntoarviota ja samalla toisinaan siirtää sillan peruskorjaustarvetta myöhemmäksi.

### 3 SILTAOMAISUUDEN HALLINTA

#### 3.1 Taitorakennerekisteri (Trex)

Taitorakennerekisteri otettiin käyttöön 2017 vuoden alussa korvaamaan entisen siltarekisterin. Taitorakennerekisteri on omaisuudenhallintajärjestelmä, joka toimii Väyläviraston ja useimpien kaupunkien omistamien taitorakenteiden tiedon pääjärjestelmänä. (Liikennevirasto 2018b, 4.)

Taitorakenteiden omaisuudenhallinnan tarkoituksena on, että rakenteen omistaja tietää mitä omistaa sekä mitä ja milloin sille pitää tehdä (Väylävirasto 2021). Näin päätöksen tekijöillä on mahdollisuus määrittää rahoituspuitteet ja toimenpiteet, joilla sillan kunto ja palvelutaso saadaan pidettyä halutulla tasolla. Tasoa määritellään niin väylän käyttäjien, kun kunnossapitäjienkin kannalta. (Väylävirasto 2020a, 7.)

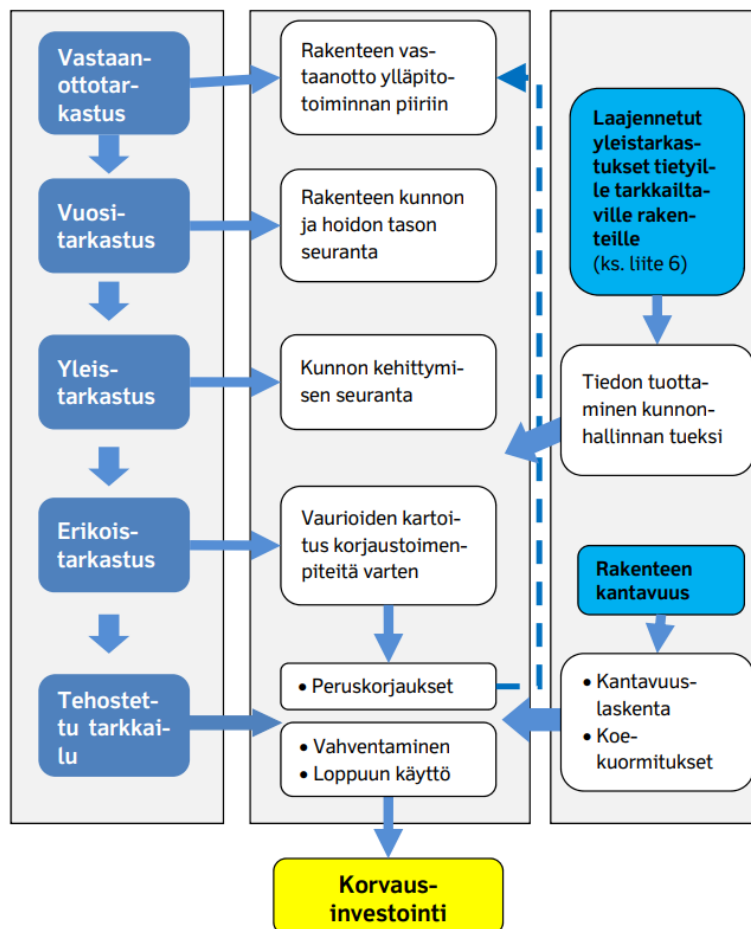
Taitorakennerekisteri palvelee Väyläviraston, ELY-keskusten ja kuntien asiantuntijoita sekä palveluntuottajia. Käyttäjiä ovat rakenteiden omistajat, kunnossapitäjät, konsultit, urakoitsijat sekä sidosryhmät tai muut järjestelmät. Palvelun käyttäminen edellyttää Väyläviraston myöntämän katseluoikeuden ja tietojen muokkaaminen vaaditun koulutuksen suorittamisen. Rekisterissä julkiseksi määritelty taitorakenteiden tieto, viedään Väyläviraston lataus- ja katselupalveluun. (Liikennevirasto 2018b, 4; Väylävirasto 2021.)

Taitorakennerekisteri sisältää hallinnollisten ja rakenteellisten tietojen lisäksi vaurio- ja kuntotietoa taitorakenteista. Tiedot muodostuvat suunnittelun, rakentamisen ja ylläpidon aikana. Taitorakenteiden tiedon käsittely- ohje (Liikennevirasto 2018b) määrittää miten ja kenen vastuulla kulloinkin syntyvien tietojen vieni Taitorakennerekisteriin on. Rekisterin tietosisältö välittää tarvittavia tietoja myös muihin järjestelmiin, joten rekisteriin lisättävän tietosisällön oikeellisuudesta ja ajantasaisuudesta järjestelmään tulee huolehtia. Taitorakennerekisteristä vietyjen tietojen perusteella voidaan suunnitella esimerkiksi erikoiskuljetusten reititystä. (Liikennevirasto 2018b, 4.)

### 3.2 Siltojen tarkastukset

Siltojen tarkastukset ovat edellytys hyvälle hoidolle ja ylläpidolle (Ramboll n.d.b). Tarkastustoiminnalla pyritään varmistamaan siltojen turvallisuus, kantavuus ja kustannus vaatimuksien täyttyminen. Siltojen tarkastustiedoilla on erittäin suuri merkitys hallintajärjestelmässä ja siltojen ylläpidon ohjelmoinnissa. Luotettavan tarkastustiedon perusteella voidaan tehdä siltojen toimenpideohjelmaa. ”Tarkastustietojen perusteella tehdään myös siltojen ikäkäyttäytymistä kuvaavia malleja, joita voidaan käyttää siltojen optimaalisen palvelutason määrittämiseen.” (Väylävirasto 2020a, 7.)

Silloille tehdään erityyppisiä tarkastuksia läpi niiden käyttöiän. Erilaisten tarkastusten avulla saadaan eritasoista tietoa. Jo suunnitteluvaiheessa huomioidaan rakenteen tarkastettavuus sekä aloitetaan rakenteen suunnittelu- käyttöikävaatimusten tarkastaminen. Kuviossa 6 on esitetty taitorakenteiden käytönaikaista tarkastusjärjestelmää osana rakenteiden elinkaarta. (Liikennevirasto 2013, 49–50.)



KUVIO 6. Tarkastusjärjestelmä osana rakenteen elinkaarta (Liikennevirasto 2013)

**Vastaanottotarkastus (VOT)** käynnistää rakenteen käytönaikaisen tarkastustoiminnan, mutta se tehdään myös sillan korjaustyön yhteydessä. Ylläpitovaiheessa vastaanottotarkastus voi koskea joko koko siltaa tai ainoastaan jotain tiettyä rakenneseosaa. Vastaanottotarkastuksessa varmistetaan tehtyjen toimenpiteiden vastaavan sopimuksissa ja suunnitelmissa esitettyjä vaatimuksia. Vastaanottotarkastuksen suorittaa hyväksytty rakenteen tarkastaja, joka myös vie tarkastuksen tiedot Taitorakennerekisteriin ja määrittää rakenteelle seuraavan tarkastuksen. Vastaanottotarkastuksella kerätyt tiedot ovat laadun tarkastuksen lisäksi arvokasta lähtötietoaineistoa tulevia vastaavia suunnitteluratkaisuja miettiessä. (Liikennevirasto 2018b; Ramboll n.d.b.)

**Vuositarkastus (VT)** on osa sillan hoitoa ja sen suorittaminen kuuluu pääsääntöisesti tienhoidon alueurakoitsijalle. Vuositarkastuksen tarkoitus on auttaa alueurakoitsijaa sillan asianmukaisessa hoidossa. Tämän lisäksi tarkastukset tuottavat Väylävirastolle tietoa siltojen hoitoon ja ylläpitoon liittyen. Vuositarkastus tehdään silmämääräisesti ja siinä keskitytään uusien ja nopeasti kehittyviin vaurioihin, joita ovat esimerkiksi kaide- ja päällystevauriot, puutteellinen kuivatuksen toiminta ja puhdistuksen laiminlyönnit. Lisäksi vuositarkastuksessa kiinnitetään huomiota sillan turvallisuuteen, toimivuuteen ja liikennöitävyyteen. Väyläviraston maantiesiltojen vuositarkastuksissa noudatetaan Maantiesiltojen vuositarkastusohjetta ja tarkastustiedot viedään Väyläviraston HARJA-järjestelmään. Väyläviraston omistamille silloille vuositarkastus tulee tehdä kevätpuhdistuksen jälkeen 15.7. mennessä. Siltojen vuositarkastajan tulee olla hyväksytty sillantarkastaja tai siltojen vuositarkastuskoulutuksen suorittanut henkilö. Lisäksi vuositarkastajan tulee kuulua urakoitsijan työnjohtoon tai olla muu siltakokemusta omaava henkilö, kuten siltakonsultti. (Väylävirasto 2019; Ramboll n.d.b.)

**Yleistarkastus (YT)** on vuositarkastusta tarkempi, silmämääräisesti 5–10 vuoden välein tehtävä tarkastus, joka suoritetaan pääsääntöisesti sulan maan aikaan. Yleistarkastusta voidaan pitää taitorakenteen ”pää tarkastuksena”, jonka avulla seurataan rakenteen kunnan kehittymistä koko rakenteen käyttöajan ajan. Yleistarkastuksella tehtyjen vauriohavaintojen lisäksi arvioidaan syitä vaurioiden taustalla, ehdotetaan niiden korjaustoimenpiteitä ja arvioidaan korjauskustannuksia. Tarkastuksen tuloksena saadaan myös ehdotus seuraavan tarkastuksen tyyppiksi ja ajankohdaksi. Tarkastuksilta saatavan tiedon tulee olla mahdollisimman



yhdenmukaista ja vertailukelpoista, riippumatta tilaajasta, tarkastajasta tai muista tekijöistä. Yleistarkastuksia ohjaavat Sillantarkastuskäsikirja (Väylävirasto 2020a) sekä Taitorakenteiden tarkastusohje (Liikennevirasto 2013). Yleistarkastajan tulee olla hyväksytty sillantarkastaja, minkä lisäksi tarkastajan tulee vuosittain ylläpitää osaamistaan Väyläviraston ohjeiden mukaisesti. Väylävirastolla on lisäksi laatujärjestelmä, jonka avulla yleistarkastuksien laatua seurataan. (Liikennevirasto 2013, 54–55; Väylävirasto 2020a, 8; Ramboll n.d.b.)

**Laajennettu yleistarkastus (LYT)** sisältää normaalin yleistarkastuksen lisäksi näytteidenottoa sekä tarpeelliseksi katsottuja tarkastusta tukevia toimenpiteitä, joilla rakenteen kunnosta saadaan riittävän kattava tieto. Suurille silloille, joita ei pystytä ilman apuvälineitä tarkastamaan, tehdään laajennettu yleistarkastus. Näin niiden kunnosta saadaan yhtä kattavat ja luotettavat tiedot kuin pienemmistäkin silloista. Laajennetussa yleistarkastuksessa hankitaan erikoistarkastuksen keinoin tarkempaa tietoa sillan kunnosta, jotta korjaustarpeet voidaan ennakoida paremmin. Laajennettu yleistarkastus tehdään pääsääntöisesti erillisten taitorakennekohtaisten ohjeiden mukaisesti, joissa määritellään myös vaatimukset kyseisen rakennetyypin tarkastajalle. (Liikennevirasto 2013, 64; Ramboll n.d.b.)

**Erikoistarkastus (ET)** on yleistarkastusta huomattavasti työläämpi ja sillä pyritään saamaan tarkempaa tietoa rakenteen kunnosta. Erikoistarkastuksen ajankohta riippuu täysin rakenteesta ja sen kunnosta. Erikoistarkastukseen päädytään, kun vuosi- tai yleistarkastuksessa on havaittu vaurioita tai huolenaiheita, jotka vaativat esimerkiksi näkyvien vaurioiden laajuuden tai syntymekanismien tarkempaa selvitystä. Pääsääntöisesti aina ennen peruskorjausta sillalle tehdään koko sillan kattava erikoistarkastus, jollei kyseessä ole yksinkertainen, suoraan hyväksytyillä ohjeilla toteutettava korjaustoimenpide. Erikoistarkastus voidaan tarvittaessa rajata koskemaan vain yksittäistä ongelmaa, rakennetta tai tutkimustyyppiä. (Liikennevirasto 2013, 68; Ramboll n.d.b.) Erikoistarkastusprosessi on esitelty laajemmin opinnäytetyön luvussa 5.

**Tehostettu tarkkailu (TT)** pyrkii määrittämään rakenteen kunnan muutoksen aikayksikköä kohti. Kyseistä tietoa tarvitaan mm. silloin, kun sillalta poistetaan painorajoitus vahvistamatta rakennetta, tarvitaan tarkka kuva liikenne- tai käyttöturvallisuutta mahdollisesti vaarantavien vaurioiden kehittymisestä tai kun halutaan

kuluttaa rakenne tai sen osa loppuun. Päätöksen rakenteen tehostettuun tarkkailuun asettamisesta tekee rakenteen omistaja tai/ja ylläpitäjä. Päätöksen perustana voi olla yleistarkastus, erikoistarkastus tai laskennalliset tarkastelut. Tehostettua tarkkailua varten tulee tehdä tarkkailusuunnitelma, jonka mukaisesti rakennetta käydään tarkastamassa. Ohjeistus tarkkailuun on tehtävä niin, että tarkkailaan oikeaa asiaa oikeilla menetelmillä ja riittävällä tarkkuudella. Tehostetussa tarkkailussa voidaan käyttää apuna myös rakenteen monitorointia erilaisten antureiden avulla. Tehostettu tarkkailu päättyy lähes aina tarkkailtavan sillan purkuun. ”Joissakin poikkeustapauksissa tarkkailtavan vaurion tai muodonmuutoksen eteneminen pysähtyy, jolloin tehostetusta tarkkailusta voidaan luopua ja palata normaaliin yleistarkastuskiertoon.”(Ramboll n.d.b; Liikennevirasto 2013, 71 )

Siltojen tarkastuksissa on olennaista tietää ja ymmärtää siltojen rakenteelliset päämitat, jotka osin tulee myös tiettyjen tarkastuksien yhteydessä mitata. Sillan mitat vaikuttavat myös esimerkiksi erikoistarkastuksen suunnitteluun. Liitteeseen 2 on kerätty siltojen tarkastuksissa käytettäviä olennaisia rakenteellisiä mittoja.

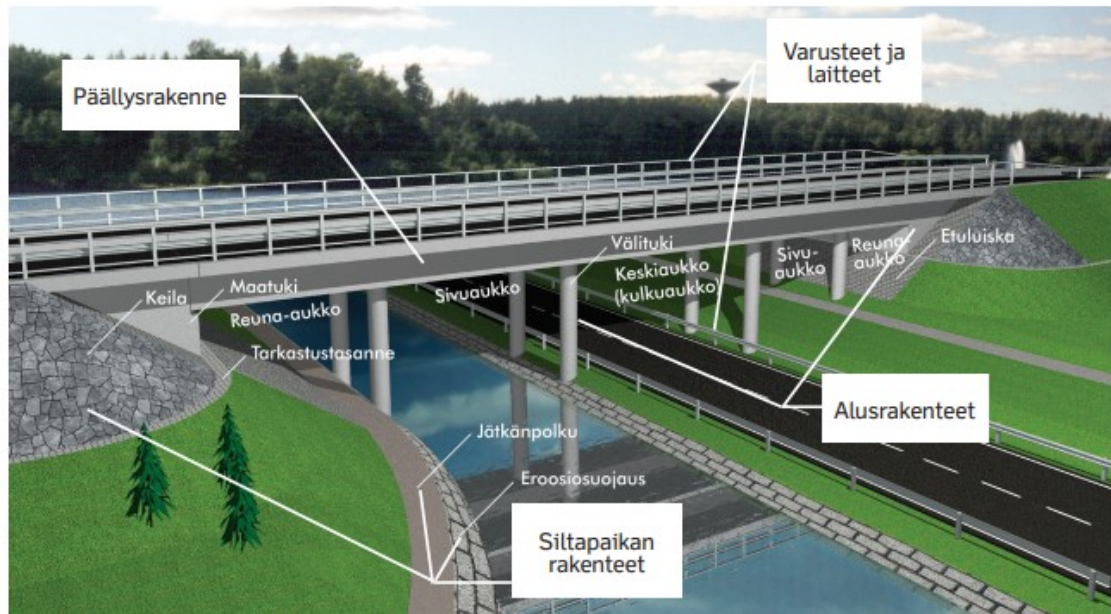
### 3.3 Siltarakenteet toiminnallisuuden mukaan jaettuna

**Alusrakenteet** siirtävät päällysrakenteelta tulevat kuormat kantavaan maakerrokseen tai kallioon. Sillan alusrakenteita ovat välituet ja päätytuet sisältäen perustukset sekä muut niihin liittyvät rakenteet. (Liikennevirasto 2013, 15.)

**Päällysrakenne** kantaa sillalla liikkuvan hyötykuorman esteen tai alittavan väylän yli ja välittää pysyvät kuormat sekä hyötykuormat alusrakenteille. Päällysrakenteita ovat mm. kansilaatta ja mahdolliset palkit. **Pintarakenteet**, joita ovat vedeneristeet ja päällysteet, kuuluvat myös päällysrakenteisiin. Pintarakenteiden tehtävä on suojata kantavaa rakennetta liikenteen kulutukselta sekä estää vedenpääsy rakenteeseen. (Liikennevirasto 2013, 15.)

**Varusteet ja laitteet** ovat alus- ja päällysrakenteen toimintaa tukevia rakenteita. Niitä tarvitaan sillan liikenneturvallisuuden, käytettävyyden ja käyttöiän tueksi. Sillan varusteita ja laitteita ovat mm. laakerit, kaiteet ja liikuntasaumalaitteet. (Liikennevirasto 2013, 15.)

**Siltapaikan rakenteet** ovat pääosin sillan ulkopuolella olevia rakenteita. Ne ovat rakenteita, joita tarvitaan siltapaikan kuivatukseen, pitkäaikaiskestävyyden ja turvallisuuden vuoksi. Niihin lukeutuu muun muassa luiskat, keilat, pengerkaiteet sekä pintavesikaivot ja -kourut. (Liikennevirasto 2013, 15.) Kuviossa 7 on sillan rakenneosat esitetty risteyssillan piirroksessa.

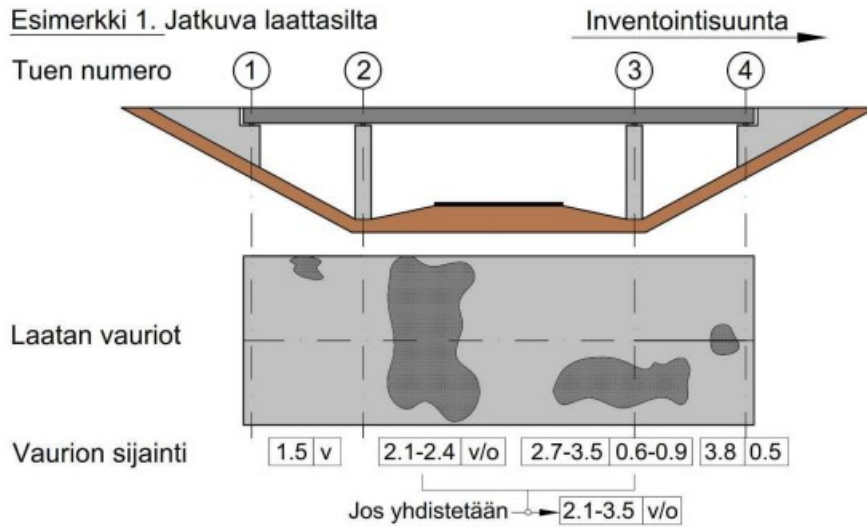


KUVIO 7. Risteyssillan rakenneosat (Liikennevirasto 2013)

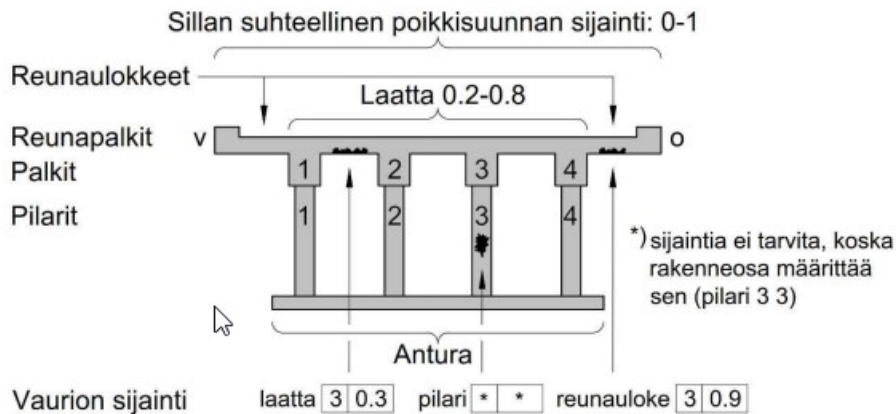
### 3.4 Rakenneosien yhtenäinen kunnon arviointi

**Vaurioiden sijainnin määrittäminen** tehdään pituussuunnassa, poikkisuunnassa ja joskus myös korkeussuunnassa. Sijaintia ei tarvitse antaa sellaisille rakenneosille, jotka itsessään määrittävät sijainnin riittävällä tarkkuudella. Pituus- ja poikkisuuntainen sijainti määritetään suhteessa koko sillan sijaintiin. Ainoastaan poikkisuunnassa kappaleittain numeroitujen rakenneosien poikkisuuntainen sijainti voidaan määrittää käyttäen rakenneosan sijaintia. Korkeussuuntainen sijainti määritetään vaurion ainoastaan, kun sijainnin kohdistaminen sitä vaatii. Mikäli korkeussuuntaista määrittäystä käytetään, se tehdään aina rakenneosaa kohtaisesti. Kuviossa 8 on esitetty vaurioiden sijainnin kuvaaminen pituus- ja poikkisuunnassa, kahden esimerkin avulla. (Väylävirasto 2020a, 17, 20.)

Vaurioiden sijainnin kuvaaminen pituus ja poikkisuunnassa



**Esimerkki 2. Palkkisillan välituki 3 katsottuna inventointisuuntaan.**



KUVIO 8. Vaurion pituus- ja poikkisuuntainen sijainti (Väylävirasto 2020a)

Sillantarkastuskäsikirja (Väylävirasto 2020a) määrittää tarkasti sillan vauriokirjauksien tekemisestä. Siinä on lisäksi vauriovalokuvien avulla ohjeistettu vaurioille kirjattavista toimenpiteistä ja niiden kiireysluokituksista. Yksiselitteiset ohjeet ovat todella hyvä, sillä silmämääräisessä tarkastuksessa syntyy aina tulkinta- ja näkemuseroja. Tarkastuskäsikirjan avulla tarkastuskäytäntö pyritään saamaan yhden mukaiseksi ja tarkastustulokset vertailukelpoisiksi koko maan alueella (Väylävirasto 2020a, 8).

## 4 JÄNITETYT JA TERÄSBETONISET TIESILLAT

### 4.1 Siltatyypit

Päällysrakenteen toimintatapa vaihtelee sillan rakennetyypistä riippuen. Toiminnallisesti siltatyyppi voi vaihdella myös yksittäisessä sillassa eri silta-aukoissa. Päätyypit silloilla ovat laatta, palkki, kehä, kaari, ristikko ja holvi. (Liikennevirasto 2013, 16.) Tässä työssä syvennyttään ainoastaan kolmeen ensimmäiseen, johdun opinnäytetyön rajauksesta. Kyseiset siltatyypit myös edustavat suurinta osaa erikoistarkastettavista silloista.

Laatta-, palkki- ja kehäsillat ovat pääsääntöisesti taivutettuja siltoja, jotka kantavat yläpuolisen hyötykuorman pääkannattimen taivutuskapasiteetin avulla. Päärakennusmateriaalina taivutetuissa silloissa on teräsbetoni, jännitetty betoni, teräs tai puu. (Liikennevirasto 2013, 17.) Tässä työssä perehdyttään ainoastaan teräsbetoniin ja jännitettyihin betoni siltoihin.

**Laattasillat** edustavat ylikolmannesta Suomen tiesilloista. Niiden yleisyys perustuu yksinkertaiseen rakennekokonaisuuteen, jossa hyödynnetään tehokkaasti tasakorkean kahteen suuntaan kantavan laatan rakenneominaisuuksia sekä rakentamisen helppous. Laattasillan optimaalinen jänneväli on 8 – 20 metriä, jännitetynä jänneväli voi olla myös pidempi. Tieliikenteen silloissa laattasiltoja käytetään tyypillisesti alikulkukäytävinä ja risteyssilltoina. (RIL 2018, 49.) Kuvassa 1 on teräsbetoninen jatkuva laattasilta, jonka pisimmän jänteen jänneväli on 17 metriä.



KUVA 1. Teräsbetoninen jatkuva laattasilta (Ramboll Finland Oy 2020)

**Palkkisillat** ovat tiesiltojen yleisin siltatyyppi keskimittaisilla jännemitoilla. Palkkisillan jännemitat alkavat pääsääntöisesti siitä mihin laattasillan optimaaliset jännevälit päättyvät. Palkkisillan jännemitat voivat olla alle 20 metristä jopa 100 metriin asti. Palkkisillat ovat lähes poikkeuksetta jännitettyjä rakenteita, sillä jännittämisellä saadaan huomattava hyöty poikkileikkauksen oman painon vähentämisessä ja rakenteen paremmassa kantokyvyssä. (RIL 2018, 50–51.) Kuvassa 2 on teräsbetoninen jatkuva ulokepalkkisilta, jonka käyttötarkoitus on ylikulkukäytävä.



KUVA 2. Teräsbetoninen jatkuva ulokepalkkisilta (Viippo 2021)

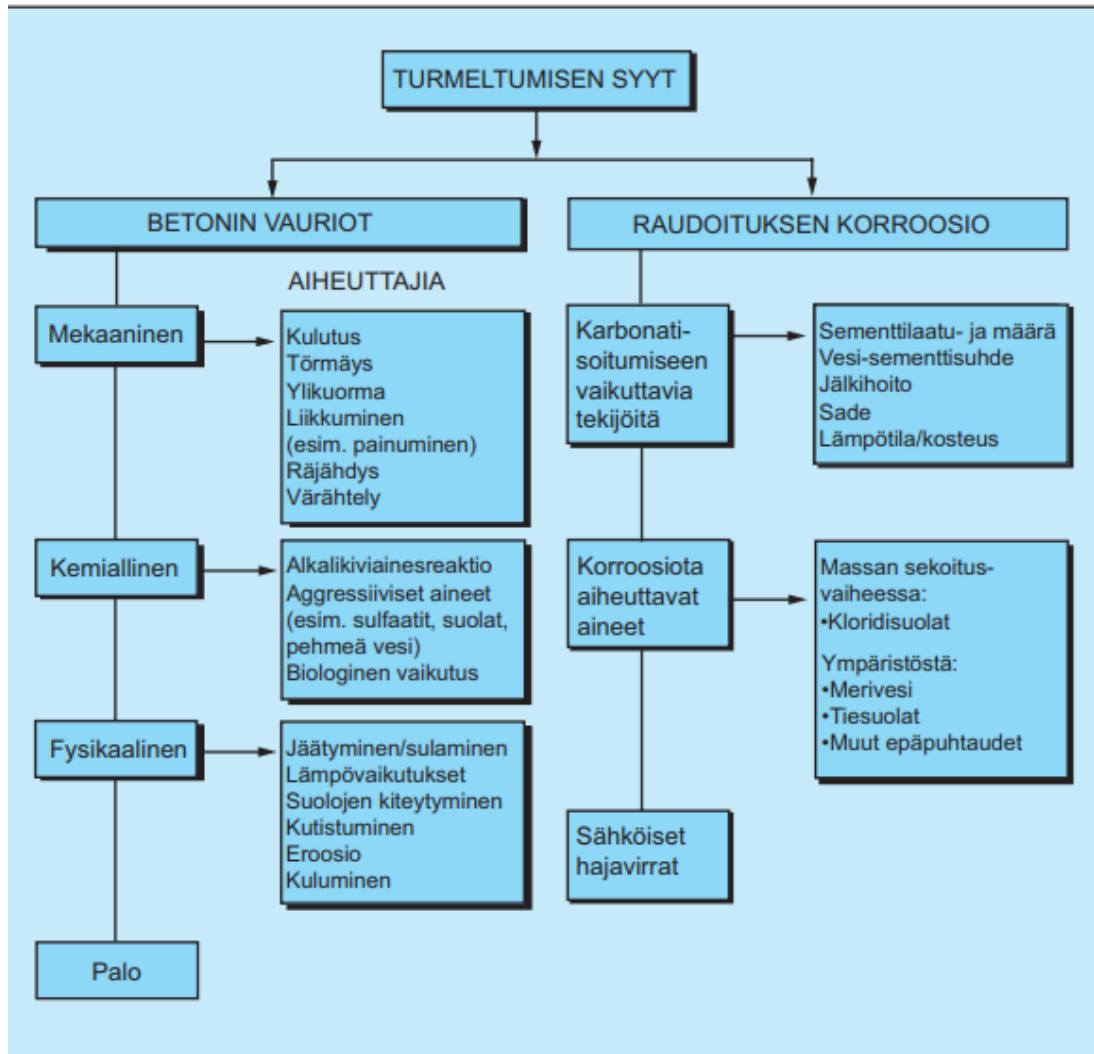
**Kehäsillat** ovat nimensä mukaisesti jäykkiä sivuseinien ja kannen muodostamia kehiä, jotka ovat seinien osalta jäykästi kiinnitetty peruslaattaansa. Siltatyyppistä on käytössä suorajalkainen kehäsilta (Blk I) ja niin sanottu vinojalkainen siltatyyppi (Blk II). Kehäsilloissa on kansilaatan päällä murskekerros, joka mahdollistaa asfalttikerrosten tekemisen yhtenäisenä sillan kohdalla. Paikalla valettu laattakehäsilta on kevyen liikenteen alikulkukäytävän yleisin siltatyyppi. Kevyenliikenteen väylillä kehäsillan vapaa-aukkovaatimus on tyypillisesti 6 metriä. (RIL 2018, 48–49.) Kuvassa 3 on teräsbetoninen kehäsilta, jonka käyttötarkoitus on alikulkukäytävä.



KUVA 3. Teräsbetoninen kehäsilta (Ramboll Finland Oy 2021)

## 4.2 Tyypilliset vauriot

Ominaisia vaurioita tiesilloille ovat betonirakenteiden rapautumisvauriot sekä kloridikorroosiovauriot. Teiden liukkauden torjuntaan käytetty suola sekä Suomen ilmasto olosuhteet saattavat vaurioittaa rakenteita toisinaan hyvinkin nopeasti. (Liikennevirasto 2013, 11.) Kuviossa 9 on esitetty teräsbetonirakenteiden vaurioiden tavalliset syyt standardin SFS-EN 1504-9 mukaan (Väylävirasto 2007).



KUVIO 9. Betonirakenteiden vaurioiden tavalliset syyt standardin SFS-EN 1504-9 mukaan (Väylävirasto 2007)

Vaurion sijainnista riippuen, saattaa vaurio edetessään vaarantaa rakenteiden kantavuuden (Liikennevirasto 2013, 11). Kuva 4 on sillantarkastuskäsikirjan ohjekuva silmämääräiseen alkalikiviainesreaktioaurion arviointiin alusrakenteissa.



KUVA 4. Tyypillinen alusrakenteen AKR-vaurio (Väylävirasto 2020a)

Siltojen kantavia rakenteita saattavat vaurioittaa lisäksi siltojen ylikuormittaminen. Ajoneuvojen painot ovat ajan myötä kasvaneet, mikä tarkoittaa, että vanhat sillat joutuvat kantamaan suurempia kuormia, joille ne on alun perin suunniteltu. Siltojen ylikuormitus saattaa aiheuttaa esimerkiksi halkeamia, taipumia ja siirtymiä. (Liikennevirasto 2013, 11.)



## 5 ERIKOISTARKASTUS

### 5.1 Tarkastuksen tarkoitus ja aiheenrajaus

Pääasiallisena tavoitteena erikoistarkastuksessa on selvittää sillan korjaus- tai uusimistarve sekä korjauksen ajoitus ja kannattavuus (Liikennevirasto 2018a, 4). Tavoitteena on myös saada luotettavat ja riittävän kattavat tiedot mahdolliseen korjaussuunnitteluun.

Opinnäytetyön rajautuessa koskemaan ainoastaan betonirakenteisia tiesiltoja, vedenpinnan yläpuolella, joten tässäkin luvussa on käsitelty ainoastaan rajauksen sisälle kuuluvia erikoistarkastuksen vaatimuksia.

### 5.2 Laatuvaatimukset

Erikoistarkastuksen laatua koskevat vähimmäisvaatimukset on kirjattu **Taitorakenteiden erikoistarkastusten laatuvaatimukset – Sillat, LO 28/2018** (Liikennevirasto 2018a), asiakirjaan, jota on noudatettava erikoistarkastuspalveluihin kuuluvissa tehtävissä. Ohje määrittää siltojen erikoistarkastuksiin liittyvät mittaukset, tutkimukset, tarkastuksen organisaatio, raportointi ja laadunvarmistusmenetelyt (Liikennevirasto 2018a, 4). Lisäksi erikoistarkastuksissa noudatettavia asiakirjoja ovat:

- Taitorakenteiden tarkastusohje, LO 17/2013 (Liikennevirasto 2013)
- Sillantarkastuskäsikirja, VO 33/2020 (Väylävirasto 2020a)
- Siltojen erikoistarkastusten työturvallisuusohje (Liikennevirasto 2014)
- Liikenne tietyömaalla –ohjeistus
- tutkimusmenetelmiin liittyvät standardit. (Liikennevirasto 2018a, 7.)

Kyseisistä ohjeista tulee noudattaa aina viimeisimpiä voimassa olevia ohjeita. Väyläviraston ohjeiden osalta tieto viimeisimmistä voimassa olevista ohjeista löytyy Väyläviraston sivuilta. Mittalaitteiden käytössä noudatetaan laitekohtaisia sekä yleisiä kyseiseen mittaukseen laadittuja ohjeita.

Erikoistarkastuksen toimittajalta edellytetään dokumentoitua sisäistä ladunvarmistusmenettelyä siltojen erikoistarkastuksissa. Toimittajan on varmistettava myös tietojen luotettava säilytys oman laatu järjestelmänsä mukaisesti. Myös tarkastuksessa käytettävien alihankkijoiden täytyy noudattaa toimittajan laadunvarmistusmenettelyä. Tarjouksiin nimetään laatu vastaava, joka vastaa laadunvarmistusmenettelyn noudattamisesta. (Liikennevirasto 2018a, 40.)

### 5.3 Erikoistarkastuksen sisältö

Sillan erikoistarkastusprosessi käsittää sekä toimisto että maastotöitä. Prosessi alkaa normaalisti tarjouspyynnöstä ja päättyy asiakkaan kanssa käytävään palautekeskusteluun tarkastusprosessin onnistumisesta. Ennen erikoistarkastusta tehtävä sillan puhdistus ja pesu ovat sillan omistajan vastuulla. Muilta osin erikoistarkastuksen toteutuksesta vastaa työn suorittava organisaatio. Erikoistarkastuksissa voidaan tiettyjä osia toteuttaa alihankintana. Alle on listattu erikoistarkastukseen kuuluvat tehtävät:

- Sillan suunnitelmiin tutustuminen.
- Selvittää sillan rakenneratkaisut ja rakenteellinen toimintatapa.
- Tutustua Taitorakennerekisterissä sillalle aiemmin tehtyihin tarkastuksiin ja toimenpiteisiin, kuten korjauksiin.
- Laatia tarkastussuunnitelma.
- Laatia liikenteenohjaus ja turvallisuussuunnitelmat.
- Toteuttaa liikennejärjestelyt.
- Tehdä sillalle yleistarkastus.
- Kenttätutkimusten ja -mittausten tekeminen.
- Näytteenotto ja näytekohtien paikkaaminen.
- Laboratoriotutkimusten tekeminen.
- Tarkastustietojen ja tutkimustulosten päivittäminen Taitorakennerekisteriin.
- Erikoistarkastusraportin laatiminen.
- Tarkastuskohteen alusrakenteiden ja tulopenkereiden geotekninen arviointi. (Liikennevirasto 2018a, 8.)

Erikoistarkastuspalvelun toimittajalta vaaditun kohdekohtaisen **tarkastussuunnitelman** tekijällä tulee olla päätarkastajan pätevyys. Ennen töiden aloittamista tarkastussuunnitelma tulee hyväksyttäväksi tilaajalla. Tarkastussuunnitelmasta tulee selvittää:

- tarkastusorganisaatio
  - tutkimusohjelma tarkastuskohteittain
  - tarkastuksessa käytettävät tutkimuslaitteet ja muut varusteet
  - tarkastuksessa käytettävät apuvälineet
  - laboratorionäytteiden tutkimiseen käytettävä tutkimuslaitos
  - tarkastuksessa käytettävät työmenetelmät, kuten esim. lautta tai telineet.
- (Liikennevirasto 2018a, 10.)

**Erikoistarkastuksen päätarkastajalla** on oltava voimassa oleva sillantarkastajan pätevyys ja vähintään kolmen vuoden kokemus yleis- ja erikoistarkastusten tekemisestä. Lisäksi hänen täytyy olla laatinut tai tarkastanut vähintään 10 erikoistarkastusraporttia. Häneltä vaaditaan myös FISE:n myöntämä betonisten infrarakenteiden kuntotutkijan pätevyys. Tarkastusorganisaatiossa täytyy lisäksi päätarkastajalla tai muilla asiantuntijoilla olla betonisiltojen vaativan luokan korjaussuunnittelijan pätevyys, tai vaihtoehtoisesti betonirakenteiden suunnittelijan pätevyys uudisrakentamisessa tai korjaus- ja muutostöissä pätevyysluokassa poikkeuksellisen vaativa. (Liikennevirasto 2018a, 8 – 9.)

Erikoistarkastuksien **tarkastustyöryhmässä** on päätarkastajan lisäksi aina vähintään yksi tutkimusavustaja. Päätarkastajan vastuulla on asianmukaisen ja laadukkaan erikoistarkastustyön suorittaminen ja raportointi. Tarkastustyöryhmään voi lisäksi kuulua henkilöitä seuraavista rooleista:

- sillantarkastaja
- rakennetekniikan asiantuntija
- geotekninen asiantuntija
- siltakurjen tai muun nostoajoneuvon kuljettaja
- törmäyssuoja-auton kuljettaja
- erikoismittausten suorittajat. (Liikennevirasto 2018a, 8.)

**Tutkimusohjelmaa** laadittaessa tutkimusten vähimmäisvaatimukset rakennesoittein on kirjattu, jo aiemmin mainitussa LO 28/2018- asiakirjassa (Liikennevirasto 2018a). Tehtäviin toimenpiteisiin ja otettaviin näytemääriin vaikuttaa sillan koko, välitukien määrä ja se kohdistuu rakenteille kloridirasitusta vai ei. Tutkimuksissa on aina varauduttava myös lisä- ja varanäytteiden ottoon kohteella.

#### **5.4 Työturvallisuus**

Erikoistarkastuksissa noudatetaan Siltojen erikoistarkastusten työturvallisuusohjeessa kerrottuja lakeja ja asetuksia. Tilaaja laatii jokaiselle erikoistarkastukselle turvallisuusasiakirjan, jonka tiedot pohjautuvat hankkeen riskien arviointiin. Erikoistarkastuksen toimittaja laatii kohdekohtaisen turvallisuussuunnitelman, joka tulee toimittaa tilaajalle enne tarkastuksen aloittamista. (Liikennevirasto 2014, 4–5.)

Tarkastukseen on tarvittaessa haettava luvat ja laadittava liikenteenohjaussuunnitelma. Tarkastukselle osallistuvilla henkilöillä tulee olla hankkeessa vaadittavat voimassa olevat turvallisuuspätevyudet. Lisäksi heidät on perehdytettävä hankkeen turvalliseen toteutukseen ja riskeihin. Tarkastuksella käytetään vaadittuja huomiovaatteita sekä kulloinkin tarvittavia henkilösuojaimia. (Liikennevirasto 2014, 5.)

Kohteella käytettävien nostimien, telineiden, yms. täytyy olla kyseiseen käyttöön tarkoitettuja, oikein asennettuja ja ne täytyy tarkastaa kohteella ennen niiden käyttöä. Työnantajan on varmistettava, että työntekijät osaavat käyttää nostolaitteita turvallisesti ja ohjeiden mukaisesti. Henkilönostoissa, jotka tapahtuvat tiealueella, käytetään aina nostokoriajoneuvon takana törmäysvaimentimella (TMA) varustettua suoja-ajoneuvoa. Törmäysvaimenninta on käytettävä myös muuta työskentelyä turvaamassa kaksiajorataisilla teillä, joilla pysyvä nopeusrajoitus on  $\geq 60$  km/h. (Liikennevirasto 2018a, 39; Liikennevirasto 2014, 8)

Työturvallisuudella on sillantarkastuksissa suuri painoarvo, sillä kuten jo luvussa kaksi kävi ilmi, suuri osa silloista sijaitsee ruuhkaisalla Uudenmaan alueelle sekä

paljon liikennöidyillä valtateilla. Liikenteen aiheuttaman riskin lisäksi siltojen erikoistarkastuksissa riskien aiheuttajia ovat mm. korkeat paikat ja vesistöt.

## 5.5 Erikoistarkastuksen vaiheet

### Tarjousvaihe

Erikoistarkastusten tilaajana toimii tarkastettavan sillan kunnossapitäjä. Pääosin tilaajina toimii siis ELY-keskukset, Väylävirasto ja kaupungit. Kilpailutus tapahtuu pääsääntöisesti puitesopimusten kautta. Erikoistarkastettavan sillan kunnossapitäjä solmii puitesopimukset hankintalain edellyttämän kilpailutuksen kautta. Puitesopimukset tehdään normaalissa tapauksessa kahdeksi vuodeksi kerrallaan ja niihin sisältyy usein optio jatkaa sopimusta yhdellä tai kahdella vuodella. Puitesopimuksissa on mukana keskimäärin kolme tarkastusorganisaatiota yhtä puitesopimusta kohti. (Ylijoki 2022.) Puitesopimuksen sisällä tarjouspyyntöjä voidaan organisaatioille esittää tapauskohtaisesti myös ilman puitesopimuksen sisäistä, niin kutsuttua minikilpailutusta, voimassa olevista sopimusehdoista riippuen (JHNY 2022).

Erikoistarkastusten tarjouspyynnöissä tarjousaika on keskimäärin kahdesta kolmeen viikkoon. Ramboll Finlandilla tarjouspyynnön saavuttua kyseiselle puitesopimukselle yhteyshenkilöksi nimetty projektipäällikkö perehtyy kohteeseen, varmistaa tarvittavien resurssien saatavuuden ja projektin toteuttamiseen vaadittavan budjetin. Yrityksellä on käytössään PI-Tool – digitaalinen työkalu projektin vaativuusluokitukselle. PI-Tool auttaa kartoittamaan projektin riskikohtia ja sitä voidaan käyttää apuna laskettaessa tarjoushintaa. Tarjouksen laadinnassa oleelliset tekijät ovat:

- aikataulu
- sillan ja väylien lähtötiedot
- tarkastuksen rajaus
- tutkimussuunnitelma
- käytettävät resurssit ja tarkastusryhmä
- tarvittavat alihankinnat
- budjetti. (Ylijoki 2022.)

Tilaajan hyväksytyä tarjouksen, kalenteroidaan tarkastus ja järjestetään esimerkiksi ulkopuolisilta tahoilta tarvittavat luvat ja selvitykset sekä tilataan mahdolliset alihankintana toteutettavat työt. Aina ennen tarkastuskautta tulee varmistua myös tarkastuksilla tarvittavan kaluston riittävyys, kunto ja mahdolliset kalibroinnit. Ennen tarkastusta tulee tarkastukselle osallistuvat henkilöt perehdyttää. Perehdytys tapahtuu organisaation sisäisessä aloituspalaverissa, jossa käydään läpi aikataulu, kohde yleisesti, kohteen keskeiset ennakkoon tiedossa olevat vauriot sekä turvallisuuteen ja terveyteen vaikuttavat asiat. (Ylijoki 2022.)

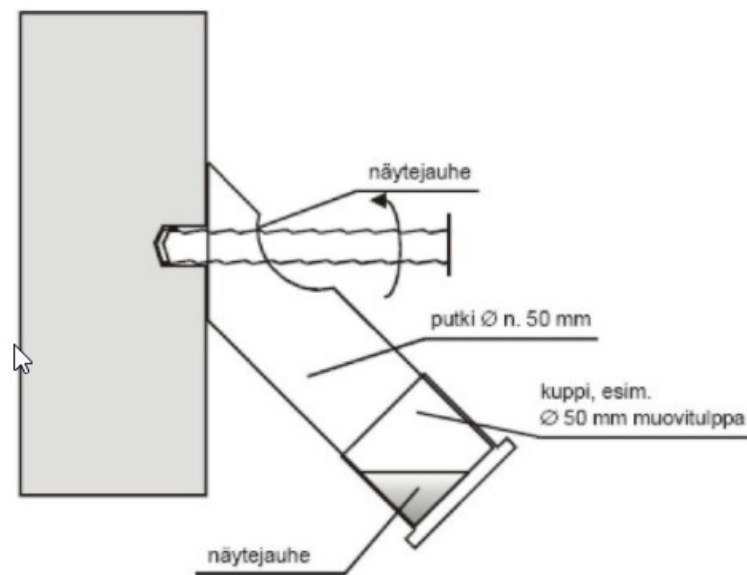
### **Toteutusvaihe (maastossa tapahtuva tarkastus)**

Toteutusvaihe alkaa useimmiten liikennejärjestelyiden tekemisellä sekä mahdollisen nostokaluston pystyttämällä. Pää tarkastaja ohjaa tarkastusryhmää ja antaa tarvittavat ohjeistukset. Toisinaan sillalle on ennen rakenneavauksia tehtävä johto- ja kaapeliselvityksen lisäksi maastonäyttö, jolla varmistetaan sillan rakenteissa kulkevien johtojen tai kaapeleiden sijainti.

Erikoistarkastukseen sisältyy aina silmämääräinen tarkastus eli yleistarkastus, joka tehdään Sillantarkastuskäsikirjan (Väylävirasto 2020a) mukaisesti. Silmämääräistä tarkastelua vaaditaan myös tarkempien näytteenottokohtien määrittämiseen. Pää tarkastajan vastuulla on, että näytteenotto paikat ja muut tutkimusalueet on määritetty ammattitaitoisella harkinnalla niin, että rakenteiden kunnosta ja vaurioista saadaan riittävän luotettavat tiedot. Siltapaikalla tulee olla käytössä myös tarvittavat rakennepiirrokset. (Liikennevirasto 2018a, 11.) Rakenneavauksia vaativia tutkimuksia erikoistarkastuksissa ovat:

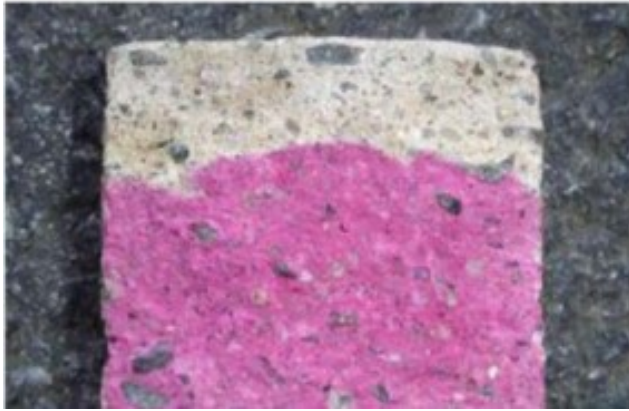
- kloridipitoisuuden mittaus
- karbonatisoitumissyvyyden mittaus
- tartuntavetolujuuden mittaus
- ohuthietutkimukset
- betonin puristuslujuuden mittaus
- pintarakenteiden avaukset
- materiaalien haitta-ainepitoisuuksien tutkinta.

**Kloridinäytteet** otetaan rakenneosittain kohdista, joissa suolarasitus on suurinta. Näytteenottokohtaa valitessa on otettava huomioon liikenteen suunta, meriveden vaikutus, sillan kallistukset ja mahdolliset vesivuotovauriot. Kloridipitoisuus määritetään standardin SFS-EN 14629 mukaisesti laboratoriossa, joko porajauhenäytteestä tai lieriönäytteestä murskaamalla. Kuviossa 10 on esitetty kloridinäytteenoton periaate, kun tutkimus tehdään jauhenäytteestä. Jokaisesta näytteenottokohdasta tutkitaan näytesarja, joka käsittää näytteet 0–20 mm, 20–40 mm ja 40–60 mm syvyyksiltä. Tarkoituksena on tutkia näytekohdan kloridipitoisuuden profiili, jolla voidaan arvioida kloridien tunkeumasyvyyttä ja sen kautta vaikutusta rakenteen käyttöikään. Mikäli näyte otetaan esimerkiksi vesivuotokohdasta, täytyy rakenteesta ottaa tällöin myös vertailunäyte kuivasta kohdasta. Vertailunäytteellä saadaan varmistettua mahdollisen kloridirasituksen syy. (Liikennevirasto 2018a, 12–13.)



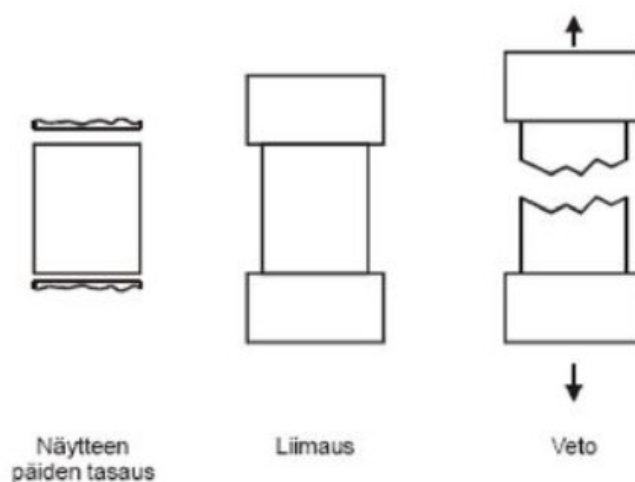
KUVIO 10. Kloridinäytteenotto (Betoniteollisuus 2017)

Betonin **karbonatsoitumisvyvyys** määritetään lieriönäytteestä pH-indikaattorilla. Määrittäminen voidaan tehdä joko heti siltapaikalla lieriön pinnalta tai laboratoriossa halkaistulta pinnalta. Kuvassa 5 näkyy kuinka indikaattori muuttaa betonin karbonatsoitumattoman osan värin punaiseksi, jonka jälkeen voidaan mitata karbonatsoituneen kerroksen paksuus.



KUVA 5. Betonin karbonatisoitumissyvyyden määrittäminen (Betoniteollisuus 2017)

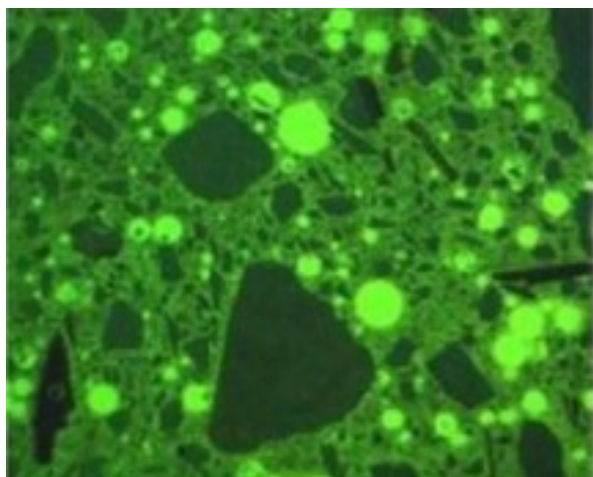
Betonin **tartuntavetolujuutta** tutkitaan vetokokeella standardin SFS 5445 mukaisesti betonirakenteesta irti poratusta näytekappaleesta, jonka halkaisija on  $\geq 70$  mm. Rakenteen ollessa hyvin tiheästi raudoitettu, näytteen halkaisijaa voidaan pienentää niin, että sen halkaisija on minimissään 50 mm. Näyte otetaan kohdasta, jossa betoni on voimakkaimmin alttiina pakkasrasitukselle. Kenttätutkimuksissa arvioidaan jatkuvasti rakenteen betonin laatua ja mikäli betonissa tai näytekappaleessa epäillään laatua heikentäviä tekijöitä, on otettava varanäytteitä, jotta laboratoriotutkimuksista saadaan riittävän kattavat tulokset. (Liikennevirasto 2018a, 13.) Kuviossa 11 on esitetty vetonäytteen käsittelyn periaatetta laboratoriossa. Esitetyt vaiheet ovat päiden tasaaminen sahaamalla, näytekappaleen liimaaminen vetopäihin sekä vetolujuuden mittaus kalibroidulla tartuntavetolaitteella.



KUVIO 11. Laboratoriossa tapahtuvan vetolujuuden koestuksen periaate (Betoniteollisuus 2017)



**Ohuthietutkimukset** tehdään betonirakenteesta irti poratuista näytteistä laboratoriossa standardin ASTM C856 mukaisesti. Tutkimuksella selvitetään betonin laatua ja vaurioiden syitä. Kuvassa 6 on näkymä ohuthieestä mikroskoopilla tarkasteltuna. Ohuthietutkimuksella pystytään havaitsemaan myös alkalikiviainesreaktion (AKR) vaikuttavat reaktiiviset kiviainekset. Ohuthienäytteiden tutkimussyvyys on 0–76 mm rakenteenpinnasta. Kansilaatan yläpinnan tutkimuksissa osa ohuthienäytteistä jatketaan ~80–160 syvyydelle. Syvemmälle tehtyjen tutkimusten tarkoituksena on selvittää mahdollista alkalikiviainesreaktiota, jonka reaktiotuotteita esiintyvät yleensä syvemmillä rakenteessa. (Liikennevirasto 2018a, 13–14.)



KUVA 6. Ohuthie mikroskoopilla tarkasteltuna (Betoniteollisuus 2017)

Betonin **puristuslujuuden** selvitys tapahtuu rakenteesta irti poratusta lieriönäytteestä, jonka halkaisija on  $\geq 80$  mm (Liikennevirasto 2018a, 14.). Näytteiden irrottamisessa sekä laboratoriossa tapahtuvassa koetuksessa noudatetaan standardeja SFS-EN 12504-1:2019 + AC:2020 ja SFS-EN 12390-1:2021:en.

**Pintarakenteiden avaukset** tehdään lieriöporalla. Tehtävien avausten minimimäärä riippuu kansipinta-alasta. Pintarakenteiden avauksia tehdään sillan molemmille puolille sekä keskialueelle. Avaukset pyritään sijoittamaan niin, että niiden perusteella saataisiin mahdollisimman kattava kuvaus kansilaatan yläpinnan kunnosta. Alustavat pintarakenteiden avauslinjat esitetään tutkimussuunnitelmassa ja siltapaikalla päätarkastaja kohdentaa sijainnit silmämääräisten tai esimerkiksi Impulse Response -tutkimusten perusteella.

Kuva 7 on tyypillinen kuva pintarakenteiden arvioinnista. Jokaisesta pintarakenteiden avauskohdasta kirjataan silmämääräiset havainnot sekä otetaan veto- ja ohuthienäyte, josta voidaan ottaa myös tarvittavat kloridinäytteet. Silmämääräisiä havaintoja kirjataan vähintään seuraavista asioista:

- Rakennekerrosten paksuudet ja materiaalit
  - Vedeneristeen suojakerroksen paksuus ja kunto
  - Vedeneristeen tyyppi
  - Vedeneristeen tartunta alustaan
  - Vedeneristeen kunto/elastisuus
  - Kannen yläpinnan laatu ja rapautuneisuus
  - Näytteisiin osuvien halkeamien suunta, koko ja mahdollinen aiheuttaja.
- (Liikennevirasto 2018a, 23.)



KUVA 7. Pintarakenteiden arviointi (Viippo 2021)

Pintarakenteiden arvioinnin yhteydessä otetaan vedeneristeestä näytepala, josta selvitetään laboratoriossa eristemateriaalin mahdolliset haitta-ainepitoisuudet Taitorakenteiden erikoistarkastusten laatuvaatimuksissa (Liikennevirasto 2018a, 18) esitetyn mukaisesti. Mikäli sillassa on käytetty useita erityyppisiä eristeitä, täytyy ne kaikki tutkia erikseen. **Materiaalien haitta-ainepitoisuudet** tutkitaan vedeneristeen lisäksi, saumamassoista betonin pinnoituksista sekä teräs- ja betonimaaleista (Liikennevirasto 2018a, 18).

Näytteenottokohdat paikataan Väyläviraston käyttöön soveltuvilla tuotteilla ja noudattamalla SILKO-ohjeita paikkauksia tehdessä. Pintarakenteiden avauksissa, vedeneristeiden ja pintarakenteiden paikkaukset tehdään kuumennetulla kumibitumilla. (Liikennevirasto 2018a, 35.)

Erikoistarkastuksella tehtäviä ainetta rikkomattomia tutkimusmenetelmiä (NDT) ovat muun muassa betonipeitteiden mittaus, halkeaman kartoitukset sekä betonin erikoistutkimukset. Erikoistutkimuksista aiemmin mainitun Impulse Response -tutkimuksen lisäksi mainittakoon ultraäänitomografi -tutkimukset, joita käytetään esimerkiksi jännitettyjen betonisiltojen tutkimuksissa.

**Betonipeitteiden mittaus** suoritetaan betonipeitemittarilla. Mittauksella selvitetään raudoitusta suojaavan betonipeitteen paksuus sekä tarvittaessa raudoitustankojen sijainti. Betonipeitepaksuuksia mitataan rakenneosakohtaisesti siten, että saadaan kattava yleiskuva betonipeitteen paksuudesta. Mittaustuloksissa eritellään rakenteiden erilaiset osat. Betonipeitemittarin antamia tuloksia kannattaa verrata siltapaikalla esimerkiksi mittauskohdasta tehtyihin rakenneavauksiin, joissa on paljastunut teräksiä.

**Halkeaman kartoituksessa** betonipintojen näkyvät halkeamat kartoitetaan rakenneosittain. Halkeamien luokittelu tehdään Sillantarkastuskäsikirjan (Väylävirasto 2020a) mukaisesti. Halkeamien syyt (aiheuttajat), suunnat, pituudet, leveydet ja syvydet kirjataan raporttiin. Halkeamien leveydet voidaan selvittää esim. luupilla tai rakotulkilla. Syvien halkeamien syvydet selvitetään esimerkiksi timanttiporaamalla tai halkeamien syvyyden ilmaisemalla mittalaitteella.

Sillan päämitat tarkastetaan erikoistarkastuksen yhteydessä aina mittaamalla. Tarkastuksissa mitattavia päämittoja on listattu Liitteen 2 taulukkoon. Mittauksissa tarkistetaan aina alkuperäisten siltasuunnitelmien oleelliset näkyvät mitat ja saatetaan tarvittaessa tiedot ajan tasalle Taitorakennerekisteriin. Korjaussuunnittelun kannalta olennaisia mittoja ovat muun muassa kaiteiden etäisyydet reunapalkkien päästä, sauman leveydet sekä reunapalkkien mitat. Mittauksessa huomioidaan myös reunapalkkien asema suhteessa päällysteeseen, kansilaatan sivupintaan sekä sivupinta suhteessa kansilaatan alapintaan. Näin on mahdollista

arvioida myös rakenteen kokonaispaksuutta. Erikoistarkastuksen yhteydessä sillalle tehdään usein myös korjaussuunnittelua palveleva vaaitus.

## Päättämisvaihe

Erikoistarkastus **raportoidaan** rakenneosakohtaisesti sillantarkastuskäsikirjan (Väylävirasto 2020a) mukaisen rakenneosajaottelun mukaisesti. Raportointi tehdään Taitorakenteiden erikoistarkastusten laatuvaatimusten (Liikennevirasto 2018a, 37) mukaisesti liitteineen. Erikoistarkastusraportissa esitettäviä keskeisiä asioita ovat:

- yleistiedot tutkimuskohteesta ja tutkimustehtävästä
- yleistarkastushavainnot
- käytetyt tutkimusmenetelmät
- tutkimustulokset
- yhteenveto ja johtopäätökset, joka sisältää:
  - säilyvyys- ja kantavuusongelmat
  - liikenneturvallisuuden vaikuttavat vauriot
  - arvio lisätutkimusten tarpeesta ja tutkimusotannon riittävydestä sekä tutkimusten luotettavuudesta
  - suositellut korjaustoimenpiteet
  - arvion korjauksen kiireellisyydestä
  - Korjauksen kustannusarvion.

Raportin liitteeksi tulevat:

- tutkimussuunnitelma
- näytteenotto- ja vauriokartta
- kaikki mittaustulokset ja laboratoriotutkimukset
- geotekninen arviointi
- kuvaliite, joka sisältää:
  - sillan yleiskuvat
  - yleiskuvat päärakenneosittain
  - siltapaikan yleiskuvat, jossa esitetään myös risteävät väylät ja tulopenkereet
  - vauriohavainto- ja detaljikuvat päärakenneosittain. (Liikennevirasto 2018a, 37–38.)

Raportoidessa sillalle ja sen päärakennelloseille siltapaikalla silmämääräisesti tehtyä yleistarkastuksen kuntoarviota täsmennetään laboratoriotutkimusten ja betonipeitekerrosmittausten tulosten perusteella. Tutkimustuloksia tulee tulkita rinnakkain silmämääräisten havaintojen kanssa, jotta rakenteen kunnosta ja sen korjaustarpeita saadaan paras mahdollinen kuva. Perussääntönä arvioita tehdessä tulisi muistaa, ettei ehjää kannata korjata, mutta toisaalta korjaustoimenpiteiden on oltava riittävän laajoja ja kattavia, jottei siltaa tarvitse peruskorjata myöhemmin otteeseen. (Liikennevirasto 2018a, 38)

**Taitorakennerekisterikirjaukset** saatetaan viimeistään raportoinnin jälkeen ajan tasalle ja Taitorakennerekisteriin kirjattuja silmämääräisiä havaintoja täydennetään tutkimustuloksista saaduilla tiedoilla. Tilaajan hyväksytyä erikoistarkastusraportin, tallennetaan raportti liitteineen Taitorakennerekisteriin.

Projektin päättyessä asiakkaalle lähetetään tai asiakkaan kanssa käydään suullisesti palautekysely/-keskustelu projektin onnistumisesta. Kyselyn perusteella pyritään tarvittaessa kehittämään projektien osa-alueita, joiden suorituksessa arvioidaan olevan puutteita.

## 6 DOKUMENTOINNIN TEORIA

### 6.1 Mitä on dokumentointi ja miksi sitä tarvitaan

Dokumentointi käsittää nykyään asiakirjojen lisäksi tapauskohtaisesti dokumentaation arvoa lisääviä videoita ja valokuvia. Dokumentoinnin tärkeys kasvaa, kun kokonaisuus on jaettu osiin ja osapuolten määrä projektissa kasvaa. Riittävällä dokumentoinnilla voidaan vähentää häiriötilanteita ja tuoda huomaamattakin työlle lisäarvoa. Kattava dokumentointi osoittaa, että asiaan on paneuduttu eikä hoidettu vain toisella kädellä. (Talvio 2021.)

Dokumenttien arvo huomataan usein silloin, kun niitä ei ole saatavilla tai niissä on puutteita. Tämän havainnon on tehnyt myös Diplomi-insinööri Matti Vuori (2010), joka on koonnut dokumentointia kehittävien tahojen avuksi julkaisun 125 pointtia dokumentoinnista. Julkaisullaan hän auttaa dokumentointia kehittäviä tahoja tunnistamaan omien toimintaympäristöjensä dokumentoinnin keskeiset tarpeet, myös dokumentoinnin epäsuorat ja pitkän tähtäimen tarpeet. (Vuori 2010.)

Dokumentointia kerätään oman ja yhteisen muistin tueksi, työn tueksi sekä tietojen säilyttämiseksi. Selkeä dokumentointi mahdollistaa tietojen jakamisen osapuolten kesken. Hyvällä dokumentoinnilla luodaan luottamusta. Se on osoitus ja perustelu tehdylle työlle. Dokumentointi mahdollistaa myös työn tarkastamisen ja auditoinnin. (Vuori 2010.)

Erytyisesti suunnittelun ja raportoinnin tueksi tarvitaan dokumentointia. Tärkein tavoite dokumentoinnissa on tietojen tallentaminen luotettavasti ja niin, että kaikki, jotka niitä tarvitsevat löytävät ne. Ihmisen muisti on lyhyt ja kun työstä on kulunut aikaa, ovat dokumentit tärkeitä todisteita ristiriitoja ratkaistaessa. Tarkoituksen mukainen suunniteltu dokumentointi on laadun ja avoimuuden tunnusmerkki, jolla pystytään myös ennalta ehkäisemään riskejä. (Vuori 2010.)

Dokumentoinnin kehittäminen on aina tärkeää tehdä yhteistyössä, jotta lopputuloksesta saadaan hyvä. Dokumentoinnista täytyy saada sekä antaa palautetta ja henkilöstöä tulee motivoida dokumentointiin. Dokumentaation määrän tulee olla

riittävä, muttei liiallinen. Dokumentointi tyyli on muokattava tarkoitusta vastaavaksi. (Vuori 2010.)

## 6.2 Mobiilidokumentointi

Mobiilidokumentointi tarkoittaa yksinkertaisemmillaan digitaalisen dokumentin tuottamista mobiililaitteella sekä digitaalista projektinhallintaa. Mobiilidokumentoinnin avulla tehdyt havainnot tallentuvat automaattisesti projektin kansioon, josta ne ovat heti kaikkien projektissa mukana olevien nähtävillä. Digitalisaation avulla vähennetään muistiinpanojen puhtaaksi kirjoittamiseen vaadittavaa aikaa sekä vähennetään inhimillisiä virheitä verrattuna muistinvaraisen ja käsin kirjoitetun tiedon varassa toimimiseen. (Vänskä 2020.)

Mobiilidokumentoinnin avulla, projektiin toimiston ulkopuolella tarvittavat lähtötiedot, ovat helposti mukana ilman paperien tulostamista. Mobiilidokumentointi on näin ympäristöystävällisempää hiilijalanjäljen pienetessä. Digitaalisen dokumentoinnin avulla kuvat ja muistiinpanot saadaan heti niiden syntyessä samaan dokumenttiin, joka säästää aikaa ja poistaa virhemarginaalia kuvien ja muistiinpanojen myöhempään yhdistelyyn verrattuna. Mobiilidokumentoinnilla voidaan helpottaa myös uuden henkilöstön perehdyttämistä ja oppimiskäyrää. (Vänskä 2020.)

Digitalisaatio on tullut jäädäkseen ja mobiilidokumentoinnin tulisi toimia yhtä helposti kuin paperi ja kynä. Näin käyttäjät saadaan motivoitua sen käytöstä. Mobiilidokumentointisovelluksissa on hieman eroja johtuen erilaisista käyttöliittymistä ja siitä mihin tarkoitukseen ne ovat suunniteltu. Valittavan mobiilidokumentointisovelluksen olisi hyvä päästä mahdollisimman lähelle nykyisiä toimintatapoja, jotta uuden toimintavanan käyttöönotosta aiheutuva muutos olisi henkilöstölle mahdollisimman vähäinen. (Vänskä 2020.)

## 7 KOTOPRON TESTAUS JA KEHITYS ERIKOISTARKASTUKSISSA

### 7.1 Tilaaja organisaatio

Digitaalisen dokumentoinnin kehittäminen istuu hyvin Ramboll Group:n vuonna 2017 julkaistuun strategiaan, joka COVID-19 pandemiasta johtuen jatkettiin viisi-vuotiseksi. Strategian yhtenä keskeisenä tavoitteena oli digitalisaation kehittäminen ja halu olla digitaalisen kehityksen kärjessä (Ramboll n.d.a). Asiakslähtöisillä digitalisaatiota parantavilla innovaatioilla halutaan tarjota asiakkaille lisäarvoa sekä luoda tehokkaat puitteet tiedon hallintaan ja jakamiseen.

Ramboll Finland Oy:n Bridge Asset Management (BAM) tai epävirallisesti suomeksi Siltaomaisuuden hallintapalvelut koostuu 25 hengen asiantuntija joukosta, jotka ovat maantieteellisesti sijoittuneet ympäri Suomea. Yksikön asiakkailleen tarjoamia palveluita ovat mm. taitorakenteiden inventoinnit, kantavuus selvitykset, korjaussuunnittelut sekä tarkastukset, sisältäen ainetta rikkomattomat ja rakeneavausta vaativat tutkimukset. Lisäksi BAM tarjoaa taitorakenteiden kunnossapidon optimointia, koulutus- ja ohjejulkaisupalveluita sekä siltaisännöinti-palvelua.

Vuonna 2020 BAM toteutti 37 erikoistarkastusta betonirakenteisille tiesilloille. Erikoistarkastuksia tehtiin monen kokoisille silloille, sisältäen vaihtelevan määrän tutkimuksia. Jokaisen sillan tarkastukseen osallistui kahdesta seitsemään tarkastajaa ja yhden tarkastuksen keskimääräinen kesto maastossa oli kaksi työpäivää. Tulevina vuosina toteutettavien erikoistarkastusten määrän odotetaan kasvavan yksikön resurssien lisääntyessä.

### 7.2 Kotopro Oy

Testauksessa käytettävän dokumentointijärjestelmän tarjoava Kotopro Oy, on suomalainen dokumentointiohjelmistoa tarjoava yritys. Yritys on perustettu vuonna 2011, jolloin se toi markkinoille maailman ensimmäisen kaikilla mobiililaitteilla toimivan dokumentointijärjestelmän. Tammikuussa 2022 Kotoprolla oli



noin 75 000 käyttäjää yli tuhannessa yrityksessä (Kotopro n.d.). Kotopron (n.d.) mukaan heidän kehitystään ohjaavia arvojaan ovat helppokäyttöisyys, näytävyyys, toimivuus, suorituskyky ja tietoturvallisuus.

Kotopron mobiilidokumentointi toimii suoraan internet-selaimessa, eikä siis vaadi erillisen sovelluksen latausta. Kotopron mobiilidokumentointi mahdollistaa käyttäjien tekemät kuvalliset muistiinpanot muokattaviin raporttipohjiin käyttäjien omilla matkapuhelimilla tai tabletilaitteilla. Kerätty dokumentointi on reaaliaikaisesti nähtävillä asiakasyrityksen omassa käyttöympäristössä, josta sitä tarvittaessa voidaan muokata tietokoneella ennen raporttien tulostamista PDF-dokumenteiksi. Alla olevassa kuviossa 12 on esitetty Kotopron mobiilidokumentoinnin käyttöominaisuuksia, jotka mahdollistavat esimerkiksi muistiinpanojen sanelun ja sähköisten asiakirjojen allekirjoitukset.



KUVIO 12. Kotopron mobiilidokumentoinnin käyttöominaisuuksia (Kotopro n.d.)

Kotopro Oy:n tarjoama dokumentointijärjestelmä oli luonnollinen valinta BAM-yksikön testattavaksi mobiilidokumentoinnin mahdollistavaksi ohjelmistoksi, sillä Rambollissa oli toisaalla Kotopro otettu käyttöön jo vuonna 2016 hyvin kokemuk-  
sin.

### 7.3 Erikoistarkastusten dokumentointi tutkimuksen alkaessa

Erikoistarkastukseen sisältyvän silmämääräisen yleistarkastuksen päätarkastaja voi halutessaan tehdä suoraan Taitorakennerekisteriin puhelimellaan tai tablettilaitteellaan. Mutta kuten luvussa viisi kerrottiin, erikoistarkastus sisältää yleistarkastuksen lisäksi lukuisan määrän mittauksia, tutkimuksia ja näytteenottoa, joista päätarkastajan lisäksi muut tarkastajat tekevät havaintoja ja muistiinpanoja sekä ottavat valokuvia.

Nämä muiden tarkastajien tekemät erikoistarkastusten dokumentoinnit, on tutkimusajankohtaan asti BAM:issa toteutettu pääsääntöisesti kynällä, paperilla sekä erillisillä valokuvilla. Tämä on aiheuttanut toisinaan haasteita esimerkiksi erikoistarkastuksen raportointivaiheessa. Raportoidessa raportin laatija tulkitsee usean tarkastajan käsialanäytteitä sekä kerää tarvittavat kuvat useita kymmeniä, jos ei satoja kuvia sisältävistä kuvakansioista.

### 7.4 Opinnäytetyön tarkoitus ja kehittämistavoitteet

Koska erikoistarkastus toimii lähtötietona sillan peruskorjaukselle tai muille sillalle tehtäville toimenpiteille, on erikoistarkastukselta kerättävän dokumentaation arvo mittava oikein mitoitettujen toimenpiteiden kannalta. Erikoistarkastuksen dokumentoinnin kehittämisellä halutaan luoda dokumentointiin varmuutta sekä poistaa puutteellisen dokumentoinnin tuomia riskejä erikoistarkastuksissa.

Opinnäytetyön keskiössä oli testata ja arvioida Kotopro Oy:n tarjoaman dokumentointijärjestelmän sopivuutta sekä listata sen tuomia hyötyjä erikoistarkastusprosessin eri vaiheissa. Mobiilidokumentoinnin avulla halutaan parantaa erikoistarkastuksissa kerätyn dokumentoinnin laatua, lisätä sen määrää sekä helpottaa sen löydettävyyttä ja raporttiin liitettävyyttä. Keskeisenä toiveena oli valokuviiin yhdistyvät kommentit ja sijaintitiedot, joiden avulla kuvat pystytään varmemmin, vähemmällä kuvamäärällä ja muidenkin kuin kuvanottajan toimesta spesifioimaan oikean rakenteen oikealla sijainnille.

Maastossa käsin kirjoitettujen muistiinpanojen ja havaintojen uudelleen koneella kirjoittaminen toimistossa on koettu turhauttavaksi, joten maastossa tehtävää dokumentointia halutaan kehittää digitaaliseen muotoon. Havainnot ja muistiinpanot halutaan viedä mahdollisimman pienellä muokkauksella tai mahdollisesti jopa ilman muokkausta valmiiseen raporttiin. Tällä tavoitellaan paitsi asiakkaalle tuotettavaa laadukasta raportointia, niin myös ajankäytön optimointia toimistotyönä tehtävään raportointiin. Käsin kirjoitettujen muistiinpanojen, myöhempään tulkintaan liittyy myös aina riski väärinkopioinnista, joka digitaalisella dokumentoinnilla halutaan minimoida.

## 7.5 Testauksen alkutaival

Kotopron dokumentointijärjestelmän testaus aloitettiin BAM:issa keväällä 2021, ilmaistuani kiinnostukseni aihetta kohtaan. Ennen ensimmäisiä erikoistarkastuksia tutustuin Kotopron dokumentointijärjestelmään toimisto-olosuhteissa. Tarkastuksia varten loin omaan käyttöympäristöömme ("tiliimme") valmiin kansiorakenteen, joka oli helposti lisättävissä jokaiselle erikoistarkastuskohteelle.

Aivan ensimmäisillä erikoistarkastuksilla keskityin lähinnä testaaman mobiilidokumentoinnin tarjoamia hyötyjä puhutuista muistiinpanoista sekä muistiinpanojen yhdistämisestä valokuviiin. Keräsin projektille tekemääni kansioon myös kohteen lähtötietoja, jotka olivat näin helposti käytössäni maastossa.

Muutaman erikoistarkastuksen jälkeen syntyi ensimmäinen versio sähköisestä pintarakenteiden arviointilomakkeesta. Lomake syntyi käytössä olleen PDF-dokumentin pohjalta. Sähköinen pintarakenteiden avauslomake sai pian positiivista palautetta päätarkastajilta. Näin jokaisesta pintarakenteiden avauksesta pystyttiin tarjoamaan asiakkaalle ja sitä kautta myös korjaussuunnittelun tekijälle entistä tarkempaa kuvallista dokumentaatiota.

Kehitystyön aikana kehitettiin pidemmälle jalostettuja raporttipohjia ja taulukoita pintarakenteiden arviointilomakkeiden lisäksi muihinkin erikoistarkastuksen tehtäviin. Testauksessa havaittujen kokemusten pohjalta raporttipohjista muokattiin

helposti täytettäviä ja yhtenäistä raportointia tukevia lomakkeita. Kokeneiden asiantuntijoiden avustuksella raporttipohjista saatiin tehtyä yleispäteviä, oikeita asioita ja termejä sisältäviä, työtä ohjaavia sähköisiä alustoja.

Mobiilidokumentoinnin täyttä hyötyä ei testausvaiheessa päästy vielä saavuttamaan, sillä olin testausvaiheessa tarkastuksella ainoa, jolla oli Kotopro käytössä. Näin yhteiskäytön tuomat hyödyt jäivät vielä tässä vaiheessa testaajan mielikuvituksen varaan.

## 7.6 Havaitut hyödyt vanhaan dokumentointitapaan verrattuna

Kotopron käytöllä saavutettavia hyötyjä havaittiin testauksen ja kehityksen aikana useita. Ensimmäisenä mainittakoon asiakkaalle helposti jo maastossa syntyvä **laadukas kuvallinen dokumentaatio**, jolla asiakas pääsee askeleen lähemmäksi itse tarkastusta ja siellä tehtyjä tutkimuksia.

Helposti täytettävillä, valmiita valikoita ja ”täpättäviä” vaihtoehtoja sisältävillä sähköisillä raportointipohjilla on **työtä ohjaavan** vaikutuksen lisäksi **pelillistävä** vaikutus. Raportointipohjien avulla **dokumentaation määrä** tarkastuksilla tulee kasvamaan, samalla kun jälkiselvittelyjen tarve vähenee.

## Lähtötiedot ja turvallisuusdokumentointi

Kotopron avulla maastossa tarvittavat **lähtötiedot** ovat helposti kaikkien tarkastajien käytettävissä koko tarkastuksen ajan ilman, että niitä tarvitsee tulostella paperille. Lähtötietoina maastossa toimivat muun muassa tutkimusohjelma, siitä mahdollisesti tehty alustava näytteenottokartta sekä johtoselvitykset. Toisinaan lähtötietona on hyvä olla myös ohje siltakohteelle saapumiseen.

Kotopro mahdollistaa myös **sähköisesti allekirjoitettavat** turvallisuus-, tulityö-, teline- ja nostimen käyttöönottodokumentit. Digitaalisessa muodossa olevat määrämuotoiset lomakkeet ovat helposti täytettäviä ja niihin saadaan otettua mobiililaitteella kohteessa tarvittavat allekirjoitukset. Tämän jälkeen dokumentit ovat valmiiksi talletettuna oikeaan projektikansioon ilman, että niitä tarvitsee erikseen

sinne skannailla. Turhista tulosteista ja papereista luopuminen on myös kestävä kehityksen kannalta järkevää. Taulukoon 1 on koottu oleellisia muutoksia sekä ajansäästöön vaikuttavia seikkoja lähtötietojen ja turvallisuuskäytäntöjen suhteen, siirryttäessä mobiilidokumentointiin.

TAULUKKO 1. Lähtötietojen ja turvallisuuskäytäntöjen muutos

ennen mobiilidokumentointia	mobiilidokumentoinnin jälkeen
tulostettuja papereita: <ul style="list-style-type: none"> <li>• allekirjoitettavia ja säilytettäviä</li> <li>• kuvaus/skannaus verkkolevylle</li> </ul> riski: <ul style="list-style-type: none"> <li>• hukkuu</li> <li>• sotkeutuu</li> <li>• rypistyy</li> </ul>	mobiililaitte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kotopron lähtötietokansio</li> <li>• jaettu kerralla kaikille</li> <li>• kaikilla mukana ja tallessa</li> <li>• hiilineutraali vaihtoehto</li> <li>• sähköinen allekirjoitus</li> </ul>

## Maastotyöt

Valmiiden, ohjeita sisältävien, raportointipohjien avulla kokemattomammankin tarkastajan on helppo varmistua kaikkien vaadittujen asioiden tulevan tehtyä samalla kun valmiit valikot auttavat käyttämään oikeaa terminologiaa esimerkiksi vaurioiden kirjauksessa. Valmiit raporttipohjat tuovat siis myös **varmuutta** tarvittavan tiedon kirjaamiseen maastossa. Lisäksi hukkuneiden tai vesistöön tippuneiden muistiinpanojen riski poistuu. Muistiinpanot kirjataan suoraan projektin kansioon, josta kaikkien tarkastajien on niitä mahdollista tarkastella.

Vaikka raportointipohjista on tehty mahdollisimman helppokäyttöisiä, on niiden suunnittelussa otettu jokaisessa kohdassa huomioon erikoistilanteet. Nämä tilanteet voivat vaatia valikoiden tarjoaman tiedon täydennystä tai tietoa, jota valikko ei sisällä. Tällaisia tilanteita varten raportointipohjat sisältävät joka kohdassa tekstikenttiä, joita voidaan täyttää joko kirjoittamalla tai **puheohjauksella**. Taulukossa 2 on esitetty digitaalisten muistiinpanojen tuomat oleelliset muutokset kyntään ja paperiin verrattuna.

## TAULUKKO 2. Muistiinpanojen muutokset maastossa

ennen mobiilidokumentointia	mobiilidokumentoinnin jälkeen
kynän ja muistivihon periaate: <ul style="list-style-type: none"> <li>• jokainen kuvaa omat paperinsa</li> <li>• tallentaa verkkolevylle</li> </ul> riskinä: <ul style="list-style-type: none"> <li>• muistivihon häviäminen</li> <li>• tippuminen vesistöön</li> </ul>	sähköiset raportointipohjat ovat: <ul style="list-style-type: none"> <li>• työtä ohjaavia</li> <li>• helposti täytettäviä</li> </ul> sisältävät: <ul style="list-style-type: none"> <li>• valmiita valikoita</li> <li>• ”täpättäviä” vaihtoehtoja</li> </ul> täytettävissä lisäksi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjoittamalla</li> <li>• puheohjauksella</li> </ul>

Raporttipohjat ohjaavat lisäksi ottamaan tarvittavat kuvat esimerkiksi näytteenotossijainneista ja näytteistä. Näin **kuvat** ovat myöhemmin helposti löydettävissä kohteen projektikohtaisesta kansioista, jonka alikansiot ohjaavat oikealle rakenneosalle ja sieltä oikealle sijainnille. Kuviin pystytään mobiilidokumentoinnin avulla myös tarvittaessa lisäämään tarkentavia kuvakohtaisia tekstejä. Taulukon 3 on koottu mobiilidokumentoinnin vaikutukset kuvauksen kehitykseen.

## TAULUKKO 3. Kuvien ja kuvauksen kehitys

ennen mobiilidokumentointia	mobiilidokumentoinnin jälkeen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kuvaus omien laitteiden muistiin</li> <li>• purku yhdessä paketissa verkkoasemalle (jopa yli 100 kuvaa)</li> </ul> riski: <ul style="list-style-type: none"> <li>• laitteen rikkoutuminen</li> <li>• häviäminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kuvaus mobiililaitteella</li> <li>• suoraan projektin kansioon</li> <li>• oikealle rakenneosalle</li> <li>• yhdistettynä muistiinpanoon</li> <li>• mahdollisuus kuvatekstiin</li> <li>• kuvaan voi piirtää</li> </ul>

Kotopron mobiilidokumentoinnissa kaikki tarkastajat keräävät dokumentaatiota **reaaliajassa** samaan projektikansioon. Tämä varmistaa paitsi kaikkien muistiinpanojen tallessa olon, mutta mahdollistaa myös päätarkastajan reaaliaikaisen tarkastuksen etenemisen seurannan. Näin saadaan maastossa lisää **varmuutta**, jotta tarvittavat tutkimukset tulee tehtyä ja suunnitellut näytteet otettua. Hankalissa paikoissa päätarkastaja voi seurata tarkastajan ottamia kuvia tai videota

omalta puhelimeltaan tai tablettilaitteeltaan ja antaa tarvittaessa ohjeita lisänäytteenottoon tai tutkimusten tekemiseen. Taulukossa 4 on esitetty reaaliaikaisen digitaalisen dokumentoinnin ajansäästöön vaikutus verrattuna aiempaan toimintatapaan.

TAULUKKO 4. Reaaliaikaisuus

ennen mobiilidokumentointia	mobiilidokumentoinnin jälkeen
keräännytään yhteen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• päätarkastaja kirjaa tarkastajien muistiinpanoista:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ tehdyt mittaukset</li> <li>○ otetut näytteet</li> </ul> </li> <li>• käydään läpi mahdolliset:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ lisätutkimus tarpeet</li> <li>○ lisänäytteet</li> </ul> </li> </ul>	päätarkastaja avaa Kotopron: <ul style="list-style-type: none"> <li>• reaaliaikainen seuranta               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ näytteiden otto</li> <li>○ mittaukset</li> <li>○ haastavat sijainnit</li> </ul> </li> <li>• jatkuva ohjeistus               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ lisätutkimuksiin</li> <li>○ varanäytteisiin</li> </ul> </li> </ul>

**Näytelistaukset** pystytään jatkossa tekemään vaivattomasti digitaaliseksi jo maastossa. Laboratorioon lähetettävään näytelistaukseen on kehitetty luvussa 8 tarkemmin esiteltävä valmis pohja. Pohja sisältää mm. valmiit yhteystietovalikot, helposti täytettävän taulukon tilattaville tutkimuksille sekä laboratorion toiveesta osion kuvallisille ohjeille. Digimuotoisella näytelistauksella syntyy **ajallista säästöä**, kun aiemman käytännön mukaisesti, käsin kirjoitettuja listoja ei tarvitse toistamiseen kirjata koneelle, vaan tiedot ovat helposti valmiina raporttina tai kopioitavissa esimerkiksi Excel-taulukkoon. Maastossa tehtävä näytelistaus toimii samalla lisävarmistuksena kohteella siitä, että kaikki näytteet ovat kyydissä.

Laboratorioon toimitettavien näytteiden listaus voidaan heti kohteella tulostaa PDF-tiedostoksi ja lähettää laboratorioon tiedoksi saapuvista näytteistä. Näin arvokkaat näytteet voidaan toimittaa lähimpää yhteistyö laboratorioon ja säästyä näytteiden turhalta ajeluttamiselta sekä siirtelyltä. Taulukossa 5 on verrattu maastossa helposti tehtävän näytelistauksen ja -tilauksen tuomia hyötyjä aiempaan toimintatapaan verrattuna. Taulukosta huomataan lisäksi vasemman sarakkeen riskien vähenevän merkittävästi uuden toimintatavan myötä.

TAULUKKO 5. Näytelistaus

ennen mobiilidokumentointia	mobiilidokumentoinnin jälkeen
<p>Kynä ja paperi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• maastosta palattua: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ tilauksen puhtaaksikirjoitus</li> <li>○ näytteiden toimitus</li> </ul> </li> </ul> <p>riski:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kollegan käsiala tulkitaan väärin</li> <li>• listausta ei tehdä maastossa tarpeeksi suurella prioriteetilla</li> <li>• myöhemmin huomataan jonkun näytteen puuttuvan</li> <li>• arvokkaat näytteet voivat vaurioitua turhasta siirtelystä</li> </ul>	<p>Kotopron valmis näytelistauspohja:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• helppo täyttää maastossa</li> <li>• näytteidenottajat paikalla</li> </ul> <p>tilauksen lähetys laboratorioon:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kotoprolla</li> <li>• s-postilla</li> </ul> <p>näytteet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• huolellinen läpikäynti ennen nostokaluston purkua</li> <li>• toimitus lähimpään laboratorioon</li> </ul>

Toinen näytelistaukseen kehitetty raportointipohja on vetonäytelistaukseen. Maastossa syntyvää vetonäytelistaa voidaan lisäksi käyttää oman talon sisällä tehtävien vetonäytteiden koestuksessa **tutkimuspöytäkirjana**. Päättävä ja raportin kirjoittaja voivat näin myös seurata vetokokeiden etenemistä reaaliajassa. Taulukkoon 6 on koottu digitaalisen vetonäytelistauksen tuomat hyödyt, kun listausta käytetään myös mittauspöytäkirjana.

TAULUKKO 6. Vetonäytteiden tutkimuspöytäkirja

ennen mobiilidokumentointia	mobiilidokumentoinnin jälkeen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjaukset ruutupaperille</li> <li>• näytetiedot maastossa käsin kirjoitetuista näytelistoista</li> <li>• mittauspöytäkirja ruutupaperilla</li> <li>• kuvaus laitteelle ja siirto verkkolevylle</li> <li>• raportointi käsin kirjatusta tutkimuspöytäkirjoista Exceliin</li> </ul> <p>riski:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kollegan käsiala tulkitaan väärin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjaukset mobiililaitteelle</li> <li>• näytetiedot ja sijainnit valmiina</li> <li>• koestuksen mittaukset, tulokset ja lisätiedot valmiiseen pohjaan</li> <li>• kuvat ohjatusti samaan pohjaan</li> <li>• raportointi kopioimalla taulukko Exceliin laskentaa varten</li> <li>• reaaliaikainen vetokokeiden etenemisen seuranta</li> </ul>



## Raportointivaihe

Mobiilidokumentoinnilla raportointiin käytettävä aika tulee vähenemään huomattavasti. Keskeisiä ajansäästöön vaikuttavia tekijöitä ovat tarkastuksella kerätyn tiedon löydettävyyden, yhtenäisen muistiinpanojen kirjaustapa ja valmiiksi digitaalisessa muodossa olevat muistiinpanot. Raportointipohjat ohjaavat kirjaamaan muistiinpanot yhtenäisesti suoraan raporttiin kopioitavalla tai liitettävällä tekstityylillä. Näin raportointivaiheessa ei tarvitse käyttää aikaa muistiinpanojen yhtenäistämiseen, kuten ei myöskään toisen käsialan tulkintaan. Käsini kirjoitetuista muistiinpanoista luopuminen poistaa lisäksi riskin, ymmärtää kollegan kirjausväärin. Taulukkoon 7 on listattu merkittävimpiä mobiilidokumentoinnin tuomia ajansäästöön vaikuttavia muutoksia raportoinnissa. Taulukon vasemmassa sarakkeessa on esitetty myös riskit, joita vanhaan toimintatapaan liittyi.

TAULUKKO 7. Raportointi

ennen mobiilidokumentointia	mobiilidokumentoinnin jälkeen
etsitään verkkolevyltä <ul style="list-style-type: none"> <li>• muistiinpanoja</li> <li>• valokuvia</li> <li>• mittauksen sijainteja</li> <li>• tulkitaan muiden käsialoja</li> <li>• kirjoitetaan käsin kirjoitetut asiat puhtaaksi koneella</li> <li>• yhtenäistetään               <ul style="list-style-type: none"> <li>• havainnot</li> <li>• vauriokirjaukset</li> </ul> </li> </ul> riski: <ul style="list-style-type: none"> <li>• joku on unohtanut tallettaa muistiinpanot</li> <li>• kollegan käsiala tulkitaan väärin</li> </ul>	tietokoneella Kotoprohon <ul style="list-style-type: none"> <li>• kohteen projektikansioon               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ rakenneosat ja sijainnit valmiiksi jaoteltu</li> </ul> </li> <li>• kuvat ja muistiinpanot valmiiksi yhdessä</li> <li>• tarkistetaan liitettävät pohjat               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ tulostetaan PDF-tiedosto</li> <li>○ liitetään raporttiin</li> </ul> </li> <li>• muistiinpanot               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ kopioidaan tarvittavat tiedot                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ yhtenevät kirjaukset</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

Osa raportoinnista pystytään tuottamaan lähes valmiiksi jo tarkastuksella. Tästä esimerkkinä aiemmin mainitsemani pintarakenteiden arviointilomake. Raportointipohja kyseiselle arvioinnille on luoto pääosin valmiiden valikoiden avulla, joten

toimisto-olosuhteissa lomakkeen siistiminen keskittyy lähinnä ylimääräisten kuvien poistamiseen. Siistimisen jälkeen raportti tulostetaan PDF-tiedostoksi ja liitetään erikoistarkastusraportin liitteeksi. Samalla dokumentaatio jää raportin liitteenä Taitorakennerekisteriin kyseisen sillan tietoihin, josta sitä on tulevaisuudessa mahdollisuus tarkastella.

Toinen jo maastossa syntyvä raportin osa on erikoistarkastusraporttiin vaadittava **määrämuotoinen kuvaliite**, joka pystytään jatkossa rakentamaan helposti jo maastossa sille tehtyyn raportointipohjaan. Näin säästytään raportointivaiheessa tapahtuvalta kuvien etsinnältä ja Wordiin kokoamiselta. Kotoprolla kuvaliitettä tehdessä kuviin pystytään myös lisäämään kuvateksti jo kuvanottotilanteessa.

Erikoistarkastusraportin liitteeksi voidaan niin halutessa liittää myös kaikkien näytteenottosijaintien sisältävä kuvallinen näytteenottokertomusta, joka sisältää myös tiedot silmämääräisistä vauriohavainnoista näytteenottosijainneissa. Raportointipohja on suunniteltu siten, että siihen voidaan tulevaisuudessa lisätä myös laboratoriossa tehtyjen tutkimusten tulokset.

**Betonipeitteiden mittaukseen** liittyvä sijaintien kirjaus pystytään jatkossa tekemään jo maastossa digitaalisesti. Sijaintikirjaukset on aiemmin tehty kynällä ja paperilla, joka on tarkoittanut sijaintien uudelleen kirjausta toimistossa. Betonipeitemittauksien raportointia on kuluvana vuonna automatisoitu Excelin avulla, joten suoraan Kotopron taulukosta kopioitaville betonipeitteiden sijainneille löytyy kyseisestä Excel-taulukosta oma ohjattu sijaintinsa. Näin saadaan tässäkin kirjauksessa säästetty raportointiin kuluvaan aikaa samalla kun sijaintikirjauksista saadaan taulukon ohjeilla yhtenäisempiä. Exceliin voidaan lisäksi tehdä varmenuskaava, joka tarkistaa peitemittarin ja sijaintitiedon kuuluvan yhteen. Varmenus perustuu mittaussarjan eli yhden sijainnin sisältämään mittauksen määrään.

## 7.7 Haasteet ja riskit

### Laitevauriot

Keskusteluissa esiin nousseita riskejä mobiilidokumentoinnin käytöstä maastossa ovat olleet mm. **sääolosuhteet** ja **betonipöly** yhdessä mobiililaitteiden kanssa. Asiaa pohtiessa kannattaa kuitenkin muistaa, että ohjeistuksemme mukaisesti kaikkien tarkastajien tulee ottaa kuvia tutkittavista rakenneosista sekä niistä otetuista näytteistä. Suuri osa tarkastajista on tähänkin asti käyttänyt kuvaamisen omaa mobiililaitettaan.

Näin ollen muistiinpanojen kirjaaminen mobiililaitteella ei merkittävästi muuta vesisateen ja pölyn aiheuttamaa haittaa tarkastuskohteella. Vesisateessa paperille kirjoitettujen muistiinpanojen myöhempää tulkintaa miettiessä voi myös pohtia, kummalla tehty dokumentointi on sateessa helpompi ja raportoidessa selkeämpi, paperilla vai mobiililaitteella.

Mobiililaitteiden käytön lisääntyessä erikoistarkastuksissa, täytyy niiden suojaamiseen sekä vedeltä, pölyltä että **iskuilta** kiinnittää tulevaisuudessa enemmän huomioita. Laittekohtaisilla suojuuksilla pystytään paitsi säästämään rahaa vähentämällä laiterikkoja, mutta myös tekemään mobiililaitteen käytöstä tarkastustilanteessa kädelle sopivampaa.

Siltojen erikoistarkastuksiin kuuluu lähes poikkeuksetta nostimissa työskentely, joko vesistön tai kovan alustan yläpuolella. Tästä syystä jo tutkimusta tehdessäni koin tarpeelliseksi suojata puhelimeni kuorilla, jotka mahdollistivat turvanarun käytön **puhelimen tippumista** estämään.

### Digitaalisten muistiinpanojen poistaminen

Mobiilidokumentoinnissa huolta herätti myös **vahingossa tapahtuvat** digitaalisten **muistiinpanojen poistamiset**, kun käyttäjäkin on useita. On totta, että digitaalisessa muodossa oleva kommentti on helpompi pyyhkäistä pois, kun paperille

kirjattu. Lisäksi on todettu käsin kirjoitetusta muistiinpanosta jäävän ihmisen mieleen vahvempi muistijälki kuin digitaalisesta. Ongelmaan on kehitystyössä paneuduttu ja yhteiskäytössä testattu mahdollisia siltapaikalla vastaan tulevia skenaarioita, joissa kollegan tekemien muistiinpanojen vahingossa tapahtuva poisto olisi mahdollista.

Tilanne olisi mahdollinen esimerkiksi suurissa silloissa, joissa tarkastus voi tapahtua useammalla nostimella ja tarkastusryhmät ovat jakautuneet eripuolille siltaa. Rakenneosien raportointi on suunniteltu tehtävän niin, että esimerkiksi molemmat reunapalkit kirjataan yhteen ja samaan lomakkeeseen.

Koska **riski on tiedostettu**, on sen välttämiseksi pystytty tekemään lomakkeisiin selkeä ohjeistus, joka estää kollegan muistiinpanojen poiston ja päällekirjoituksen. Lisäksi Kotopron hyvänä ominaisuutena on, että raportit muistuttavat tallentamisesta, mikäli niistä yrittää poistua tallentamatta. Tämä turvaa omien muistiinpanojen säilymisen. Kokonaista raporttia ei täysin vahingossa pysty järjestelmästä poistamaan, sillä ohjelma kyllä varmistaa poiston ennen kuin se on mahdollinen.

### **Raporttien suuri tiedostokoko**

Yhtenä ongelmana nähtiin raporttien suuri tiedostokoko. Tämähän toki riippuu siitä paljonko raportti sisältää valokuvia ja meidän käytössämme ne sisältävät niitä melko runsaasti. Ongelma ei niinkään ole yhden raportin koko, vaan se, että erikoistarkastusraportti sisältää varsinaisen raportin lisäksi useista liitteistä. Näin tiedostopaketausta muodostuu helposti sähköpostitilien kokorajoitukset ylittävä.

Asiaa testattiin ja todettiin, että tämänhetkisellä järjestelmällä ei pystytä raporttiin otettujen kuvien resoluutiota pienentämään ilman, että kuvat käytettäisiin ohjelman ulkopuolella. Kuvien resoluution pienentämisestä laajemmin keskustellessa päädyttiin kuitenkin siihen, ettemme oikeasti haluakkaan heikentää kuvien laatua, vaan nimenomaan tarjota asiakkaille tarkimman mahdollisen kuvan. Näin ollen ongelma muuttui koskemaan ainoastaan kysymystä; miten lähetämme asiakkaalle suuret tiedostopaketit? Mutta tähänhän onneksi löytyy useita ratkaisuja.

## Uuden järjestelmän käyttöönotto

Viimeisimpänä haasteena kirjaisin kysymyksen; Miten saadaan koko asiantuntijatiimi ottamaan mobiilidokumentointi käyttöön? Tähän haasteeseen ratkaisusta ensimmäinen on valmiiksi suunnitellut, ohjeistetut ja helppokäyttöiset raportointipohjat, selkeässä kansiorakenteessa ja käyttövarmassa järjestelmässä. Paketti siis suorastaan kutsuu käyttäjänsä.

Toinen erittäin tärkeä osa uuden järjestelmän käyttöönotossa on käyttöönotto-koulutus ja selkeät käyttöohjeet. Olemmekin suunnitelleet koulutuksen pidettäväksi Teamsin välityksellä juuri ennen maastokautemme alkua. Etäkoulutus mahdollistaa kaikkien myös koekäyttää järjestelmää yhtäaikaisesti, jolloin koulutukseen saadaan sisällytettyä myös pieni osallistava käyttöharjoitus.

### 7.8 Laskelma ajallisista säästöistä

Taulukossa 8 on esitetty arvio mobiilidokumentoinnilla saavutettavista ajallisista säästöistä verrattuna aiempaan toimintatapaan. Yhden tarkastuksen arviot perustuvat tavanomaiseen tarkastukseen, jonka kesto on noin kaksi työpäivää. Oman henkilöstön määrä kohteessa on arviointitapauksessa kolme tarkastajaa sekä päätarkastaja. Säästettävän ajan arvio perustuu oman arvioni lisäksi kokeempien kollegoiden arvioon. Tarkastuskauteen on laskettu tulevan 40 erikoistarkastusta, joka vastaa yksikön keskimääräistä yhden kauden erikoistarkastusten määrää.

Henkilöstökulu taulukossa 8 muodostuu palkasta sekä sen lisäksi työnantajalle muodostuvista sivukuluista. Palkkana laskelmassa on käytetty Insinööriliiton (2021) tekemän vuoden 2021 palkkatilaston mukaisesta suunnittelu- ja konsulttialan mediaanipalkkaa, joka on 3700 €/kk. Palkka on laskelmassa muutettu tuntipalkaksi käyttäen jakajana 158 h/kk. Työnantajalle muodostuvat sivukulut on yksinkertaistuksen vuoksi laskettu 1,5 kertoimella palkan päälle. Näin laskien yhden työntekijän henkilöstökuluksi muodostui 35 €/h.

SKOL 4 hintaa määriteltäessä on käytetty Tampereen kaupungin (2019) julkaisemaa, silta ja muiden taitorakenteiden suunnittelu- ja rakennuttamispalveluiden hankintaa koskevaa puitejärjestelyn vertailutaulukkoa. Vertailutaulukosta on laskettu kyseisessä puitesopimuksessa mukana olevien yritysten SKOL 4 hinnan keksiarvo. Näin SKOL 4 hinnaksi taulukossa 8 muodostui 67 €/h.

TAULUKKO 8. Arvio Kotoprolla saavutettavista säästöistä

<b>Arvio Kotoprolla saavutettavasta ajansäästästä sekä sitä seuraavat rahalliset säästöt ja tuotot</b>			
<b>Vaihe</b>	<b>Ajan säästön aihe</b>	<b>h/tarkastus (PT+3 tarkastajaa)</b>	<b>h/tarkastuskausi</b>
ennen tarkastusta	tulostus/skannaus	0,5	20
maasto	muistiinpanojen kirjoittamisesta maastossa alus- ja päällysrakenne	4	160
	Kokemattomampien neuvonta	1	40
	Avaukset (5kpl) maastossa	2,5	100
	päätarkastajan reaaliaikainen seuranta	1,5	60
	Näytelistaus (sis. Jälkiselvittelyn)	4	160
	muistiinpanojen ja kuvien siirto	2	80
Raportointi	peitekirjaus	0,5	20
	kuvaliite	0,5	20
	muistiinpanojen uudelleen kirjaus ja toisen käsialan tulkkaukset	3	120
	vetokokeissa säästetty aika	2,5	100
	<b>yhteensä (h)</b>	<b>22</b>	<b>880</b>
	<b>säästettyinä henkilöstökuluina (€)</b>	<b>773</b>	<b>≈31000</b>
	<b>SKOL 4, uudelleen myytynä (€)</b>	<b>1482</b>	<b>≈59000</b>

Mobiilidokumentoinnin käytöstä ja käyttöönotosta aiheutuvia kustannuksia ei opinnäytetyössä esitetä, sillä kustannukset sisältävät muun muassa yritysten välistä sopimushinnoittelua.

## 7.9 Yhteenveto

Yhteenvetona voidaan todeta tarkoituksen mukaisella ja hyvin suunnitellulla mobiilidokumentoinnilla saavutettavan mittava määrä parannuksia vanhaan toimintatapaan verrattuna. Uusi toimintatapa poistaa tai vähentää useita riskejä, joita vanha dokumentointitapa piti sisällään.

Mobiilidokumentointi tuo tullessaan omat riskinsä, jotka liittyvät osin myös uuden järjestelmä opetteluun. On myös mahdollista, että tunnistamattomia riskejä tulee vastaan yhteiskäytön aloittamisen myötä. Taulukossa 9 on koottu SWOT-analyysi yhteenvetona Kotopron käyttöönoton kannattavuudesta.

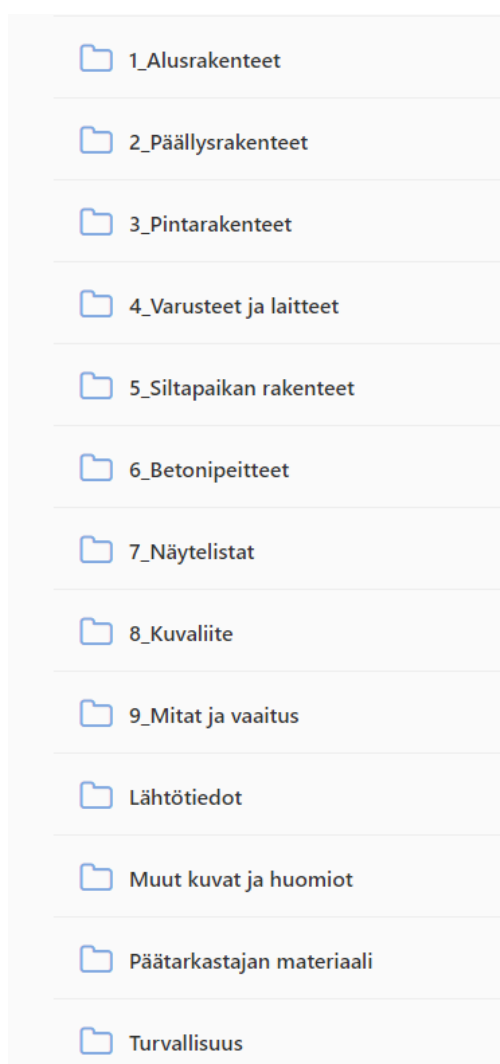
TAULUKKO 9. SWOT-analyysi

<p><b>Vahvuudet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• työtä ohjaava</li> <li>• aikaa säästävä</li> <li>• lisääntynyt dokumentaatio</li> <li>• laadukas raportointi</li> <li>• yhtenäinen raportointi</li> <li>• poistaa riskejä           <ul style="list-style-type: none"> <li>• väärin tulkitut muistiinpanot</li> <li>• hävinneet muistiinpanot</li> <li>• tuhoutuneet kuvat</li> <li>• unohtuneet näytteet</li> </ul> </li> <li>• reaaliaikaisuus</li> <li>• mahdollistaa auditoinin</li> </ul>	<p><b>Heikkoudet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• muistiinpanojen vahingossa tapahtuva poisto</li> <li>• mobiililaitteiden lisääntynyt käyttö           <ul style="list-style-type: none"> <li>• laiterikot</li> <li>• huomiokyky</li> </ul> </li> <li>• vaatii ladatun mobiililaitteenakun</li> </ul>
<p><b>Mahdollisuudet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• yhdistäminen muihin järjestelmiin</li> <li>• raportoinnin kehittäminen</li> </ul>	<p><b>Uhat</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• järjestelmää ei käytetä</li> <li>• ei toimi ilman internet-yhteyttä</li> </ul>

## 8 ESIMERKKI KOHTEEN DOKUMENTOINTIA KOTOPRON AVULLA

### 8.1 Kansiorakenne

Kuvan 8 kansiorakenne muodostuu automattisesti, kun projekti luodaan Kotopron järjestelmään. Kansiorakenteen nimeämisessä päädyttiin käyttämään apuna numerointia, jotta järjestys saatiin, maastossa käytetyimpien kansioiden osalta, muodostumaan Taitorakennerekisteristä omaksutun mukaisesti. Selkeä helposti luettava kansiorakenne on olennainen osa mobiilidokumentoinnin käytettävyyden kannalta maastotöissä.



KUVA 8. Kansiorakenne

Pienessä kohteessa tarkastajat voivat halutessaan muuttaa yksittäisen projektin kansirakenteen järjestyksen muodostumista. Kotopron järjestelmä mahdollistaa



kansioiden järjestyksen muodostuvan myös muokkausjärjestykseen. Tämä tarkoittaa, että viimeksi muokattu kansio nousee aina kansiorakenteen ylimmäksi. Vaihtoehto voi olla toimiva, mikäli tarkastaja dokumentoi yksin.

## 8.2 Lähtötiedot ja turvallisuusdokumentit

Ennen tarkastusta tallennetaan tarvittavat dokumentit Kotoprohon projektin lähtötietokansioon valmiin pohjan ohjaamiin kohtiin. Näin kaikki tarpeelliset tiedot ovat tarkastajien käytettävissä maastossa. Kuvassa 9 on esitetty lähtötietolomakkeen täyttönäkymää, joka ohjaa kirjaamaan tarvittavia lähtötietoja sekä tallentamaan tarvittavia dokumentteja. Tarkastuksella tarvittavia dokumentteja ovat muun muassa tutkimussuunnitelma, alustavat tutkimuskartat ja johtoselvitykset.

The image shows a web-based reporting form. It is organized into sections with expandable/collapsible headers. The first section, 'Kohteen yleistiedot', includes four input fields for 'Kohde', 'Osoite', 'Tilaaja', and an unlabeled field. Below these is a 'Saapumisohje' field with a 'LISÄÄ KUVA...' button. The second section, 'Kartta', has a 'LISÄÄ TIEDOSTO...' button. The third section, 'Tutkimussuunnitelma', contains a 'Tutkimussuunnitelma ja mahdollinen tutkimuskartta' field with a 'LISÄÄ TIEDOSTO...' button. Below this are two more 'LISÄÄ TIEDOSTO...' buttons and a 'LISÄÄ KUVA...' button.

KUVA 9. Raportointipohja lähtötiedoille

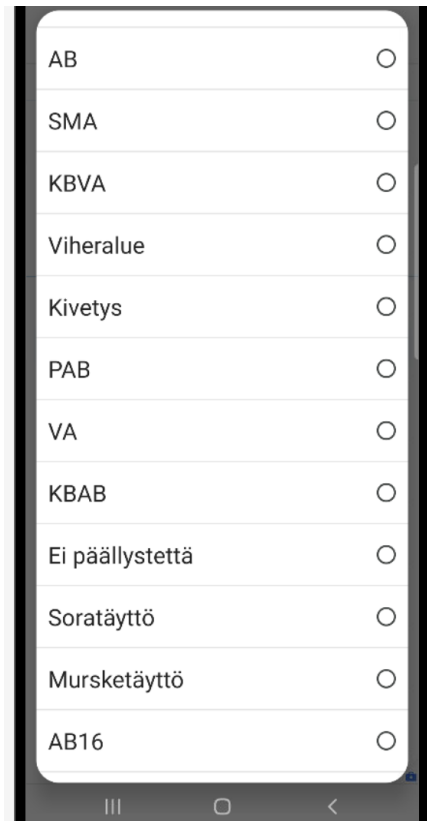
Lähtötietojen lisäksi ennen tarkastusta projektin turvallisuuskansioon lisätään tarvittavat dokumentit. Dokumentteihin on mahdollisuus kerätä maastossa tarvittavien henkilöiden allekirjoitukset.

### 8.3 Pintarakenteiden arviointi

Pintarakenteiden arviointilomake on rakennettu maastossa tapahtuvan tutkimusjärjestyksen mukaisesti. Lomake koostuu kattavaksi suunnitelluista valikoista sekä tekstikentistä. Käyttöönottoaihetta ajatellen raporttipohjiin on lisätty tarvittavilta osin kuvassa 10 näkyviä, sinisellä pohjalla olevia ohjetekstejä. Ohjetekstit eivät tulostu valmiisiin raporteihin, vaan ohjaavat käyttäjiä lomakkeen täyttövaiheessa yhtenäiseen raportointityyliin. Täytetty malliraportti pintarakenteiden arvioinnista on esitetty liitteessä 3.

KUVA 10. Pintarakenteiden arviointilomakkeen täyttönäkymä tietokoneella

Kuvassa 11 on mobiililaitteen näkymä päällystetyyppivalikosta. Valikoiden avulla säästytään turhalta kirjoittamiselta, kun valikoihin on listattu käytetyimmät havainnot. Valikoiden lisäksi käytettävissä on tekstikenttiä, joihin voidaan lisätä tietoa erikoistapauksissa. Tekstikenttien tiedot voidaan syöttää kirjoittaen tai lisäten puhelimen sanelu ominaisuudella.



KUVA 11. Mobiililaitteen näkymä päällystetyyppivalikosta

#### 8.4 Alus- ja päällysrakenteiden muistiinpanot

Alus- ja päällysrakenteiden muistiinpanot kerätään raportointipohjalle, jonka nimeksi pitkän mietinnän jälkeen tuli ”Tarkastushavainnot ja näytteenottokertomus”. Pohjannimellä ei ole merkitystä niin kauan, kun pohjaa käytetään ainoastaan muistiinpanojen keräämiseen oman yksikön sisällä. Mutta kuten aiemmin mainittu raportointipohjat on suunniteltu niin, että haluttaessa ne voidaan liittää myös erikoistarkastusraportinliitteeksi. Tilaajalle toimitettuna kyseisen raportin nimi saadaan näkyviin lomakkeen yläkulmaan ja näin antavan lukijalle ensinäkemältä tiedon mistä liitteestä on kysymys.

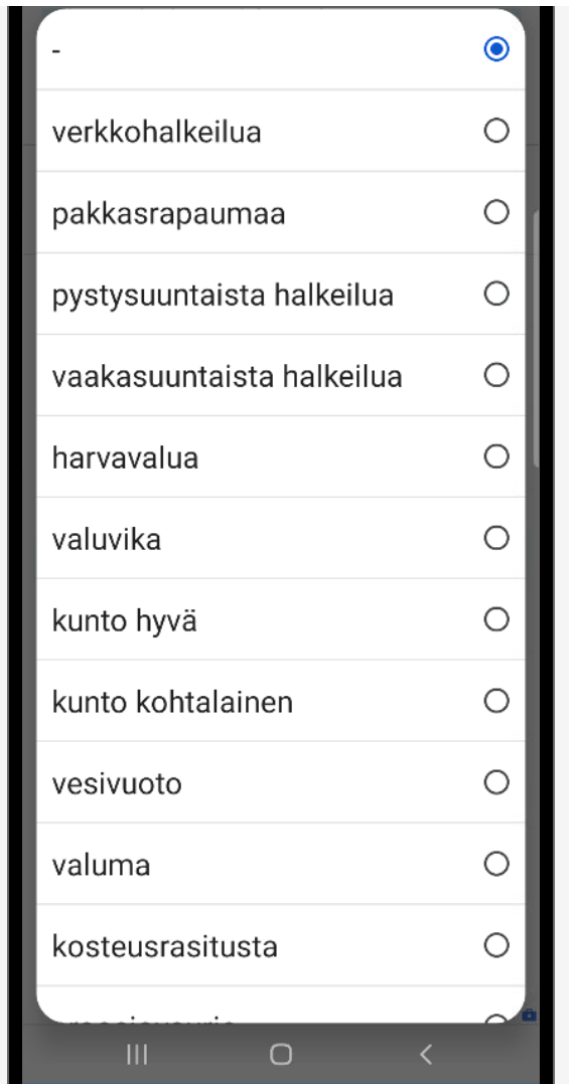
”Tarkastushavainnot ja näytteenottokertomus” -raportointipohja koostuu havainnoista, tutkimusten ja otettujen näytteiden kirjaamisesta sekä valokuvaosioista. Lisäksi lomakkeen loppuun on mahdollisuus liittää video kohteesta ja/tai muita tiedostoja. Pohja on suunniteltu siten, että siihen voidaan haluttaessa kirjata myös tutkimusten tuloksia.

Kuten aiemminkin jo mainittu, niin myös kuvan 12 ”Tarkastushavainnot ja näytteenottokertomus” raportointipohjakin sisältää sinisellä pohjalla olevia työtä ohjaavia ohjetekstejä, jotka eivät tulostu valmiiseen raporttiin.

The image shows a digital reporting form with a light blue header and footer. The main content area is white. At the top, there are three light blue boxes containing instructions: 'Lisää AINA "+UUSI SIJAINTI" alhaalta!!', 'Älä täytä tyhjän näköiseen sijaintiin!!', and 'Korvaa teksti sijainnilla esim. 1.5 v tai 1 o muista välilyönti viimeisen numeron jälkeen (huom. ei esim. vas tai vasen)'. Below these are two expandable sections: 'uusi' and 'Havainnot:'. The 'Havainnot:' section contains a light blue box with the instruction 'Täytä silmämääräiset havainnot ja tarvittaessa tyrnjään kenttään lisätietoja'. This is followed by a date input field 'Havainnointi pvm:' with a 'Syötä päivämäärä' button and a calendar icon. Below that are three dropdown menus for 'Silmämääräiset havainnot:'. There are also two empty text input fields with edit icons. The next section is 'Tutkimukset ja näytteet:'. It contains a light blue box with the instruction 'Klikkaa tehdyt toimenpiteet'. Below this are two checkboxes: 'Betonipeitteet' and 'Kloridinäytesarja'. Each checkbox has a corresponding text input field with an edit icon. The 'Kloridinäytesarja' checkbox also has a dropdown menu below it.

KUVA 12. ”Tarkastushavainnot ja näytteenottokertomus” raportointipohja

Kuvassa 13 on mobiililaitteen näkymä silmämääräisten havaintojen kirjaamiseen luodusta valikosta. Saman sisältöisiä valikoita on lomakkeella allekkain kolme, joka mahdollistaa useamman havainnon kirjaamisen saman otsakkeen alle. Mikäli havaintoja tulee samasta sijainnista yli kolme tai havaintoja ei löydy valikosta, voidaan kirjaus tehdä kirjoittamalla tai puheen ohjauksella alapuolella olevaan kenttään.



KUVA 13. Silmämääräiset havainnot-valikon näkymä mobiililaitteella

### 8.5 Näytelistaus ja laboratorion tilauslomake

Näyteluettelo laboratorio näytteistä ja samalla tilauslomake laboratoriolle koostuu näytelistauksen lisäksi muista vaadittavista osioista. Ensimmäinen osio koskee tilaajaa eli meitä, siitä selviää muun muassa päätarkastaja, lisätietojen antajan yhteystiedot sekä laskutustiedot. Toisessa osiossa kerrotaan kohteen tiedot sekä näytteenottajat. Kuvassa 14 näkyvässä laboratoriota koskevat tiedot osiossa ilmoitetaan esimerkiksi, milloin näytteet toimitetaan laboratorioon ja milloin niistä toivotaan tuloksia. Neljännessä osiossa on helppotäyttöinen taulukkomuotoinen näytelistaus ohjeineen. Näytelistauksen jälkeisessä osiossa on mahdollista antaa laboratoriolle kuvallisia ohjeita näytteiden tutkimiseen.

▼ Tilaus 
⋮

▶ Kohteen tiedot 
⋮

▼ Laboratorio 
⋮

Toimituspäivämäärä:

Toimituspaikka:  ▼

Tulosten toivottu toimitusaika:

Tulosten toivottu toimitusaika:

Lisätiedot:  ▼

Lisätiedot

**i** Alapuolelle mahdollista listata tutkimussuunnitelman mukaisia toimenpiteitä, näytemääriä yms. Labraan lähetettävästä versiosta kappaleen voi tyhjentää, jolloin se ei tulostu mukaan.

Tutkimussuunnitelmassa esitetyt toimenpiteet:

▼ Näytelistä 
⋮

**i** Tutkimukset: OH, VETO, KLO, KRB (karb.syv.), Eristeet: ASB(< -94)+PAH(< -80). Muut: PCB(< -84), Pb (lyjy-< -90, saumat), RM (raskasmetalli, sis, lyjyn, maalit+pinnoit.),

**i** Sijainnin kirjaus esim. Reunapalkki 1.5 O (muista väli viimeisen numeron jälkeen)

Näyte tunnus & nro	Tutkimus	Näytetiedot (sijainti)	Lisätiedot
<input type="checkbox"/> Kansilaatan yläpinnan kloridipitoisuus tutkitaan ensin 0-20mm, mikäli pitoisuus on 0,03 p-% tai enemmän tutkitaan 20-40mm, samoin menetellään syvyydellä 40-60mm kanssa.			

[+ LISÄÄ RIVL.](#)

▼ Kuvalliset ohjeet 
⋮

Tähän voi lisätä kuvia/ kuvallisia ohjeita laboratoriolle

[LISÄÄ KUVA..](#)

KUVA 14. Näyteluettelo / tilauslomake laboratorio

## 8.6 Muut tutkimus- ja kehitystyön aikana syntyneet raportointipohjat

Edellä esiteltyjen raportointipohjien lisäksi tutkimus- ja kehitystyön aikana syntyi raportointipohjia turvallisuuden dokumentointiin maastossa, valokuvaliitteeseen, vetonäytteiden listaukseen ja koestukseen sekä betonipeitteiden mittauksen yhteydessä tehtävään sijaintikirjaukseen. Tässä vielä yhteenvetona kaikki opinnäytetyön aikana Kotopron dokumentointijärjestelmään syntyneet raportointipohjat:

- Lähtötiedot
- Riskienarviointi
- Tulityölupa
- Tarkastuslomake henkilönostin
- Tarkastuslomake työtelineet
- Pintarakenteiden arviointi
- Tarkastushavainnot ja näytteenottokertomus
- Näyteluettelo / tilauslomake laboratorio
- Vetonäytelistaus / mittauspöytäkirja
- Erikoistarkastus kuvaliite
- Betonipeitteet
- Yleistarkastushavainnot.

Edellä mainitut raportointipohjat ovat valmiiksi kansiorakenteessa omissa kansioissaan, kun projekti luodaan Kotopron dokumentointijärjestelmään yrityksen ”tilille” BAM-kansioon. Raportointipohjia on myös helppo tarvittaessa lisätä tai kopioida. Luotujen raportointipohjien lisäksi, käyttäjien pyynnöstä, kehitteillä on raportointipohjat sillan mittaukseen ja vaaitukseen.

## 9 KÄYTTÖKOULUTUS JA OHJEISTUS

### 9.1 Käyttökoulutus

Käyttökoulutus päätettiin järjestää Teamsin välityksellä juuri ennen maastokauden alkua. Teams mahdollisti joustavan osallistumisen lisäksi koulutuksen nauhoittamisen. Nauhoitteen avulla koulutuksesta estyneet pystyvät katsomaan koulutuksen heille sopivana ajankohtana ja koulutukseen osallistuneet palaamaan mahdollisesti ohi menneeseen ohjeeseen.

Käyttökoulutus suunniteltiin huolellisesti ja siinä keskityttiin esittelemään yksikön henkilöstölle Kotopron dokumentointijärjestelmän perusidea ja käyttö, syyt miksi mobiilidokumentoinnin käyttöönotto yksikössä on kannattavaa sekä keskeiset ominaisuudet, ohjeet ja riskit. Uuden järjestelmän käyttöönottoon liittyy toimintoja niin ennen tarkastusta, tarkastuksilla kuin tarkastuksen jälkeisessä raportoinnissa.

Koulutuksessa pyrittiin tekemään käytönohjeesta henkilöstölle mahdollisimman yksinkertaista selkeiden ohjeiden ja mallisuoritusten avulla. Koulutus painotui erityisesti koskemaan kehitystyössä syntyneiden dokumentointia helpottavien oivallusten jakamiseen. Myös mobiilidokumentointiin liittyvät riskit nostettiin esille, niiden minimoimiseksi.

Koulutuksen viimeinen osuus eli osallistava tehtävä jätettiin suoritettavaksi yksikön virkistyspäiville. Tarkastuskauden alussa järjestettäviä virkistyspäiviä varten dokumentointijärjestelmään luodaan mielekäs raportointipohja, joka koostuu samoista toiminnoista kuin tarkastuksilla käytettävät raportointipohjat. Näin henkilöstö saa positiivisen toiminnan kautta tuntumaa uuteen järjestelmään.

### 9.2 Ohjeistus

Kotopron dokumentointijärjestelmän käyttöä ja käyttöönottoa koskeva ohjeistus muodostuu useasta eri ohjeesta. Ohjeet ovat PDF-muodossa ja koostuvat suurelta osin kuvankaappauksista järjestelmän käytöstä. Ohjeet ovat henkilöstön



käytössä sekä Kotopron ”Mallit ja ohjeet”-kansiossa että yksikön Teams välilehdellä, johon luotiin Koprolle oma osio. Opinnäytetyön aikana tehdyt ohjeet ovat:

- käytön aloitus
- varustelu
- rapottipohjat ja niiden lisäys
- ennen tarkastusta
- maastossa
- yleistarkastushavainnot
- raportointivaihe.

Teamsiin luodun välilehden avulla Kotoprohon liittyvät kysymykset ja kehitysideat löytävät helposti perille. Uuden järjestelmän käyttöönottoon liittyvät kysymykset eivät näin myöskään häiritse yksikön muuta tärkeää viestintää.

## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön tutkimusten perusteella voidaan todeta Kotopron dokumentointijärjestelmän käyttöönotto yksikössä kannattavaksi. Tulokset osoittivat, että mobiilidokumentoinnin avulla saadaan tuotettua asiakkaille laadukasta dokumentaatiota, joka muodostuu pääosin jo maastossa.

Kokeellisen tutkimuksen jälkeisessä kehitystyössä syntyneiden raportointipohjien avulla dokumentoinnista tulee yhtenäisempää ja työtä ohjaavaa. Samalla erikoistarkastusprosessiin kuluvaan aikaan saadaan merkittäviä säästöjä. Ajallista säästöä syntyy erityisesti yhdenmukaisesta valikoiden avulla syntyvästä dokumentoinnista, mutta myös raportointivaiheessa tiedon löydettävyyttä helpottavasta selkeästä projektikansiorakenteesta. Myös valmiiksi digitaaliset muistiinpanot tuottavat merkittäviä ajallisia säästöjä raportointiin, kun muistiinpanot pystytään raportointivaiheessa kopioimaan esimerkiksi Excel-taulukoihin. Lisäksi osa tarkastuksella kerätyistä muistiinpanoista muodostaa jo maastossa valmiin erikoistarkastusraporttiin liitettävän raportinosan.

Reaaliajassa päivittyvän projektikansion avulla saadaan poistettua tai minimoitua useita tarkastuksen dokumentointiin liittyviä riskejä. Esimerkiksi riski kadonneista muistiinpanoista poistuu, kun mobiilidokumentoinnin avulla muistiinpanot ja kuvat päivittyvät tarkastajan oman laitteen sijaan koko tarkastusorganisaatiolle. Myös riski väärin tulkituista käsin kirjoitetuista muistiinpanoista minimoituu, kun muistiinpanot ovat valmiiksi digitaalisessa muodossa.

Kehitystyö onnistui yli omien odotusteni. Kiitokset kehitystyön onnistumisesta kuuluvat siltojen tarkastusosaamisen osalta asiantuntijoista koostuvalle kehitysryhmällemme ja Kotopron osalta heidän loistavalle asiakaspalvelutiimilleen. Kaikkien kehitystyössä mukana olleiden avulla uskon, että olemme luoneet uuden kaikkia hyödyttävän toimintatavan parhaalla mahdollisella tavalla ja erityisesti käyttäjät huomioiden.

Opinnäytetyön toteutuksen kannalta haastavinta oli tutkimuksen aikataulutus. Tarkastuskausi sijoittuu sulalle ajalle, joten tarkastuksilla toteutettava kokeellinen

testaus oli sijoitettava kesälle 2021. Opinnäytetyön toteutukseen varattu aika sijoittui kuitenkin vasta kevätlukukaudelle 2022. Aikatauluhaaste aiheutti työn nurinkurisen etenemisjärjestyksen, kun pääosa dokumentointijärjestelmään perehtymisestä tapahtui vasta maastossa tapahtuneen kokeellisen testauksen jälkeen.

Suurin uhka mobiilidokumentoinnille ovat mielestäni sen käyttäjät. Mikäli uutta dokumentointijärjestelmää ja siihen kehitettyjä raportointipohjia ei yksikössä otettaisi käyttöön, ei syntyisi myöskään ajallista säästöä. Lisäksi mobiilidokumentoinnin suurin yksittäinen menoerä, eli kehitystyö ja käyttöönottokoulutus olisi tällöin mennyt hukkaan.

Kotopron mobiilidokumentoinnin yhteiskäytöstä siltojen erikoistarkastuksilla saadaan kokemuksia tarkastuskauden 2022 aikana, kun 25 henkilön yksikkö pääsee käyttöönottokoulutuksen jälkeen testaamaan sovellusta. Oletettavaa on, että raportointipohjat tulevat kehittymään käyttäjäryhmän kasvaessa. Tämä ei kuitenkaan ole ongelma Kotopron raporttipohjien helpon muokkauksen johdosta.

Tulevaisuudessa uskon, että mobiilidokumentointia kehitetään palvelemaan mahdollisilta osin muillakin, kun tässä työssä käsitellyillä tarkastuksilla. Uskon lisäksi, että raportointia kehitetään entisestään muodostumaan jo maastossa tapahtuvassa tarkastuksessa. Päämääränä voisi olla koko raportin muodostuminen Kotoprossa, jolloin sen osat ainoastaan yhdistettäisiin yhtenäiseksi PDF-tiedostoksi ennen asiakkaalle toimittamista.

## LÄHTEET

Betoniteollisuus. 2017. Betonirakenteiden korjaus ja rakennusfysiikka. Pätevytymiskurssi 17.1.2017. Betoniteollisuus ry. Luettu 28.3.2022.

<https://slideplayer.fi/slide/11842860/>

Insinööriliitto. 2021. Insinöörien palkkatilastot 2021. Vaatii kirjautumisen. Luettu 31.3.2022.

[https://www.ilry.fi/wp-content/uploads/2021/12/IN\\_palkkatilasto\\_fin\\_2021.pdf](https://www.ilry.fi/wp-content/uploads/2021/12/IN_palkkatilasto_fin_2021.pdf)

Julkisten hankintojen neuvontayksikkö (JHNY). 2022. Menettelytekniikat, Puitejärjestelyt. Luettu 7.2.2022.

<https://www.hankinnat.fi/eu-hankinta/menettelytekniikat/puitejarjestelyt>

Kotopro. n.d. Kotopron kotisivut. Kotopro Oy. Luettu 7.3.2022.

<https://www.kotopro.com/>

Liikennevirasto. 2013. Taitorakenteiden tarkastusohje. Liikenneviraston ohjeita 17/2013. Luettu 11.2.2022.

[https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo\\_2013-17\\_taitorakenteiden\\_tarkastus-ohje\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2013-17_taitorakenteiden_tarkastus-ohje_web.pdf)

Liikennevirasto. 2014. Siltojen erikoistarkastusten työturvallisuusohje. Julkaistu 29.9.2014. Luettu 4.3.2022.

[https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/ohje\\_2014\\_siltojen\\_erikoistarkastusten\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/ohje_2014_siltojen_erikoistarkastusten_web.pdf)

Liikennevirasto. 2018a. Taitorakenteiden erikoistarkastustenlaatuvaatimukset – Sillat. Liikenneviraston ohjeita 28/2018. Luettu 31.1.2022.

[https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2018-28\\_taitorakenteiden\\_erikoistarkastusten\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2018-28_taitorakenteiden_erikoistarkastusten_web.pdf)

Liikennevirasto. 2018b. Taitorakenteiden tiedon käsittely. Liikenneviraston ohjeita 36/2018. Luettu 13.2.2022.

[https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2018-36\\_taitorakenteiden\\_tiedon\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2018-36_taitorakenteiden_tiedon_web.pdf)

Liikennevirasto. n.d. Sillan päämitat ja rakenneosat. Tarkastajakurssi. Väyläviraston sillanmuokkaajakurssin materiaali 29.9.2021. Väylävirasto.

Ramboll. n.d.a Delivering on our strategy. Ramboll Group A/S. Luettu 6.3.2022.

<https://ramboll.com/annual-report-2018/strategy-and-performance>

Ramboll. n.d.b Siltojen ja muiden taitorakenteiden tarkastukset. Ramboll Finland Oy. Luettu 11.2.2022.

<https://fi.ramboll.com/-/media/files/rfi/product-brochures/infra/siltojen-ja-muiden-taitorakenteiden-tarkastukset.pdf?la=fi>

RIL179. 2018. Sillat – suunnittelu, toteutus ja ylläpito. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

ROTI. 2021. Luettu 3.2.2022.

[https://www.ril.fi/media/2021/vaikuttaminen/roti2021\\_low.pdf](https://www.ril.fi/media/2021/vaikuttaminen/roti2021_low.pdf)

Tampere. 2019. § 25 Silta ja muiden taitorakenteiden suunnittelu- ja rakennuttamispalveluiden hankinta. Liite vertailutaulukko. Luettu 31.3.2022.

[https://tampere.cloudnc.fi/fi-FI/Viranhaltijat/Johtaja\\_kaupunkiympaumlris-toumln\\_palvelualue/Silta\\_ ja\\_muiden\\_taitorakenteiden\\_suunnit\(77185\)](https://tampere.cloudnc.fi/fi-FI/Viranhaltijat/Johtaja_kaupunkiympaumlris-toumln_palvelualue/Silta_ ja_muiden_taitorakenteiden_suunnit(77185))

Talvio M. 2021. Rakennusprojektin dokumentaatio – miksi, mitä ja miten? Luettu 15.3.2022.

[https://www.rakentaja.fi/pro/artikkelit/17718/jurinet\\_dokumentaatio.htm](https://www.rakentaja.fi/pro/artikkelit/17718/jurinet_dokumentaatio.htm)

Tilastokeskus. n.d. Tilastokeskuksen maksuttomat tilastotietokannat, Tilastokeskuksen maksuttomat tilastotietokannat. Luettu 10.2.2022.

[https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_lii\\_tiet/stat-fin\\_tiet\\_pxt\\_12kg.px/table/tableViewLayout1/](https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_lii_tiet/stat-fin_tiet_pxt_12kg.px/table/tableViewLayout1/)

Vuori M. 2010, 125 pointtia dokumentoinnista. Luettu 5.2.2022.

[https://www.mattivuori.net/julkaisuluettelo/liitteet/satavartti\\_pointtia\\_dokumentoinnista.pdf](https://www.mattivuori.net/julkaisuluettelo/liitteet/satavartti_pointtia_dokumentoinnista.pdf)

Vänskä A. 2020. Täydellinen Opas Mobiilidokumentoinnin Ihmeelliseen Maailmaan. Dotag. Luettu 15.2.2022.

<https://www.dotag.com/fi/taydellinen-opas-mobiilidokumentoinnin-ihmeelliseen-maailmaan/>

Väylävirasto. 2007. Betonirakenteet. Siltojen korjausohje 11/2007. Luettu 28.3.2022.

[https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Taitorakenteet/silko/kasio1/s1201\\_2007.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Taitorakenteet/silko/kasio1/s1201_2007.pdf)

Väylävirasto. 2019. Maantiesiltojen vuositarkastusohje. Väyläviraston ohjeita 17/2019. Luettu 16.2.2022.

[https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2019-17\\_maantiesiltojen\\_vuositarkastus-ohje\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2019-17_maantiesiltojen_vuositarkastus-ohje_web.pdf)

Väylävirasto. 2020a. Sillantarkastuskäsikirja. Väyläviraston ohjeita 33/2020. Luettu 20.1.2022.

[https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2020-33\\_sillantarkastuskasikirja\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-33_sillantarkastuskasikirja_web.pdf)

Väylävirasto. 2020b. Väyläviraston sillat 1.1.2020. Väyläviraston julkaisuja 46/2020. Luettu 3.2.2022.

[https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj\\_2020-46\\_vaylaviraston\\_sillat\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2020-46_vaylaviraston_sillat_web.pdf)

Väylävirasto. 2021. Taitorakennerekisterin käyttäjäkurssin avaus. Taitorakennerekisterin peruskurssin materiaali. 24.8.2021. Väylävirasto.

Väylävirasto. n.d. Luettu 10.2.2022.

<https://vayla.fi/>

Ylijoki, J. Team Leader. 2022. Haastattelu 24.2.2022. Haastattelija Viippo, A. Tampere.

## LIITTEET

Liite 1. Siltojen nimityksiä niiden käyttötarkoituksen mukaan (Väylävirasto 2020b, 10–11.)

<b>Varsinainen silta</b> tarkoittaa kaikkia siltoja, jotka eivät ole putkisiltoja.
<b>Putkisilta</b> on vesistöissä ja väylän alitukseen käytettävä putkirakenne, joka yleensä on valmistettu aallotetusta teräslevystä, teräsnauhasta tai betonista.
<b>Tiesilta</b> käsitteellä tarkoitetaan tässä yhteydessä ajoneuvoliikenteen ja kevyen liikenteen siltoja maanteillä.
<b>Vesistösilta</b> on vesistön ylittämiseksi rakennettu tiesilta.
<b>Risteyssilta</b> on kahden tien eritasoristeykseen rakennettu silta.
<b>Ylikulkukäytävä</b> on silta, jota myöten kevyt liikenne ylittää tien tai kadun.
<b>Alikulkukäytävä</b> on silta, jonka kautta kevyt liikenne alittaa tien tai kadun.
<b>Ramppisilta</b> on kahta tietä eritasoristeyksessä yhdistävällä rampilla sijaitseva silta.
<b>Rataverkon silta</b> tarkoittaa rataverkolla sijaitsevaa siltaa.
<b>Rautatiesilta</b> on rautatieliikennettä esteen yli välittävä silta.
<b>Ylikulkusilta</b> on silta, jota myöten ajoneuvoliikenne ylittää rautatien.
<b>Raittisilta</b> johtaa kevyen-, traktori- yms. lähiliikenteen tai karjan vesistön yli.
<b>Kevyen liikenteen silta</b> on vesistön tai maastoesteen yli johtava jalankulku- ja polkupyöräliikenteen silta.

Liite 2. Siltojen tarkastuksissa käytettäviä sillan päämittoja (Liikennevirasto n.d.; Väylävirasto 2021.)

<b>Hyödyllinen leveys (HI)</b> on sillan kaiteiden välinen, pienin mitattu etäisyys.
<b>Kokonaisleveys (B)</b> on sillan kantavan päällysrakenteen leveys.
<b>Kokonaispituus (L)</b> on samalla puolella siltaa sijaitsevien siipimuurien äärimmäisten päiden etäisyys.
<b>Kannenpituus</b> on sillan keskilinjaa pitkin mitattuna, etäisyys maatuilla sijaitsevien liikuntasaumojen välillä.
<b>Jännepituus (jm)</b> on sillan keskilinjaa pitkin mitattu etäisyys päällysrakenteen tukilinjalta tukilinjalle.
<b>Kokonaispinta-ala</b> lasketaan sillan kokonaispituuden ja hyödyllisen leveyden tulona.
<b>Kannen pinta-ala</b> lasketaan sillan kannen pituuden ja kokonaisleveyden tulona.
<b>Vapaa-aukko (Va)</b> on maatukien, maatuen ja välituen tai välitukien välinen, sillan keskilinjaa pitkin mitattu vapaa etäisyys.
<b>Vapaa alikulkukorkeus</b> on pienin etäisyys tien- tai vedenpinnasta päällysrakenteen alapintaan.
<b>Sallittu alikulkukorkeus</b> on sillan alittavalla väylällä liikkuvan kulkuneuvon suurin sallittu korkeus.
<b>Sillan kannen poikkileikkausmitat</b> käsittävät ajorata-, jalkakäytävä-, ja pyörätieleveydet sekä mahdollisten välikaistojen ja piennarten leveydet.

26.03.2022

**Avaus 2**

**Silta** Käyttökoulutus-2903  
**Sijainti** Teams  
**Tarkastusajankohta** 26.3.-29.3.2022  
Mallilomakkeet

**Tutkimus pvm:** 26.03.2022

**Avauksen sijaintitiedot**

**Sijainti:** T1 + 1,1 m, oik rp sp - 1,1 m  
**Suhteellinen sijainti:** 1.1 0.9  
**s'MASH tutkimuspiste:** TA1, TP1.1

**Päällyste**

**Päällystetyyppi:** SMA  
AB  
**Paksuus (mm):** 100 (50+50)  
**Kerrokset:** Kiinni toisissaan  
**Päällysteen kunto:** Alin kerros murenee  
• 10 mm alapinnasta  
**Kiinnittyminen  
suojakerrokseen:** Kohtalainen  
• tarvittaessa voin kirjoittaa tai puhua lisätietoja tähän  
tai tähän jossa lisätieto-otsikko

**Vedeneristeen suojakerros**

**Suojakerroksen tyyppi:** Suojabetoni  
**Suojakerroksen kunto:** Silmämääräisesti ehjä  
**Kiinnittyminen  
vedeneristeeseen:** Heikosti kiinnittynyt



## Vedeneriste

<b>Vedeneristeen tyyppi:</b>	Kumibitumikermi
<b>Paksuus (mm):</b>	10 (5+5)
<b>Kiinnittyminen kansilaattaan:</b>	Heikko
<b>Kerrosten kiinnittyminen toisiinsa:</b>	Täysin irti
<b>Kunto:</b>	Hauras Lasittunut

## Kansilaatta

<b>Kansilaatan yläpinta:</b>	Tasainen Silmämääräisesti ehjä
<b>Näyte 1</b>	Ohuthienäyte + vedeneriste
<b>Pituus (mm):</b>	110
<b>Silmämääräiset havainnot:</b>	Pintaa vasten kohtisuoraa halkeilua • ja tarvittaessa lisätietoja kirjoittaen tai puhuen
<b>Teräksset näytteessä Ø (mm):</b>	32
<b>Teräksen sijainti pinnasta (mm):</b>	15
<b>Havainnot teräksestä:</b>	Ruostetta Kiinnittyminen heikko
<b>Lisätiedot:</b>	ja tarvittaessa lisätietoja kirjoittaen tai puhuen
<b>Näyte 2</b>	Vetonäyte
<b>Pituus (mm):</b>	85
<b>Silmämääräiset havainnot:</b>	Ehjä

Avaus 2

26.03.2022

**Valokuvat**

"kakkukuva"



"reikäkuva"

Avaus 2

26.03.2022



N2.2 eristeen kiinnittyminen kannen yläpintaan ja vaurio



Kannen yläpinta

Avaus 2

26.03.2022



N2.2. murtopinnassa viitteitä AKR:stä



Vaurioitunut eriste



Avaus 2

26.03.2022



Päälysteen ja suojakerroksen kiinnittyminen sekä suojabetonin yläpinnan rapautuminen



Suojabetonin vauriokuva

Avaus 2

26.03.2022



Tähän voisi halutessaan lisätä kuvatekstin. Esim. kuva otettu inventointisuuntaa vastaan

Huom. raporttiin on kerätty kuvia eri silloilta. Kuvilla on tarkoitus esittää asioita, joita täytyy kuvata.

Raporttiin kirjatut vauriot eivät vastaa kuvia!

