

# **Yksityistien sillan uusimisen suunnittelu ja ti- laajan ohjeistus**

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

2025

Joonas Piira

## Tiivistelmä

Tekijä(t)	Julkaisun laji	Valmistumisaika
Joonas Piira	Opinnäytetyö, AMK	2025
	Sivumäärä	
	37	
Työn nimi		
<b>Yksitystien sillan uusimisen suunnittelu ja tilaajan ohjeistus</b>		
Tutkinto ja koulutusala		
Insinööri (AMK), Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka		
Toimeksiantajaorganisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja)		
Silta TSV Oy		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyö tehtiin Silta TSV Oy:lle. Opinnäytetyössä käsiteltiin tavanomaista sillankorjausprosessin kulkua korjaushankkeen tutkimus- ja suunnitteluvaiheessa.</p> <p>Opinnäytetyössä perehdytään siihen, että millaisia tutkimuksia ja edellytyksiä sillankorjaushankkeeseen kuuluu. Työssä käsitellään vesiviranomaisen myöntämiä lupia, tarvittavia maaperä- ja kuntotutkimuksia, yleisiä sekä paikallisia rakennusvaatimuksia sekä sillan tyyppin valintaan vaikuttavia tekijöitä perusteluineen.</p> <p>Teoriaosuuden rinnalle opinnäytetyössä tehtiin viralliset suunnitelmat ja piirustukset Pohjois-Kymenlaaksossa sijaitsevan puusillan korjausta varten. Lisäksi tehtiin erillinen tulostettava opas, joka on tarkoitettu jaettavaksi sillankorjaustyön tilaajalle eritoten silloin, kun kyseessä on yksitystien tiekunnan tilaama korjaushanke. Opas palvelee kokematonta tilaajaa sekä toimii muistilistana esimerkiksi tiekunnan isännöitsijälle. Oppaassa kerrotaan selkeästi mitä eri vaiheita sillankorjaushankkeeseen kuuluu, ja miksi erilaisia tutkimuksia joudutaan tekemään.</p>		
Asiasanat		
Sillankorjaus, teräspankkitilto, siltatutkimukset, sillankorjausprosessi		

## Abstract

Author(s)	Type of Publication	Published
Joonas Piira	Thesis, UAS	2025
	Number of Pages	
	37	
Title of Publication		
<b>Engineering Design of a Private Road Bridge Replacement and Client Guidance</b>		
Degree, Field of Study		
Engineer (UAS), Civil and Construction Engineer		
Organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party)		
Silta TSV Oy		
Abstract		
<p>The thesis was conducted for Silta TSV Oy. The thesis addressed the typical progress of a bridge repair process during the research and planning phases of a repair project.</p> <p>The thesis explores the types of investigations and prerequisites involved in a bridge repair project. It covers permits granted by water authorities, required soil and condition studies, general and local construction requirements, as well as factors influencing the choice of bridge type, along with justifications.</p> <p>In addition to the theoretical section, official plans and drawings were prepared for the repair of a wooden bridge located in Northern Kymenlaakso. A guidebook was also created, intended for distribution to clients commissioning bridge repairs, particularly in cases where the project is ordered by a private road cooperative. The guidebook serves inexperienced clients and acts as a checklist for, for example, the road cooperative's administrator. The guidebook clearly explains the different stages of a bridge repair project and the reasons behind various investigations.</p>		
Keywords		
bridge repair, bridge investigations, steel tube bridge		

## Sisällys

Käsitteet.....	6
1 Johdanto.....	1
2 Sillat ja sillankorjaus Suomessa.....	2
2.1 Siltojen historia.....	2
2.2 Siltojen nykytila.....	3
2.3 Sillankorjaus yleisesti .....	4
2.4 Sillankorjauskohteiden valinta ja priorisointi.....	5
2.5 Yksitysteiden siltojen vauriot.....	7
2.6 Suunnittelukuormat .....	8
3 Sillaston kunnan seuranta.....	10
3.1 Sillantarkastukset .....	10
3.2 Sillantarkastaja.....	11
3.3 Taitorakennerekisteri.....	12
4 Pirttiojan silta .....	13
4.1 Esimerkkisilta .....	13
4.2 Rakennetiedot .....	13
4.3 Siltapaikka.....	14
4.4 Havaitut vauriot rakenteissa .....	14
4.5 Ehdotetut korjaustoimenpiteet .....	16
4.6 Kustannusarvio.....	16
5 Sillan uusimisprosessi.....	17
5.1 Siltatyypin vertailu.....	17
5.2 Siltatyyppin valinta.....	21
5.3 Siltatyyppin valinnan perustelut .....	22
5.4 Viranomaisluvut.....	22
5.5 Mittaukset ja tutkimukset .....	24
5.6 Teräsputkisillan mitoitus .....	26
5.7 Uuden sillan piirustukset ja suunnitelmat .....	30
6 Ohjeistus yksityisten sillankorjauksen tilaajalle.....	32
6.1 Korjausprosessin aloitus.....	32
6.2 Siltatyyppin valintakriteerit tilaajan näkökulmasta .....	32
6.3 Rahoitus .....	35
6.4 Luvat ja hakemukset.....	35
6.5 Tilaajan vastuut .....	36

6.6	Tilaajan opas .....	36
7	Yhteenveto ja pohdinta .....	37
	Lähteet .....	38

Liite 1. Tilaajan ohje

Liite 2. Yleispiirustus, Pirttiojansilta

## **Käsitteet**

### **Eurokoodi**

Eurokoodi on eurooppalainen standardisarja, joka määrittelee rakenteiden suunnittelun periaatteet ja tekniset vaatimukset eri rakennusmateriaaleille.

### **Karbonatisoituminen**

Kemiallinen reaktio, jossa betonin huokosveteen liuennut kalsiumhydroksidi reagoi ilman hiilidioksidin kanssa muodostaen kalsiumkarbonaattia. Tämä prosessi voi alentaa betonin pH:ta ja heikentää raudoituksen korroosiosuojaa.

### **Kloridi**

Kloridi on negatiivisesti varautunut ioni ( $\text{Cl}^-$ ), jota esiintyy esimerkiksi suolassa ja merivedessä. Betonin sisään tunkeutuessaan kloridit voivat aiheuttaa raudoituksen korroosiota ja heikentää rakenteen kestävyyttä.

### **Korroosio**

Korroosio on metallin kemiallinen tai sähkökemiallinen hajoaminen ympäristön vaikutuksesta, kuten hapen, kosteuden tai kloridien ollessa läsnä. Betoniteräksen korroosio voi heikentää rakenteen lujuutta ja johtaa vaurioihin.

### **Kreosootti**

Kreosootti on öljymäinen, tummanruskea tai musta neste, joka muodostuu orgaanisten aineiden kuivatislauksessa, erityisesti kivihillen tai puun tislauksessa. Sitä käytetään yleisesti puunsuoja-aineena, erityisesti ulkokäytössä olevien rakenteiden, kuten ratapölkkyjen ja aitatolppien kyllästämiseen, koska se torjuu tehokkaasti lahottajasieniä ja hyönteisiä.

### **Mastiksi**

Mastiksi on elastinen yleensä bitumi- tai polymeeripohjainen vedeneristysmassa.

### **Yhdistelmägeolujite**

Maanrakennuksessa käytettävä tuote, joka parantaa maapohjan kestävyyttä ja vakautta. Se koostuu useista eri vahvistavista aineista, kuten geoverkoista, geokankaista tai geokuiduista, jotka yhdessä tekevät maaperästä lujempaa ja vähemmän altista painumiselle. Geolujitteiden maaperää lujittavat sekä suodatinkankaiden suodattavat ja maa-aineksia erottelevat ominaisuudet yhdistyvät yhdistelmägeolujitteessa.

## 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan yksityisteiden sillankorjausprosessin tutkimus- ja suunnitteluvaiheita sekä niihin liittyviä keskeisiä tekijöitä. Työn tavoitteena on selvittää, millaisia tutkimuksia ja lupia sillankorjaushankkeissa tarvitaan, sekä määritellä suunnitteluprosessin etenemisen kannalta olennaisia vaatimuksia. Lisäksi työssä syvennyttään sillan tyyppin valintaan vaikuttaviin tekijöihin sekä vesiviranomaisten määräyksiin, paikallisiin rakennusvaatimuksiin ja maaperän erityispiirteisiin.

Opinnäytetyön soveltavassa osuudessa laaditaan viralliset suunnitelmat ja piirustukset Pohjois-Kymenlaaksossa sijaitsevan Pirttiojan puusillan korjaamista varten. Suunnittelun tueksi huomioidaan siltatyyppin valintaan vaikuttavat tekniset ja taloudelliset näkökohdat, kuten sillan kantavuusvaatimukset, korjauksen kustannustehokkuus sekä ympäristöolosuhteet. Näiden lisäksi työssä luodaan erillinen opas yksityisteiden sillankorjaushankkeiden tilaajille, erityisesti yksityistiekunnille. Oppaan tarkoituksena on toimia selkeänä ja käytännönläheisenä ohjeena korjaushankkeen eri vaiheista ja niiden merkityksestä. Se tarjoaa myös hyödyllisen muistilistan erityisesti kokemattomille tilaajille, jotka vastaavat sillan korjauksen tilaamisesta.

Työn toimeksiantajana toimi Silta TSV Oy, joka tarjoaa asiantuntemusta sillankorjauksen ja rakentamisen alalla. Yritys on erikoistunut kehittämään ratkaisuja, jotka vastaavat sekä tekniisiin että hallinnollisiin vaatimuksiin, ja sen asiantuntemusta hyödynnettiin erityisesti sillankorjaukseen liittyvien käytännön ratkaisujen suunnittelussa. (Silta TSV 2020.)

## 2 Sillat ja sillankorjaus Suomessa

### 2.1 Siltojen historia

Kun siltoja korjataan tai uusitaan, on oleellista perehtyä niiden rakennusajankohdan ominaispiirteisiin, kuten käytettyihin tekniikoihin, materiaaleihin ja suunnitteluperiaatteisiin. Tiedon merkitys korostuu erityisesti silloin, jos sillan alkuperäiset piirustukset puuttuvat. Menneiden aikojen rakennustapojen tunteminen antaa suunnittelijalle mahdollisuuden arvioida sillan ominaisuuksia tarkasti ja laatia sille parhaalla tavalla sopivan korjaussuunnitelman.

Suomen vanhimmat yhä käytössä olevat sillat ovat peräisin 1700-luvulta. 1700–1900-lukujen aikana siltojen rakentamisessa suosittiin pääasiassa kiveä (Kuva 1) ja puuta. 1900-luvun alussa suurin osa silloista, noin 70 %, oli tehty puusta. Betonista tuli yleinen materiaalivalinta tiesiltoihin vasta 1900-luvun alkupuolella, kun moottoriajoneuvojen määrä kasvoi maanteilla. Nykyään liikenneviraston rekisterissä on 40 siltaa, jotka on rakennettu ennen 1900-lukua. (Saarela 2004, 399–425; Liikennevirasto 2010.)

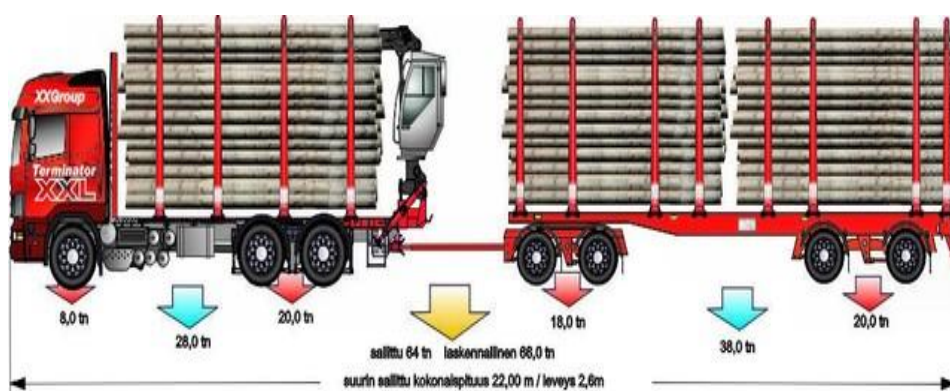


Kuva 1. Vuonna 1897 rakennettu Hakkilan kiviholvisilta (Hagerlund 2018)

Ennen vuotta 1921 tiesiltojen rakentaminen ja kunnossapito kuuluivat pääasiassa paikallisten maanomistajien vastuulle, jotka olivat tienpitovelvollisia omalla alueellaan. Tämä järjestely muuttui merkittävästi vuonna 1921, kun valtion rooli maanteiden hoidossa kasvoi huomattavasti. Muutoksen seurauksena maanteiden kunnossapito ja rakentaminen siirtyivät pääosin valtion tehtäväksi. Samalla valtioneuvosto julkaisi ohjeistuksen: *Teknilliset ohjeet teiden tekemisestä ja kunnossapidosta maalla*. Tämä dokumentti tarjosi yhtenäiset ja selkeät suuntaviivat teiden ja siltojen rakentamiseen sekä niiden kunnossapitoon, mikä oli

tärkeä askel kohti järjestelmällisempää ja tehokkaampaa liikenneinfrastruktuuria. (Saarela 2004, 399–425.)

Suunnittelukuormilla on ollut merkittävä rooli sillanrakennuksessa eri aikakausina, sillä ne ovat määrittäneet, millaisiksi sillat on suunniteltu ja rakennettu. Vuosien varrella siltojen kuormitusvaatimukset ovat vähitellen kasvaneet, lähtien ajasta, jolloin liikenne koostui suurimmillaan hevosten vetämistä vaunuista. Hevosen vetämän yhdistelmän suurimman akselipainon ollessa alle 2000 kg (Suomen ratsut 2024.) Sillan rakenne muuttuu merkittävästi, kun hevosityhdistelmän akselipaino korvataan modernin suuren ajoneuvoyhdistelmän (Kuva 2) 42000 kg akselipainolla. (Tieliikennelaki, 117 §.)



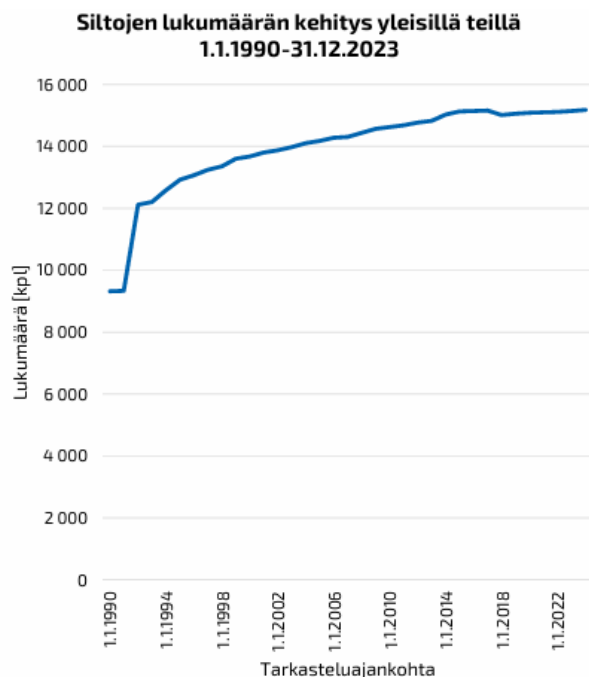
Kuva 2. Moderni raskas ajoneuvoyhdistelmä (Jokela 2014)

## 2.2 Siltojen nykytila

Väyläviraston sekä yksityisten tiekuntien hallinnoimien maantie- ja rautatiesiltojen kunto on viime vuosina heikentynyt. Tämä johtuu pääasiassa kahdesta tekijästä. Ensinnäkin monet 1960- ja 1970-luvuilla rakennetut sillat ovat vanhentuneet ja siirtyneet huonokuntoisten luokkaan samaan aikaan. Toiseksi kunnossapidon kustannukset ovat nousseet merkittävästi, mikä on johtanut siihen, että korjauksia on tehty resurssien puutteen vuoksi vähemmän kuin olisi tarpeen. Vaikka siltojen yleinen kunto on heikentynyt, niiden vaurionsietokyky on edelleen hyvä. Tämä tarkoittaa, että mahdolliset vauriot havaitaan ja korjataan ennen kuin siltojen kunto muuttuu kriittiseksi. Siltojen kuntoa valvotaan tarkasti määriteltyjen prosessien mukaisesti. (Väylävirasto 2023.)

Suomen valtio omistaa yli 15 000 maantiesiltaa, ja määrä on jatkuvassa nousussa (Kuvio 1). Vuonna 2015 näistä siltojen joukosta huonokuntoisiksi luokiteltiin noin 600, mutta vuoteen 2022 mennessä määrä oli noussut lähes 800:aan. Samaan aikaan hyväkuntoisten maantiesiltojen määrä on laskenut huomattavasti. Siltojen laskennallinen korjausvelka on kasvanut ja on tällä hetkellä noin 340 miljoonaa euroa. Mikäli siltojen korjaamisen sijasta

joudutaan tekemään täydellisiä uusimisia, kustannukset nousevat entisestään. (Väylävirasto 2023.)



Kuvio 1. Suomen valtion omistamat sillat (Väylävirasto 2023)

Vaikka huonokuntoisten siltojen määrä on kasvanut, noin 95 prosenttia Suomen maantiesilloista on edelleen joko hyvässä, erittäin hyvässä tai tyydyttävässä kunnossa. Kuitenkin huonokuntoisia siltoja löytyy eri puolilta maata, erityisesti alueilla, joissa tieverkosto on vanhempaa. Vanhempi tieverkko tarkoittaa usein myös vanhempia siltoja, jotka ovat suuremmalla todennäköisyydellä huonossa kunnossa. Siltojen kunnossapitoon ja korjaamiseen kohdistuukin suuria haasteita, mutta samalla niiden turvallisuus ja käyttökelpoisuus ovat edelleen hyvällä tasolla. (Väylävirasto 2023.)

### 2.3 Sillankorjaus yleisesti

ELY-keskus tarkastaa alueidensa siltoja säännöllisesti ja niitä korjataan lähtökohtaisesti huonousjärjestyksessä kunnostusohjelman ohjeistamalla tavalla. Yksityisteiden siltojen tarkastukset ja niiden tarkastusvälit eivät ole yhtä tarkasti säädelty, mutta niitä suositellaan tarkkailemaan samalla tavalla kuin valtion siltoja. Säännöllisiin tarkastuksiin kuuluu sillan kantavuuden tarkkailu säännöllisillä rakenteellisilla tutkimuksilla. Sillan painorajoitteilla varmistetaan sillan kestävyys ja liikenneturvallisuus. Riittävän säännöllisillä tutkimuksilla ja ajoissa tehdyillä korjaustoimenpiteillä pyritään pidentämään siltojen käyttöikää oleellisesti. Oleellisimpana asiana on sillan kantavuuden sekä liikenneturvallisuuden varmistaminen. (ELY-keskus 2023.)

Tarkastustulosten perusteella sillat voidaan jakaa viiteen eri kuntoluokkaan: erittäin hyvä, hyvä, tyydyttävä, huono ja erittäin huono. Tarkastukset painottuvat erityisesti siltojen rakenteelliseen kuntoon sekä niiden käyttöturvallisuuteen. (ELY-keskus 2023.)

Rakenteellisen kunnan arvioinnissa keskitytään siltojen laajoihin korjaustarpeisiin, kuten peruskorjauksiin. Niiden kuntoluokka määrittyy päärakenteiden, esimerkiksi välitukien, päällysrakenteiden ja laakereiden kunnan perusteella. Näiden osien vauriot vaikuttavat merkittävästi sillan toimivuuteen ja käyttöikänsä. Käyttöturvallisuuden osalta päähuomio on tienkäyttäjien turvallisuudessa ja kohdennetuissa korjauksissa, jotka keskittyvät kriittisiin osiin kuten kaiteisiin, reunapalkkeihin ja liikuntasaumoihin. (ELY-keskus 2023.)

Hyväkuntoinen silta on uudenveroinen tai ikääntynyt normaalisti. Tyydyttävässä kunnossa olevalla sillalla saattaa olla jo vaurioita, mutta peruskorjaukseen ei ole vielä kiire. Huonokuntoisella sillalla peruskorjaus on välttämätön, ja erittäin huonossa kunnossa oleva silta voi vaarantaa liikenneturvallisuuden, joten sen korjaaminen on kiireellinen. (ELY-keskus 2023.)

Niukat määrärahat johtavat usein siihen, että korjauksia lykätään, mikä kasvattaa huonokuntoisten siltojen määrää. Korjausten viivästyminen voi nostaa kustannuksia, ja pahimmillaan silta voi joutua rajoitetulle käytölle tai sen uusiminen tulee välttämättömäksi. Korjaukset ovat kuitenkin yleensä taloudellisempaa toteuttaa oikea-aikaisesti. (ELY-keskus 2023.)

Joissakin tapauksissa silta jätetään korjaamatta ja käytetään loppuun. Tämä voi johtua rahoituksen puutteesta, sillan rakenteellisista rajoitteista tai odotuksista suurempien tiehankkeiden toteutumiselle. Vaikka peruskorjaus aiheuttaa yleensä vähemmän haittaa liikenteelle kuin sillan uudelleenrakentaminen, kaikissa tilanteissa se ei ole toteuttamiskelpoinen vaihtoehto. (ELY-keskus 2023.)

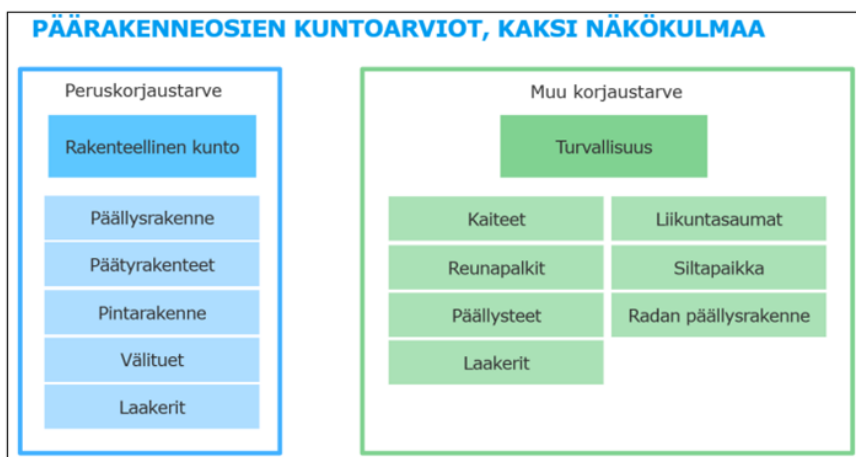
## 2.4 Sillankorjauskohteiden valinta ja priorisointi

### **Valtion sillat**

Sillankorjauskohteet priorisoidaan ja kohteet valitaan Väyläviraston siltojen toimintalinjoihin Väyläviraston ohjeiden perusteiden mukaisesti. Kuviossa 2 väyläviraston ohjeiden mukainen päärakenteiden kuntoarvioiden korjaustarpeiden vertailu. Toimintalinjoissa kerrotaan, miten valtion omaisuutta ja sen elinkaarta hallitaan asiakaslähtöisesti eduskunnan päättämien tavoitteiden ja rahoituksen mukaisesti. (ELY-keskus 2024.)

Vuoden 2024 alussa Suomen siltojen kuntoluokitus uudistettiin siten, että yksittäisen luokitusjärjestelmän sijaan arviointi tehdään kahdesta näkökulmasta: rakenteellisesta kunnosta ja turvallisuudesta. Tämä mahdollistaa tarkemmat ja oikea-aikaisemmat

korjaustoimenpiteet. Rakenteellinen kunto keskittyy suurempiin korjaustarpeisiin, kuten peruskorjauksiin, ja arviointi perustuu rakenteellisesti tärkeiden osien käyttöikänsä ja kantavuuteen. Turvallisuuskulmassa painotetaan liikenne- ja käyttöturvallisuutta sekä niiden kannalta keskeisten osien, kuten kaiteiden ja laakereiden, kuntoa. Näiden pohjalta korjaukset voidaan kohdistaa entistä tarkemmin. (ELY-keskus 2024.)



Kuvio 2. Päärakenneosien kuntoarvioiden kaksi näkökulmaa (ELY-keskus 2024)

### Yksityisteiden sillat

Yksityisteiden siltojen tarkastusvelvollisuus ei ole yhtä tiukasti säädelty kuin valtion omistamien siltojen. Valtion silloille tehdään säännöllisesti yleistarkastuksia ja perusteellisia erikoistarkastuksia, koska ne kuuluvat julkisen liikenteen infrastruktuuriin ja ovat tiukemmin valvottuja. Yksityisteiden siltojen tarkastukset ja korjaukset sen sijaan perustuvat pääosin yksityistielain (560/2018) pykälien 20§ ja 21§ velvoitteisiin sekä tiekunnan päätöksiin. Lain mukaan silta on tarkastettava riittävän usein, mutta tarkkaa aikaväliä ei ole määritelty. Tie-kunnan kannattaa kuitenkin ottaa mallia valtion silloille asetetuista tarkastusväleistä. Suositus on tarkastaa sillat vähintään 5 vuoden välein, erityisesti jos ne ovat merkittävässä käytössä tai jos sillan kunto antaa siihen aiheita (Traficom 2024).

Viime vuosina yksityisteiden perusparannuksiin on panostettu enemmän, mutta saavutettu parannustaso on vielä kaukana asetetuista tavoitteista. Myös julkisessa rahoituksessa on viime aikoina korostettu siltojen uusimista ja korjaamista, sillä erityisesti maaseudulla toimivien elinkeinojen harjoittajat tarvitsevat teiltä sellaisen kantavuuden, joka vastaa nykyajan ajoneuvojen painovaatimuksia. (Tieyhdistys 2023.)

Julkisen avustuksen myöntämisen päätarkoituksena on varmistaa, että maaseudun pientieverkosto palvelee asukkaiden ja yrittäjien liikkumis- ja kuljetustarpeita. Lisäksi huoltovarmuuden sekä raaka-aineiden ja elintarvikkeiden saatavuus ovat entistä tärkeämpiä

yhteiskunnassa. Yksityisteillä on myös kasvava rooli yleisen liikenteen reittiverkostona. (Tieyhdistys 2023.)

Yksityistiekuntien rakentamat sillat kuuluvat yleisimmin pienimpään siltaluokkaan. Sillat jaotellaan jännemittojen summien perusteella ryhmiin seuraavasti:

- pieni silta, alle 20 metriä.
- keskisuuri silta, 20–60 metriä.
- suuri silta, yli 60 metriä.

Näissä silloissa käytetään yleensä Väyläviraston hyväksymiä tyyppirakenteita, kuten liima-puupalkki-, teräspalkki- tai teräsbetoni-laattasiltoja. Yksi yleisimmin esiintyvistä siltatyypeistä yksityisteillä on teräsputkisilta, joiden uusimistarve usein havaitaan korroosion seurauksena. (Tieyhdistys 2023.)

## 2.5 Yksityisteiden siltojen vauriot

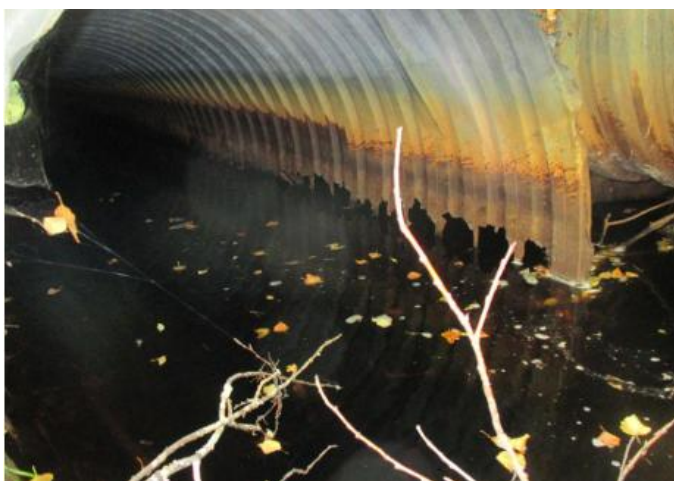
Yleisimmät yksityistiesiltojen vauriot liittyvät puuosien lahovaurioihin, betonirakenteiden halkeiluun ja rapautumiseen sekä teräsrakenteiden korroosioon (Sillantarkastuskäsikirja 2020, 29). Myös perustusten painumat, liikuntasauvojen rikkoutuminen ja reunapalkkien vauriot ovat tavallisia ongelmia erityisesti vanhemmissa silloissa. Vauriot syntyvät usein huomattomasti ja voivat edetä pitkälle ennen kuin ne havaitaan, mikä tekee ennakoivasta kunnossapidosta erityisen haastavaa. Koska yksityisteillä ei yleensä välttämättä suoriteta säännöllisiä tarkastuksia ammattimaisesti, jää vaurioiden toteaminen usein satunnaiseksi, jolloin sillan käyttörajoituksia tai korjaustoimia joudutaan tekemään kiireellisesti. Kuvissa 3–5 esitetään tyyppisiä yksityisteiden silloilla esiintyviä vaurioita:



Kuva 3. Lahovaurioitunut puusilta (Heikkinen 2023)



Kuva 4. Betonisen perustuksen halkeama (Heikkinen 2023)



Kuva 5. Korroosiovaurioitunut teräsputkisilta (Heikkinen 2023)

## 2.6 Suunnittelukuormat

Siltojen suunnittelussa ja mitoituksessa käytetään eurokoodia vastaavia kuormakaavioita. Eurokoodien kehitystyö aloitettiin 1990-luvulla, mutta niiden käyttöönotto Suomessa tapahtui pääasiassa vasta 2000-luvulla. Vuonna 2010 siltojen kuormitus- ja suunnitteluperusteet saivat nykyisen eurokoodimuotonsa. (Saarela S. 2004, 399–425.)

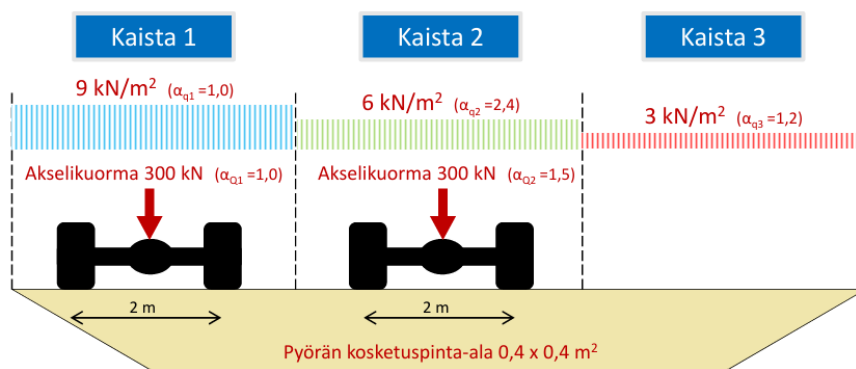
Eurokoodin soveltamisohjeen NCCI 1 mukaan pystykuormitusten osalta ajoneuvoliikenteelle tarkoitetuilla teillä sovelletaan LM1–LM4-kuormakaavioita. Näiden kaavioiden mukaan silta jaetaan poikittaissuunnassa 3,0 metrin levyisiin kuormakaistoihin. Jos sillan hyödyllinen leveys on 5,4–6 metriä, kannelle sijoitetaan kaksi yhtä leveää kuormakaistaa. Jos leveys on alle 5,4 metriä, käytetään yhtä 3 metrin levyistä kuormakaistaa. Kuormakaavio määrittää lisäksi kertoimet ( $\alpha$ ) kuormitusten ominaisarvoille (Taulukko 1). Kuormakaistojen lukumäärä ja niiden sijoittelu määritellään niin, että saadaan aikaan määräävin

kuormitusvaikutus eri voimasuureille, kuten normaalivoimalle, leikkausvoimalle ja taivutusmomentille. (Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet-NCCI 1 2017, 10.)

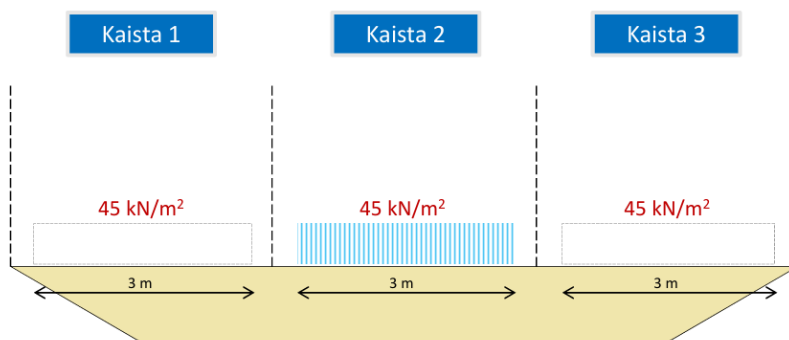
Sijainti	Yleiset tied			
	Telikuorma		UDL	
	$\alpha_{qi}$	$2 \times \alpha_{qi} \times Q_{ik}$ (kN)	$\alpha_{qi}$	$\alpha_{qi} \times q_{ik}/q_{rik}$ (kN/m <sup>2</sup> )
Kaista nro 1	1,0	2×300	1,0	9
Kaista nro 2	1,5	2×300	2,4	6
Kaista nro 3	0	-	1,2	3
Muut kaistat	-	-	1,2	3
Kaistojen ulkopuolinen alue ( $q_{rk}$ )	-	-	1,2	3

Taulukko 1. Kuormakaavion LM1 kuormien ominaisarvot ja  $\alpha$ -kertoimet (Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet-NCCI 1 2017, 9.)

Valtion avustamilla yksityisteillä määrätään käytettäväksi NCCI 1 soveltamisohjetta valtion omistamien siltojen tapaan. Keskeisimpänä erona yksityistien ja valtion omistaman sillan välillä on soveltamisohjeen mukaan se, että valtion omistamassa sillassa sovelletaan kuormakaavioita LM1 (Kuva 6) sekä LM3 (Kuva 7), kun taas valtion avustamilla yksityisteillä sovelletaan ainoastaan kuormakaaviota LM1. (Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet-NCCI 1 2017, 11.)



Kuva 6. Kuormakaavio LM1 (Puuinfo 2020,46)



Kuva 7. Kuormakaavio LM3 (Puuinfo 2020,47)

### 3 Sillaston kunnan seuranta

#### 3.1 Sillantarkastukset

Tieosaston hallinnoimien siltojen kuntoa tarkkaillaan yleisesti viiden vuoden välein suoritettavilla tarkastuksilla. Tarkastusväli voi kuitenkin vaihdella kolmesta kymmeneen vuoteen riippuen sillan iästä, sen kunnosta sekä havaittujen vaurioiden määrästä ja laadusta. (Taitorakenteiden tarkastusohje 2013, 50–51.)

Tarkastuksessa taitorakennerekisteriin kirjataan seuraavaksi mainitut asiat:

- Sillan nimi ja rekisterinumero
- Sijainti (esim. tie- ja paikkatiedot)
- Rakennusvuosi ja mahdolliset peruskorjausvuodet
- Sillan omistaja ja ylläpitäjä
- Tarkastuksen päivämäärä
- Tarkastuksen tyyppi (esim. yleis-, erikois- tai kuntotarkastus)
- Sillan rakenteet ja materiaalit
- Havaitut vauriot ja niiden vakavuusaste
- Korjaustarpeet ja kiireellisyysluokitus
- Sallitut akseli- ja kokonaispainot
- Mahdolliset painorajoitukset
- Kuvia vaurioista ja kriittisistä kohdista
- Tarvittavat huoltotoimenpiteet ja aikataulut
- Seuraavan tarkastuksen ajankohtasuositus

Lopuksi tehdään yleisarvio sillan kunnosta. Yleisarvion perusteella hallinnoiva viranomaisen tekee mahdolliset ratkaisut korjaustarpeen osalta. (Sillantarkastuskäsikirja 2020.)

#### **Vuositarkastus (VT)**

Sillan vuositarkastus suoritetaan vuosittain silmävaraisesti tarkastellen. Tarkastuksen tavoitteena on arvioida sillan kuntoa, turvallisuutta ja toiminnallisuutta sekä havaita mahdolliset vauriot tai huoltotoimenpiteiden tarpeet varhaisessa vaiheessa. Vuositarkastus on keskeinen osa sillan kunnossapitoa, ja sen avulla voidaan ennaltaehkäistä laajempia rakenteellisia ongelmia sekä varmistaa sillan turvallinen käyttö. Tarkastuksessa pyritään havaitsemaan mahdolliset rakenteelliset vauriot, kuten halkeamat, lohkeamat tai korroosiovauriot, jotka ovat syntyneet tarkastusjakson aikana. Vuositarkastuksen perusteella tehdään tarvittavat toimenpide-ehdotukset, kuten huolto- tai korjaustoimenpiteet. Mikäli havaitaan

merkittäviä vaurioita, voidaan suositella laajempaa tarkastusta tai rakenteellisia tutkimuksia sillan kunnan arvioimiseksi tarkemmin. (Taitorakenteiden tarkastusohje 2013, 70.)

### **Yleistarkastus (YT)**

Yleistarkastuksen pääasiallinen tarkoitus on arvioida silmämääräisesti sillan yleinen kunto ja tunnistaa mahdolliset jatkotoimenpiteet, kuten tarvittavat korjaukset tai lisätarkastukset. Yleistarkastus suoritetaan sillalle keskimäärin 5 vuoden välein. Näiden toimenpiteiden kiireellisyys ja laajuus määritellään vaurioluokituksen ja korjaustarpeen perusteella.

Tarkastuksessa pyritään havaitsemaan mahdolliset rakenteelliset vauriot, kuten halkeamat, lohkeamat tai korroosiovauriot, jotka ovat syntyneet tarkastusjakson aikana. Vesisiltöjen tapauksessa saatetaan tehdä myös sukellustarkastus, jotta vedenalaiset rakenteet voidaan tarkastaa perusteellisesti. Tarkastuksessa kirjataan tarvittaessa sillan perustiedot, kuten liikennemäärät, suunnittelukuormat, mahdolliset painorajoitukset sekä vauriot. Lisäksi tehdään yleisarvio sillan kunnosta. (Taitorakenteiden tarkastusohje 2013, 54–63.)

### **Erikoistarkastus (ET)**

Liikenneviraston ohjeen (Taitorakenteiden tarkastusohje 2013, 50) mukaan, jos sillassa havaitaan merkittäviä vaurioita, jotka vaativat lisäselvitystä, sille voidaan tehdä erikoistarkastus tai ottaa käyttöön tehostettu tarkkailu.

Erikoistarkastuksissa käytetään silmämääräisten havaintojen lisäksi tarkempia aineita rikovia menetelmiä, kuten näytepalojen analysointia laboratoriossa. Näin voidaan selvittää esimerkiksi betonin karbonatisoituminen, kloridien tunkeutumissyvyys ja raudoituksen korroosion aste. Erikoistarkastus antaa kattavan kuvan sillan vaurioista ja toimii lähtökohtana korjaussuunnittelulle. Se voidaan myös kohdentaa tiettyihin sillan rakenneosioihin, jos tarve vaatii. (Taitorakenteiden tarkastusohje 2013, 70.)

## **3.2 Sillantarkastaja**

Siltojen tarkastukset suorittaa sillantarkastaja, jolla on tehtävään vaadittu pätevyys Väylävirastolta (Väylävirasto 2023). Sillantarkastajan pätevyys myönnetään henkilölle, joka on suorittanut hyväksytysti taitorakenteiden tarkastajakurssin ja täyttää muut asetetut pätevyysvaatimukset. Tarkastustoiminnan tavoitteena on varmistaa, että taitorakenteiden tarkastukset ovat koko maassa yhtenäisiä ja puolueettomia. (Taitorakenteiden tarkastusohje 2013, 47–48.)

Tarkastajaksi pätevöitymisen edellytyksenä on myös taitorakennerekisterin peruskurssin suorittaminen. Tämä kurssi antaa tarvittavat valmiudet tarkastustietojen asianmukaiseen tallentamiseen rekisteriin. (Taitorakenteiden tarkastusohje 2013, 47–48.)

### 3.3 Taitorakennerekisteri

Taitorakennerekisteri toimii kattavana tietovarastona, joka sisältää yleisten teiden, kaupunkien ja joidenkin yksityisteiden siltojen perustiedot, asiakirjat, kuvat ja tarkastustoiminnan tuloksena kertyneet tutkimustiedot. Taitorakennerekisteri korvasi aiemmin käytössä olleen siltarekisterin vuonna 2017 (Väylävirasto 2023). Sen avulla kerätään ja säilytetään tietoa siltojen kunnosta ja taustatiedoista. Rekisterin tietojen oikeellisuudesta ja päivittämisestä vastaa teoriassa paikallinen ELY-keskus. Käytäntö on kuitenkin osoittanut, että pätevöitetty sillantarkastajat usein päivittävät ja täydentävät tietoja yleis- ja erikoistarkastusraporttien laatimisen yhteydessä.

Sillantarkastajille rekisteri on keskeinen työkalu ajantasaisen tiedon etsimiseen siltojen kunnosta. Pääsy rekisteriin on rajoitettu niille, jotka ovat suorittaneet taitorakennerekisterin käytön peruskurssin. Tällaisia kursseja järjestetään pääasiassa Väyläviraston, ELY-keskusten ja kuntien infrastruktuurialan työntekijöille sekä infra-alan konsulttitoimistojen edustajille. (Väylävirasto 2023.)

Rekisterin avulla voidaan seurata siltojen kuntoa reaaliaikaisesti. Tämä mahdollistaa budjetoinnin kohdentamisen tarkasti niihin siltoihin, jotka vaativat kiireellisiä korjaustoimia. Taitorakennerekisteri tarjoaa arvokasta tietoa siltojen ylläpidosta ja auttaa priorisoimaan korjaustöitä kustannustehokkaasti.

## 4 Pirttiojan silta

### 4.1 Esimerkkisilta

Esimerkkinä puusillan korjaussuunnitteluun tässä opinnäytetyössä käytettiin Pirttiojan puusiltaa (Kuva 8). Kyseessä on yksityisen tiekunnan tilaama korjaushanke.

Yleistarkastusraportista selvisi viimeisimmät tiedot sillan nykytilasta. Yleistarkastus on suoritettu vuonna 2023 Silta TSV:n päätarkastajan Simo Siippolan toimesta.



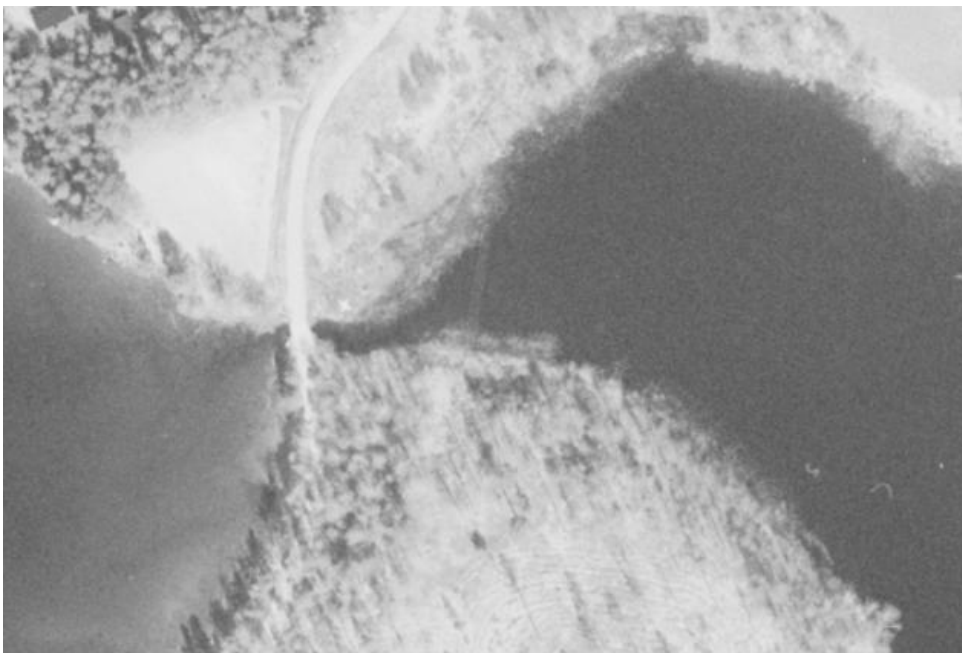
Kuva 8. Pirttiojan puusilta

### 4.2 Rakennetiedot

Yksitystien tilaaman yleistarkastuksen perusteella tehdyn raportin mukaan silta on tyypiltään 1-aukkoinen puukantinen puupalkkisilta. Raportissa kerrotaan sillan dimensioista ja painorajoituksesta seuraavaa:

- Jännemitta on noin 2,15 m.
- Vapaa-aukko on noin 1,95 m.
- Sillan hyödyllinen leveys on noin 5 m.
- Kokonaispituus on noin 3 m.
- Sillalle on asetettu 8 tonnin painorajoitus ajoneuvoille.

Sillan tarkka alkuperäinen rakennusvuosi ei ole selvillä, mutta tutkiessa siltapaikan ilmakuvia (Kuva 9) eri aikakausilta arvio nykyisen sillan rakentamisen ajankohdasta ajoittuu vuosien 1994–1999 välille (Paikkatietoikkuna 2025).



Kuva 9. Ilmakuva siltapaikasta (Maanmittauslaitos 1999.)

### 4.3 Siltapaikka

Pirttiojan silta sijaitsee Kouvolan kaupungin Jaalassa Siikaniemessä. Silta ylittää kapean Pirttiojan salmen, joka yhdistää Niskajärven ja Iso-Lempiän. Siltapaikka on Ritaniementiellä, joka kulkee Niskajärven itärannalla ja Siikaniemen länsireunalla. Ritaniementie on yksityistiekunnan hallinnoima yksityistie.

Siltapaikan tie on yksityisteille tyypillinen kapeahko alle 6 metriä leveä hiekkatie. Tien penkat ovat pääasiassa luiskattu ojiin, jotka laskevat Pirttijokeen.

### 4.4 Havaitut vauriot rakenteissa

Yleistarkastusten tarkastusraportin mukaan Pirttiojan sillassa havaittiin useita merkittäviä vaurioita, jotka heikentävät sen kantavuutta ja rakenteellista turvallisuutta.

#### **Alusrakenteet**

Vedessä olevat puupaalut (Kuva 10) ja tukiseinien tukipaalut ovat vakavasti lahonneet. Pohjoispään tukimuuri (Kuva 11) on kallistunut ja koko sillan rakenne on siirtynyt noin 100 mm.

Tukipaalujen ja niskapuiden lahoaminen on edennyt vakavaan vaiheeseen, mikä aiheuttaa painumia ja rakenteiden heikkenemistä.



Kuva 10. Puupaalut



Kuva 11. Pohjoispään tukimuri

### **Päälysrakenteet**

Pääpalkit ovat paikoin erittäin vakavasti lahonneet. Kairausnäytteet osoittivat, että osa palkkien sisäosista on lähes kokonaan tuhoutunut.

Tämä lisää merkittävästi riskiä, että rakenteet pettävät äkillisesti kuorman alla. Kansilankuissa ja kulutuslankuissa havaittiin pintalahoa ja pieniä vaurioita.

### **Kaiteet ja pengercaiteet**

Puisissa kaiteissa (Kuva 12) on lahovaurioita, ja pengercaiteet ovat paikoin täysin lahonneet ja käyttökeltottomat. Lisäksi pengercaiteet ovat liian lyhyet eivätkä täytä nykyisiä Väyläviraston tiekaiteiden suunnitteluohjeen (2022, 29–33) mukaisia turvallisuusvaatimuksia.



Kuva 12. Puiset kaiteet

### **Siltapaikan tie**

Pirttiojan sillan kohdalla tie on kapea ja poikkileikkaukseltaan epäsymmetrinen, mikä viittaa siihen, että alkuperäinen penger ei ole säilynyt tasalaatuisena tai on mahdollisesti painunut ajan saatossa. Tien pinta on epätasainen, ja havaittavissa on pientä painaamaa erityisesti sillan molemmin puolin, mikä saattaa viitata liikennekuormien aiheuttamaan tiivistymiseen tai routavaurioihin.

#### **4.5 Ehdotetut korjaustoimenpiteet**

Raportin perusteella Pirttiojan sillan nykyisen rakenteen peruskorjaaminen ei ole enää tarkoituksenmukaista vaurioiden laajuuden ja rakenteellisen heikkouden vuoksi. Sillan kunto- luokitukseksi määritettiin erittäin huono. Ehdotettuna korjaustoimenpiteenä on sillan uusiminen kokonaisuudessaan.

Uusi silta ehdotetaan rakennettavaksi teräksisenä putkisiltana, mikä mahdollistaisi kantavuuden nostamisen nykyisten suunnitteluohjeiden ja tieliikenneasetusten mukaiselle tasolle. Ennen rakentamista on laadittava tarkka suunnitelma ja selvitettävä mahdollinen vesiluvan tarve.

#### **4.6 Kustannusarvio**

Uusimisen kustannusten arvioidaan raportin mukaan olevan noin 100 000–150 000 euroa (alv 0 %). Lopulliset kustannukset tarkentuvat suunnittelun ja pohjatutkimusten yhteydessä.

Sillan uusimista pidetään kiireellisenä ja välttämättömänä toimenpiteenä sen varmistamiseksi, että liikenneturvallisuus ja kantavuus voidaan taata pitkällä aikavälillä. Ennen uuden sillan toteuttamista voidaan harkita väliaikaisia ylläpitokorjauksia, esimerkiksi kaiteiden vaurioiden korjaamista mahdollisiin törmäystilanteisiin varautumiseksi.

## 5 Sillan uusimisprosessi

### 5.1 Siltatyypin vertailu

#### **Puurakenteinen silta**

Puurakenteiset sillat ovat alttiita kosteuden, homeen ja lahoamisen vaikutuksille. (Puusillan laajennetun yleistarkastuksen ohje 2017, 4). Tuholaisten aiheuttamia vahinkoja puurakenteisissa silloissa ei ole raportoitu.

Puun lahoaminen alkaa usein puun sisäosista, mikä tekee sen havaitsemisesta vaikeaa pelkän silmämääräisen tarkastelun perusteella. Vaikka puu saattaa näyttää ulkoisesti täysin terveeltä ja ehjältä, sen sisäosissa voi olla jo alkuvaiheessa lahoa, joka ei ole vielä ulospäin näkyvässä. Tämä tekee varhaisessa vaiheessa tapahtuvan lahoamisen havaitsemisesta erityisen haastavaa ja korostaa säännöllisten ja tarkempien tutkimusmenetelmien, kuten sisäisten tarkastusten tai erikoismittausten, tärkeyttä puun rakenteiden kunnossapidossa ja vahvistamisessa. (Puusillan laajennetun yleistarkastuksen ohje 2017, 4.)

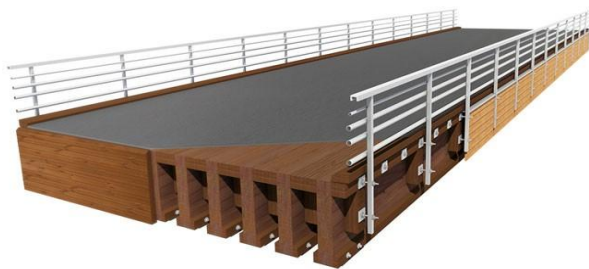
Merkittävin ongelma puusilloissa nykypäivänä on vasta viimeisen 10 vuoden sisällä havaitut lahottajasienet, istukka- ja katkokääpä. Lahoaminen tapahtuu istukkakäävän vaikutuksesta verrattain nopeasti, nopeimmillaan alle 6 vuodessa. Nykyaikaiset siltojen kyllästeaineet eivät kykene torjumaan istukkakääpää puurakenteista. Aikaisemmin silloissa käytetyt kyllästeaineet kykenivät torjumaan istukkakäävän, mutta vuosien 2004–2007 aikana siltakyllästeissä luovuttiin kromin ja arseenin käytöstä niiden myrkylliseksi luokiteltavuuden vuoksi. Kromi ja arseeni korvattiin kuparilla, jolle istukkakääpä on immuuni. Lisäksi kreosootin käyttö siltakyllästeenä kiellettiin lopullisesti vuonna 2023 jonka jälkeen vaihtoehtoista ympäristöehdot ja suojaustarpeet täyttävää kyllästettä ei ole saatavilla. (Väylävirasto 2019.)

Puu on uusiutuva luonnonmateriaali, jonka hiilijalanjälki on selvästi pienin kaikista tarkastelluista vaihtoehtoista, noin 0,01–0,05 kg CO<sub>2</sub>e/kg. Puu sitoo kasvaessaan hiiltä, mikä tekee siitä erityisen ilmastoystävällisen rakennusmateriaalin. (Puuinfo 2020.)

Kuitenkin puurakenteisten siltojen käyttöikä on lyhyt, usein vain 20–30 vuotta ja nykyiset kyllästeet eivät tarjoa riittävää suojaa lahoamista vastaan. Tämä tarkoittaa, että silta joudutaan uusimaan useammin, jolloin kokonaishiilijalanjälki pitkällä aikavälillä kasvaa. Lisäksi kyllästeaineet voivat aiheuttaa haitallisia ympäristövaikutuksia, kuten kuparipitoisia valumia.

Uusi puusilta olisi painonsa puolesta sopiva ratkaisu, sillä perustusten kantavuuden parantamiselle ei olisi tarvetta. Sopiva vaihtoehto tähän kohteeseen olisi ollut esimerkiksi Versowoodin valmistama tyyppihyväksytty ajoneuvoliikenteelle suunniteltu palkkisilta (Kuva 13). Versowoodin palkkisillan rakentamisen edellytyksenä on, että sillan hyötyleveys on

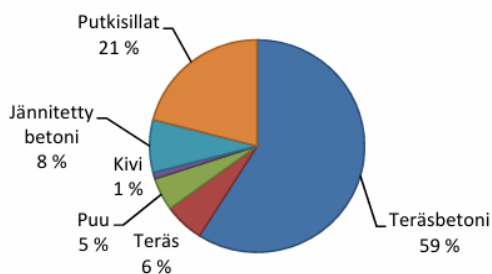
vähintään 4m ja pituus vähintään 6m (Versowood 2025). Puusillan eduista huolimatta, havaittujen lahoamisongelmien ja nykyisten kyllästysaineiden rajoitteiden vuoksi puusillan korvaaminen uudella puusillalla ei välttämättä takaa sillalle pitkäaikaista käyttöikä ja turvallisuutta. Tämänhetkinen puusiltojen toimittajien ratkaisu on suojata silta erilaisilla vedeneristeillä kuten mastiksilla ja betoni tai asfalttipäällysteillä. Nämä ratkaisut kuitenkin vaativat toimiakseen täydellisen kuivaketjun rakentamisen aikana sekä täysin pettämättömän suo-  
jauksen mekaanista kulutusta vastaan.



Kuva 13. Versowoodin puupalkkisilta (Versowood 2025)

### Teräsbetonirakenteinen silta

Teräsbetonirakenteinen silta (Kuvio 3) on yleisin siltatyyppi Suomessa (Liikennevirasto 2022), kuviossa 3 on nähtävillä miten teräsbetonisiltojen määrä vertautuu muihin siltatyyppeihin. Betoni on erinomainen rakennusmateriaali siltoihin sen kestävyden ja pitkäikäisyyden ansiosta. Lisäksi sitä voidaan korjata suhteellisen helposti. Kierrätettävyydessä on kuitenkin vielä haasteita, sillä Suomessa betonin uudelleenkäyttö rajoittuu tällä hetkellä pääasiassa betonimurskeen hyödyntämiseen. Mikäli mursketta ei voida käyttää purkupaikan läheisyydessä esimerkiksi tienrakennuksessa, sen kuljettaminen kauemmas lisää merkittävästi päästöjä. (Betoni 2025.)



Kuvio 3. Tiesiltojen päärakennusmateriaalijakaumat lukumäärän suhteen 1.1.2013 (Liikennevirasto 2013.)

Betonisilta (Kuva 14) on kuitenkin verrattain raskas esimerkiksi puusiltaan verrattuna. Teräsbetoni painaa yleensä noin 2500 kg/m<sup>3</sup> (LKAB Minerals 2015), kyllästetty puu painaa kuivuttuaan noin 700 kg/m<sup>3</sup> (Puuinfo 2020). Jos nykyinen puusilta korvattaisi betonirakenteisella sillalla, voidaan jo pelkästään materiaalien ominaispainoja vertaamalla todeta nykyisen sillan kaltaisten perustusten ja pohjaolosuhteiden olevan riittämättömät kantavuu- tensa puolesta.

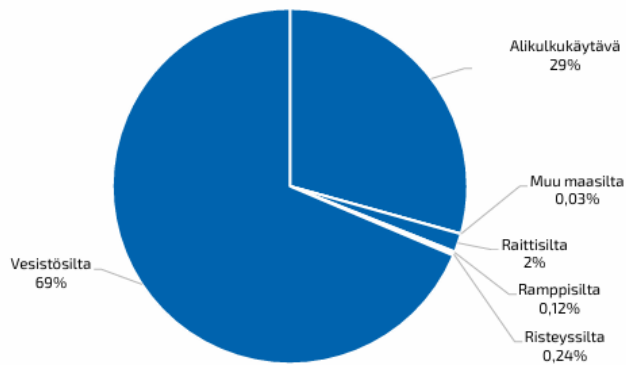
Tiehallinnon julkaiseman siltojen kustannuslaskelman (Sillan kustannusarvio 2018) mukaan uusien perustusten suunnittelu ja rakentaminen lisäisi sillan uusimisen kustannuksia sekä rakennusprosessiin käytettävää aikaa.



Kuva 14. Torasjoen teräsbetonirakenteinen silta

### **Teräsputkisilta**

Teräsputkisillat (Kuva 15) ovat aallotetuista teräslevyistä valmistettuja rakenteita, joita käytetään yleisimmin vesistösiltoina ja alikulkukäytävinä (Kuvio 4). Niitä on saatavilla eri muotoisina, kuten pyöreinä, matalarakenteisina, elliptisinä ja teräsholvisiltoina. Muodon valintaan vaikuttavat muun muassa kuormitusvaatimukset, hydraulinen mitoitus ja pohjaolosuhteet. (Teräsputkisillat 2008, 9–11.)



Kuvio 4. Putkisiltojen lukumäärä käyttötarkoituksittain (Väyläviraston sillat 2023)



Kuva 15. Teräsputkisilta (Rakennusfakta 2025.)

Näiden siltojen merkittävin etu on niiden taloudellisuus. Ne ovat usein kustannustehokkaampia kuin perinteiset betonisillat, sillä materiaalikustannukset ovat pienemmät ja rakentaminen nopeampaa. Kevyen rakenteensa ansiosta ne on myös helppo kuljettaa ja asentaa. (Sillan kustannusarvio 2018.)

Teräsputkisillan suunniteltu käyttöikä on lähtökohtaisesti 50 vuotta, mutta se voi olla myös 100 vuotta rautatierakenteissa, kunhan huollosta ja korroosiosuojauksesta huolehditaan asianmukaisesti. Ympäristön kannalta ne ovat hyvä vaihtoehto, sillä niiden pintakäsittelyt tehdään hallituissa olosuhteissa, ja materiaalien kuluminen on hidasta, mikä vähentää ympäristöhaittoja. (Teräsputkisillat 2014, 11.)

Maaperän kantavuus voi aiheuttaa ongelmia, sillä matalarakenteisissa putkissa alanurkan kohdalle syntyy suuria rasituksia, mikä vaatii huolellista perustamista alustäyttöjen osalta. Painuma ja muodonmuutokset voivat myös muodostua ongelmaksi ajan myötä, erityisesti silloin, jos pohjarakenteet eivät ole riittävän vakaita. (Teräsputkisillat 2014, 15–17.)

## 5.2 Siltatyypin valinta

Siltatyypin valinta perustuu aina monikriteeriseen tarkasteluun, jossa teknisten vaatimusten, geoteknisten lähtötietojen, elinkaarikustannusten ja rakennettavuuden yhteisvaikutus muodostaa ratkaisun perustan. Pirttiojan sillan uusimisen yhteydessä harkittavina vaihtoehtoina olivat puurakenteinen silta, teräsbetoninen palkkisilta ja aallotetusta teräksestä valmistettu putkisilta.

Rakennuskustannusvertailu on suoritettu Silta TSV:n arkistosta etsityiden erityyppisten siltöjen urakkatarjousten perusteella. Arkisto tai sen sisältämät kustannustiedot eivät ole saatavilla julkiseen jakoon. Vertailun tueksi tehtiin taulukko (Taulukko 2) johon kirjattiin kunkin vaihtoehtona olleen siltatyypin tyypillisiä ominaisuuksia.

	Ominaisuus	Puusilta	Betonisilta	Teräsputkisilta
1	Kestävyys ja käyttöikä	Voi vaatia uusimisen muutamassa vuodessa	Pitkäikäinen ja kestävä	Vähintään 50 vuotta, pidennettävissä kunnossapidolla
2	Kosteudenkesto	Heikko – alttius lahottajasiemille ja kosteudelle	Hyvä – ei altistu lahottajasiemille	Hyvä – ei altistu lahottajasiemille
3	Rakentamisen haasteet	Ei suuria perustustarpeita, mutta vaatii säännöllistä huoltoa	Raskas rakenne vaatii vahvat perustukset, mikä voi lisätä rakentamisaikaa	Kevyt rakenne vähentää perustustarpeita
4	Rakentamiskustannukset	Kohtuulliset, mutta lyhyt käyttöikä lisää elinkaarikustannuksia	Korkeat rakentamiskustannukset	Maltilliset verrattuna betonisiltoihin
5	Ympäristövaikutukset	Puusilta on biohajoava, mutta kyllästysaineet voivat aiheuttaa ympäristöhaittoja	Rajoitettu kierrätettävyys, kuljetus voi lisätä ympäristökuormitusta	Hyvä kierrätettävyys, vähäiset ympäristövaikutukset
6	Asennusnopeus	Nopea asentaa	Hidas toteuttaa, vaatii merkittäviä pohjatöitä	Nopea asentaa

Taulukko 2. Siltatyypien vertailu

Tässä tapauksessa sillan uusimiseksi valittiin jo yleistarkastusraportissakin ehdotettu teräsputkisilta, sillä se tarjosi tähän kohteeseen parhaan yhdistelmän taloudellisuutta, kestävyyttä ja nopeaa asennettavuutta. Sen kevyt rakenne mahdollisti olemassa olevien perustusolosuhteiden osittaisen hyödyntämisen, ja pitkä käyttöikä varmisti, ettei uutta siltaa tarvitse uusia lähivuosisikymmeninä.

### 5.3 Siltatyypin valinnan perustelut

Pohjatutkimusten mukaan siltapaikan maaperä on kantavaa moreenia, mutta sillan nykyinen rakenne on perustettu kevyesti, eikä alusrakenteita ole suunniteltu kantamaan raskaita massoja. Tämän vuoksi raskasrakenteiset vaihtoehdot, kuten teräsbetoninen silta, olisivat edellyttäneet mittavia pohjavahvistuksia tai paalutuksia. Teräsputkisilta tarjoaa kevyempänä ratkaisuna mahdollisuuden hyödyntää olemassa olevia rakennekerroksia ja rakentaa ilman merkittäviä pohjarakennemuutoksia, mikä alentaa kustannuksia ja lyhentää rakennusaikaa.

Puurakenteisten siltojen kunnossapito on muuttunut haasteelliseksi uusien ympäristömääräysten seurauksena, jotka rajoittavat tehokkaiden kyllästeaineiden käyttöä. Nykyiset kylästysmenetelmät eivät tarjoa riittävää suojaa lahottajasieniltä, mikä heikentää rakenteen käyttöikä ja kasvattaa kunnossapitotarvetta. Teräsputkisiltojen käyttöikä on suunnitellusti 50 vuotta, ja lisäsuojaustoimenpiteillä (kuten epoksinnoite) käyttöikä voidaan pidentää jopa 100 vuoteen. Tämä vähentää elinkaarikustannuksia merkittävästi.

Teräsputkisillat toimitetaan tehdasvalmisteisina elementteinä, joiden asentaminen on selvästi nopeampaa kuin perinteisten palkkisiltojen tai massiivisten valurakenteiden rakentaminen työmaalla. Tämä nopeuttaa hankkeen läpivientiä, vähentää liikenteen katkoksia ja alentaa työmaan aikaisia riskejä. Puurakenteisiin liittyvä käsityövaltaisuus lisää työmaan aikaisia kustannuksia ja altistaa aikataulun säääriippuvuudelle.

Siltatyypin valinnassa arvioitiin myös tekniset ja taloudelliset riskit, kuten maaperän painumat, vedenalaiset rakentamisolosuhteet, sekä rakenteen pitkäaikainen kestävyys. Teräsputkisillan kevyempi rakenne ja vähemmän kriittiset perustusrakenteet mahdollistavat riskien hallinnan paremmin kuin painavammat siltatyypiratkaisut. Lisäksi täysin tehdasvalmisteinen rakenne vähentää työmaan aikaisia laatueroja.

Yhteenvetona voidaan todeta, että teräsputkisilta edustaa tässä kohteessa teknisesti perusteltua, taloudellisesti tehokasta ja ympäristöolosuhteisiin soveltuvaa ratkaisua. Siltatyypin valintaan vaikutti erityisesti sen keveys, nopea asennettavuus, pitkä käyttöikä sekä selkeä yhteensopivuus kohteen geoteknisten ja hydraulisten olosuhteiden kanssa.

### 5.4 Viranomaisluvut

Pirttiojan sillan uusiminen vaati tiettyjä viranomaislupia uusimisprosessin suunnitteluvaiheessa. Lupaprosessi aloitettiin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, sillä lupaprosessin aikana saadut viranomaislausunnot ohjaavat tulevan sillan suunnittelua isoilta osin. Koska silta sijaitsee vesistön yläpuolella ja sen uusiminen vaikutti sekä vesialueeseen että

yksityistien liikennejärjestelyihin, hankkeen suunnitteluvaiheessa oli varmistettava eri lupien tarpeellisuus ja haettava asianmukaiset luvat eri viranomaisilta.

### **Vesistöluvat**

Hankkeesta tehtiin lausuntopyyntö Kaakkois-Suomen ELY-keskukselle, joka käsitteli asian vesilain (27.5.2011/587) puitteissa. Lausuntopyyntöä esitettiin uuden sillan tyyppi (teräsputkisilta) sekä sillan uusimisen vaikutukset vesistöön, kuten mahdollinen työnaikainen veden samentuminen ja rannan muotoilu uuden sillan perustusten osalta.

Vesilain (27.5.2011/587) 3 luvun 3 §:n mukaan uuden sillan rakentaminen yleisen kulkuväylän yli on luvanvarainen vesitaloushanke, mutta ELY-keskuksen periaatteena on ollut, että lupaa ei vaadita, mikäli kyse on vanhan sillan uusimisesta eikä hankkeella ole haitallisia vaikutuksia vesistöön. Tässä tapauksessa ELY-keskus lausui, että vesilupaa ei tarvita, koska uusi teräsputkisilta ei heikennä vesialueen käyttömahdollisuuksia eikä aiheuta vesilain (27.5.2011/587) 3 luvun 2 §:ssä mainittuja haitallisia vaikutuksia, kuten veden vaihtuvuuden heikkenemistä tai kulkuväylän kaventumista. ELY-keskuksen lausunnon mukaan vanhan sillan voi korvata teräsputkisillalla, mikäli putki ei kavenna nykyisen kulkuaukon leveyttä tai alikulkukorkeutta. Tällöin kulku- tai vedenvaihtumismahdollisuudet eivät heikkene.

### **Rakennuslupa**

Rakennuslupa vaaditaan uuden sillan rakentamiseen kaava-alueella. Kaava-alueen ulkopuolella se vaaditaan, mikäli uusi silta muuttaa nykyisiä rakenteita tai siltapaikan maisemaa merkittävästi. Tämä perustuu Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 125 §:ään, jonka mukaan rakennuslupa tarvitaan rakennuksen rakentamiseen tai laajamittaiseen korjaamiseen.

Hankkeen rakennuslupa haetaan Pirttiojan sillan tapauksessa tarvittaessa Kouvolan kaupungin rakennusvalvonnasta prosessin edetessä. Rakennuslupahakemukseen liitetään sillan rakennesuunnitelmat, geotekniset tutkimukset sekä ELY-keskuksen lausunto.

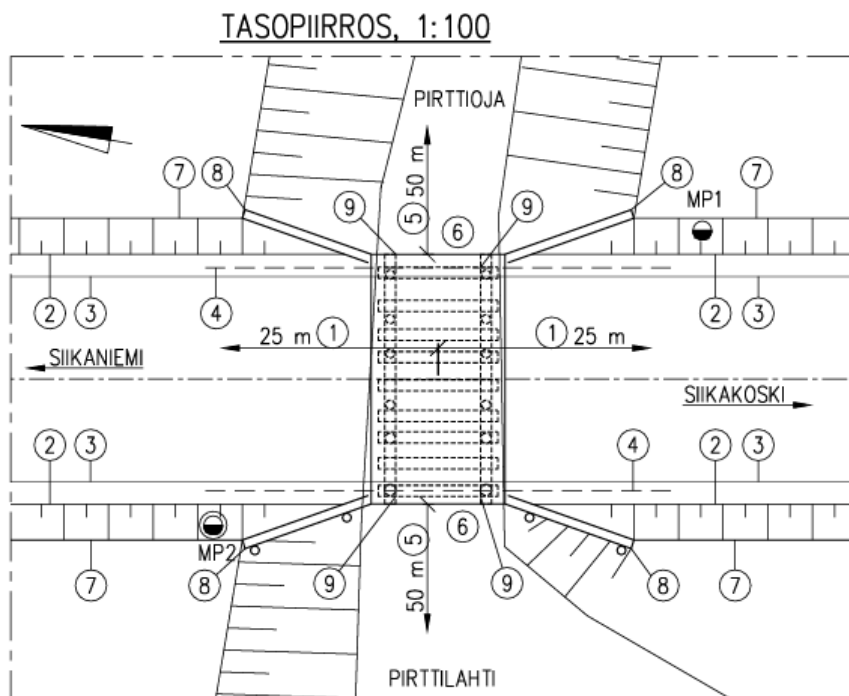
### **Liikennejärjestelyilmoitus**

Yksityistien siltahankkeen liikennejärjestelyistä on ilmoitettava tiekunnalle sekä pelastusviranomaisille, mikäli hanke vaikuttaa tienkäyttöön. Tieyhdistys ohjeistaa, että liikenteelle aiheutuvista muutoksista on tiedotettava tienkäyttäjiä ja tarvittaessa haettava tilapäisiä liikennejärjestelylupia ELY-keskukselta ja kunnallisilta viranomaisilta. (Tieyhdistys 2023).

Ilmoituksessa esitetään hankkeen sijainti ja aikataulu, vaikutukset liikenteeseen, suunnitellut liikennejärjestelyt, kuten kiertotiet, liikennevalot tai varoitusmerkit, sekä yhteystiedot vastuhenkilölle. (Tieyhdistys 2023).

## 5.5 Mittaukset ja tutkimukset

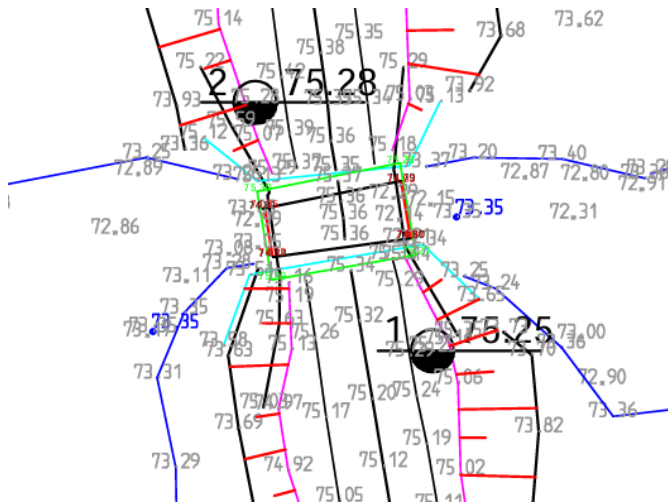
Sillankorjaushankkeen tutkimusvaiheessa suoritettiin maastomallin mittaus, hydrologisia ja geoteknisiä tutkimuksia sillan rakenteiden ja perustusten kunnon arvioimiseksi. Tutkimusvaiheen ohjeistuksena mittahenkilöille, näytteenottajille ja kairaajille toimi Silta TSV:n laatima Pirttiojan sillan mittaus- ja tutkimusohjelma (Kuva 16). Mittaus- ja tutkimusohjelmassa esitettiin sen hetkisen siltapaikan pisteet ja alueet, joiden korko haluttiin selvittää uuden sillan suunnittelua varten. Lisäksi ohjelmassa esitettiin pisteet maakairauksille sekä siltapaikalta vaaditut vesi- ja maanäytteet.



Kuva 16. Pirttiojan sillan mittaus- ja tutkimusohjelman tasopiirros

### Maastomallin mittaukset

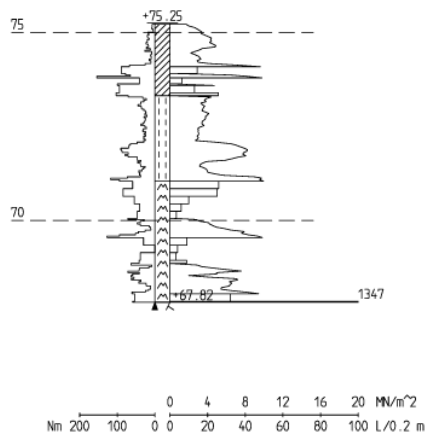
Ramboll Finland Oy suoritti siltapaikan maastomallin mittaukset, joissa kartoitettiin sillan rakenteelliset tasoerot sekä mahdolliset painumat ja kallistumat. Rambollin toimittaman kartoituskartan (Kuva 17) perusteella vanhan sillan rakenteissa havaittiin merkittäviä muodonmuutoksia. Ympäröivä maasto ja sen muodot eivät herättäneet ylimääräistä huomiota.



Kuva 17. Pirttiojan sillan kartoituskartta

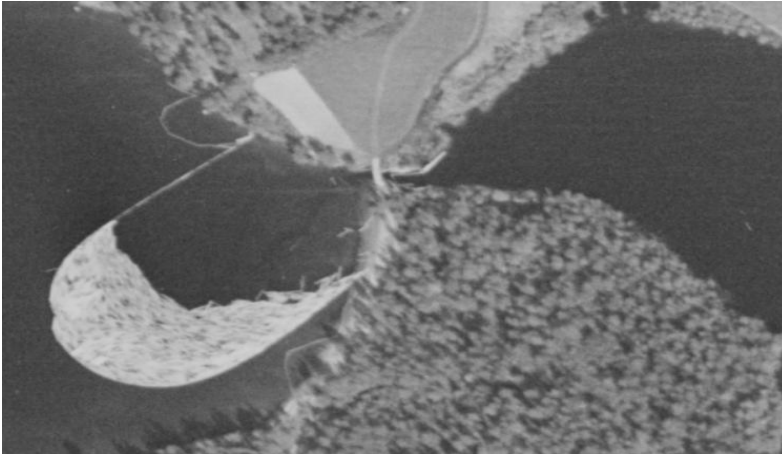
### Kairaututkimukset

Lisäksi Ramboll Finland Oy suoritti alueella maakairauksia maalajien määrittämiseksi. Kairaukset tehtiin sillan molemmin puolin puristin-heijarikairauksella, ja niiden tarkoituksena oli selvittää maaperän kantavuus sekä mahdolliset perustusten uusimiseen tai vahvistamiseen vaikuttavat tekijät. Kairausdiagrammien (Kuva 18) perusteella maaperä todettiin hyvin kantavaksi. Moreenikerros saavutettiin noin 3 metriä tienpinnan alapuolelta.



Kuva 18. Kairausdiagrammi mittauspiste 1.

Kairauksella saadut maanäytteet analysoitiin maalaboratoriossa. Maanäytteiden analyysissä oli havaittu vahva orgaaninen haju noin 4 metrin syvyydessä. Hajun lähde analysoitiin, ja se viittasi todennäköisesti vanhoihin orgaanisiin aineksiin, jotka ovat hajonneet vuosikymmenten aikana. Tarkempien selvitysten perusteella arvioitiin, että kyseinen ilmiö liittyi todennäköisimmin alueella 1960–1990-luvuilla harjoitettuun tukinuittoon, jonka seurauksena vesistöön ja sen ympäristöön kertyi huomattavia määriä puuperäistä jätettä, kuten kaarnaa, puunkuorta ja hienojakoista hakkuutähdettä. Siltapaikan ilmakuva (Kuva 19) vuodelta 1961 todensi, että Pirttiojan läpi on uitettu tukkeja viime vuosisadalla.



Kuva 19. Pirttioja ilmakuva (Maanmittauslaitos 1961)

Saatujen näytteiden perusteella voitiin arvioida sillan perustusten sopeutumista eri siltavaihtoehtoihin sekä suunnitella tarvittavat pohjarakennustoimenpiteet.

## 5.6 Teräsputkisillan mitoitus

Teräsputkisillan mitoitus ja muodon valinta perustui Liikenneviraston teräsputkisiltojen suunnitteluohjeeseen (Teräsputkisillat 2014). Suunnitteluohjeessa määritellään rakenteelliset ja käyttöikään liittyvät mitoitusvaatimukset aallotetuille teräsputkirakenteille.

### **Peitesyvyys**

Peitesyvyydeksi määritettiin vähintään 600 mm tien pinnasta putken laelle, mikä täyttää Liikenneviraston asettaman tiesillan 500 mm vähimmäispeitesyvyyden (Teräsputkisillat 2014, 20).

Peitesyvyys haluttiin pitää mahdollisimman pienenä, sillä uuden sillan tasauksen liittäminen nykyisen tien tasaukseen vaatii vähemmän maatyttöä korkoeron pysyessä vähäisenä. Ylimääräinen maatyttö lisäisi hankkeen materiaali- ja työkustannuksia. Putken ympärystäyttö koostuu tiivistetystä murskeesta, jonka tehtävänä on jakaa kuormitukset tasaisesti rakenteelle.

### **Korroosiosuojaus**

Teräsputkisillan käyttöikä määritettiin olevan vähintään 50 vuotta, mikä vastaa Väyläviraston ylläpitämien siltojen toimintalinjoja. Suunnitellun käyttöiän varmistamiseksi on putki pinnoitettava olosuhdeluokituksen määräämällä tavalla. Putken eri osat jaotellaan käyttöolosuhteidensa perusteella olosuhdeluokkiin 1–4. Nämä olosuhdeluokat tulee aina esittää suunnitelmassa. Olosuhdeluokituksiin vaikuttavat putken läpi virtaavan veden pH-arvo sekä virtausnopeus. (Teräsputkisillat 2014, 48–49).

Putken läpi virtaavan veden pH-arvo oli mitattu siltapaikalla vuonna 2023 tehdyssä yleistar-  
kastuksessa. Jos pH-arvo on mitattu viimeisen 5 vuoden sisään sitä voidaan hyödyntää  
edelleen uuden teräsputkisillan suunnittelussa (Teräsputkisillat 2014, 34).

Mitoitusvirtausnopeus määritetään kahden vuoden ajanjakson aikana uomassa esiintyneen  
keskimääräisen virtausnopeuden perusteella. Tämä nopeus,  $v_{hw}$  [m/s], vastaa joko ylive-  
den tai ylivirtaaman aikana mitattua keskimääräistä virtausnopeutta. (Teräsputkisillat 2014,  
49).

Suunnitteluohjeen (Teräsputkisillat 2014,49) mukaan teräsputken sisäpuolen alaosa (0,5 m  
vedenpinnan yläpuolelle) kuuluu olosuhdeluokkaan 3 mikäli seuraavat ehdot täyttyvät:

- Veden pH on suurempi kuin 4.
- Virtaus on lievästi hankaava ja uoman pohja hiekkapohjainen.
- Mitoitusvirtausnopeus on  $<1,5$  m/s sekä  $<1,2 + \ln(h_h \omega) / 4$  (1), missä  $h_h \omega$  on veden-  
syvyys [m].

Sijoittamalla kaavaan (1) siltapaikalla mitattu vedensyvyys (0,85 m) saatiin virtausnopeuden  
toiseksi mitoittavaksi raja-arvoksi 1,195 m/s. Mitattu virtausnopeus, virtauksen tyyppi sekä  
veden pH-arvo täyttävät olosuhdeluokan 3 ehdot, jolloin se määritettiin määrääväksi olo-  
suhdeluokaksi.

Vastaavasti teräsputken sisäpuolen yläosan (alaosan määritelmästä ylöspäin) todetaan  
kuuluvan olosuhdeluokkaan 1. Mikäli ylittävää tietä ei suolata, teräsputken ulkopuoli kuuluu  
myös olosuhdeluokkaan 1. (Teräsputkisillat 2014, 49)

Kierresaumatun teräsputkisillan suojaamisessa korroosiota vastaan käytetään jatkuvatoi-  
mista kuumasinkitystä, joka täyttää standardin SFS-EN 10346 *Jatkuvatoimisella kuu-  
maupotusmenetelmällä pinnoitetut ohutlevyteräkset* vaatimukset. Tämä pinnoitusmene-  
telmä muodostaa teräksen pintaan yhtenäisen ja kestäväns sinkkikerroksen, joka suojaa put-  
kea ympäristön vaikutuksilta. Mikäli sinkityksen paksuutta on tarvetta kasvattaa yli 60  $\mu\text{m}$ :iin  
(Kuumasinkitys Z1000 tai Z1200), pinnoitetaan se monilevyrakenteille tarkoitetun SFS-EN  
ISO 1461 *Valurauta- ja teräskappaleiden kuumasinkkipinnoitteet* mukaan. Standardeissa  
(Taulukko 4) määritellään pinnoitteen massa molempien puolien yhteenlaskettuna arvona.

Sinkitys	Massa [g/m <sup>2</sup> ] (molemmat puolet yhteensä)		Paksuus [µm]	
	Kolmen kokeen keskiarvo	Yhden kokeen arvo	Molempien puolien keskiarvo	Yhden mittausalueen vähimmäisarvo
Kuumasinkitys Z600	600	510	42	32
Kuumasinkitys Z840	840	714	60	46
Kuumasinkitys Z1000	1000	850	70	53
Kuumasinkitys Z1200	1200	1020	85	65

Taulukko 4. Pinnoitteen massan määrittely (Teräsputkisillat 2014, 18)

Käyttöikämitoituksessa sinkkikerroksen syöpmisnopeus otetaan huomioon olosuhdeluokan mukaan. Esimerkiksi olosuhdeluokassa 1 sinkkikerroksen kulumisnopeus on noin 2 µm vuodessa (Taulukko 5). Näiden tietojen perusteella voidaan laskea sinkkipinnoitteen keskiarvo ( $T_2$ ) kaavalla (2).

$$T_2 = \frac{\text{Sinkkikerroksen paksuus}}{\text{Syöpmisnopeus}} \quad (2)$$

	Olosuhdeluokka			
	1	2	3	4
Materiaali	1	2	3	4
Levyypaksuus	30	45	75	120
Sinkitys	2	3	5	8
Epoksipiki- tai epoksitervamaali	4	6	10	15
Hartsimodifioitu epoksimaali	3	5	8	12
Muu polymeeri-pinnoite	2,5	3,5	6	9,5

Taulukko 5. Kulumis- ja syöpmisnopeudet eri käyttöluokissa (Teräsputkisillat 2014, 51)

Tässä tapauksessa 50 vuoden käyttöikää vaadittaessa olosuhdeluokassa 3 vaaditun sinkityksen paksuudeksi saatiin kaavan (2) ja taulukon (4) mukaisesti 250 µm, joka ylitti taulukossa (3) esitettyjen pinnoitteiden paksuuksien keskiarvot (suurimmillaan 85 µm) moninkertaisesti.

Mikäli haluttua käyttöikää ei saavuteta pelkällä sinkityksellä, voidaan käyttää lisäsuojausmenetelmiä, jotka valitaan sillan olosuhdeluokan mukaan. Lisäsuojauksen tarkoituksena on sinkityksen tavoin tarkoitus suojata putken teräspintaa korroosiolta ja mekaaniselta kulutukselta. Olosuhdeluokissa 1–3 kolme voidaan käyttää hartsimodifioitua epoksimaalia, epoksi-polyuretaanimaalia tai muuta polymeeripinnoitetta. Vaativimmassa olosuhdeluokassa 4 suositeltavia lisäsuojausmenetelmiä ovat hartsimodifioitu epoksimaali, epoksinpinnoitus tai

vähintään 250 µm paksuinen polymeeripinnoite. Pinnoitteiden kerrospaksuudet valitaan pinnoitevalmistajien tuote- ja käyttöselosteitten ohjeistuksen sekä olosuhdeluokkakohtaisen kulumis- ja syöpyminenopeuden (Taulukko 5) mukaan. (Teräsputkisillat 2014, 51–52)

Pirttiojan sillan tapauksessa mekaanista kulutusta voi olla lievästi hankaava virtaus johtuen teräsputken läpi virtaavan veden mukana kulkeutuvasta hiekasta. Lisäksi mahdollinen veneliikenne voi aiheuttaa mekaanista rasitusta teräsputken sisäseinämille. Tässä tapauksessa lisäsuojausmenetelmäksi valittiin hartsimodifioitu epoksimaali 120 mikrometrin kerrospaksuudella kauttaaltaan putken sisäpintoihin. Pinnoitteen valintaan vaikutti putkisillan olosuhdeluokitukset, suunniteltu käyttöikä sekä arvio mekaanisesta rasituksesta.

### **Rakenteen kantavuus ja materiaalit**

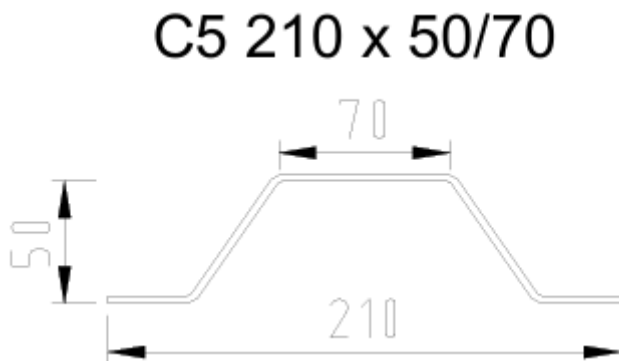
Teräsputkisillan kantavuus määräytyy sen rakenteellisen mitoituksen, materiaalin lujuusominaisuuksien ja ympäristäytön kantokyvyn perusteella. Kantavuuden laskennassa on huomioitava liikennekuormat, maanpainet sekä vesivoimat, jotka vaikuttavat putken rakenteeseen. Liikenneviraston ohjeen mukaan teräsputkisillan mitoituksessa tulee käyttää eurokoodien mukaisia kuormituskaavioita ja osavarmuuskerroinmenetelmää kuormien yhdistelyssä (Teräsputkisillat 2014, 31–32).

Teräsputkisilta valmistetaan aallotetusta teräksestä, joka täyttää standardin SFS-EN 10346 *Jatkuvatoimisella kuumaupotusmenetelmällä pinnoitetut ohutlevyteräkset* vaatimukset. Levyn aallotusprofiili vaikuttaa kantavuuteen, ja mitoituksessa käytetään tyyppihyväksytyjä poikkileikkauksia, jotka on suunniteltu kestämiään dynaamisia ja staattisia kuormituksia. Putken levypaksuus valitaan sillan jännevälin, suunnitellun liikennekuorman ja ympäristöolosuhteiden mukaan.

Tyypillisesti teräsputkisillan rakenteellinen mitoitus tehdään putkitoimittajan toimesta, näin toimittiin myös Pirttiojan sillan tapauksessa. Toimittaja laati mitoituslaskelmat perustuen tilaajan antamiin lähtötietoihin, kuten liikennekuormitukseen, peitesyvyyteen, uoman hydrologisiin ominaisuuksiin sekä maaperän kantavuuteen (Teräsputkisillat 2014, 17–19). Teräsputken mitoitus tehdään tyypillisesti elementtilaskentaan eli FEM-laskentaan perustuvilla ohjelmistoilla, joilla simuloidaan rakenteen käyttäytymistä kuormitustilanteissa. Simulaation avulla varmistetaan, että putki kestää sekä pysty- että vaakakuormat ilman liiallisia muodonmuutoksia. Mitoitus sisältää myös väsymislujuuden tarkastelun, erityisesti silloin, kun putki altistuu dynaamisille liikennekuormille (Teräsputkisillat 2014, 29).

Teräsputken levypaksuudeksi on valittu 3 mm, mikä täyttää Liikenneviraston suunnitteluohjeessa esitetyt vaatimukset halkaisijaltaan 3000 mm putkille (Teräsputkisillat 2014, 35).

Teräsputken profiiliksi on valittu C5 (Kuva 20.), jonka aallotuskorkeus on 50 mm ja aalloitusväli 210 mm.



Kuva 20. C5-profiili Teräsputkisillat 2014, 74

### Perustaminen

Teräsputkisillan perustaminen tehdään ensisijaisesti tiivistetylle murskepohjalle, joka jakaa rakenteelle kohdistuvat kuormitukset tasaisesti ja ehkäisee painumia. Pohjatutkimusten perusteella sillan tukialueella ei havaittu merkittäviä pehmeikköjä tai painumaongelmia, minkä vuoksi perustus voidaan toteuttaa murskepohjalla ilman lisävahvistuksia. Alusrakenteen kantavuuden parantamiseksi pohjalle levitetään vähintään 500 mm:n paksuinen tiivistetty murskearina, joka toimii suodattavana ja kantavana kerroksena. (Teräsputkisillat 2014, 20.)

Tässä siltakohteessa geosuunnittelija määritteli murskearinassa käytettäväksi raekooltaan 0...35 mm sekä 0...55 mm mursketta. Sillan ympärystäytöt määriteltiin tehtäväksi 0...63 mm kalliomurskeella.

Asennusvaiheessa on varmistettava, että putki asettuu oikeaan asentoon ilman vääntymiä tai muodonmuutoksia. Ympärystäytön tiivistys suoritetaan kerroksittain, jotta kuormitus jakautuu tasaisesti ja painumat pysyvät hallinnassa (Teräsputkisillat 2014, 23).

### 5.7 Uuden sillan piirustukset ja suunnitelmat

Sillan uusimista varten tehdyt piirustukset ja suunnitelmat tehtiin Autocad-yleissuunnitteluohjelmalla. Piirustukset toteutettiin yhtenä yleispiirustuksena (Liite 1), joka sisälsi sivu- ja poikkileikkauspiirustuksen 1:50 mittakaavassa sekä tasokuvan 1:100 mittakaavassa. Piirustusten ja suunnitelmien lähtötietoina toimivat Ramboll Oy:n suorittamat siltapaikan mitaukset sekä vuonna 2023 Silta TSV Oy:n laatima yleistarkastusraportti.

Yleispiirustuksessa esitettiin sillan päämitat, kuten teräsputken halkaisija (3,0 m), peitesyvyys (600–763 mm) sekä murskearinan paksuus (vähintään 500 mm). Suunnitelmassa esitettiin myös sillan ympärystäytö, joka toteutetaan murskeella (0...63 mm) sekä

yhdistelmägeolujitteella. Vesistön kannalta merkittävänä yksityiskohtana piirustuksessa esitettiin uoman muotoilu niin, että se tukee luonnollista virtausta ja eroosion hallintaa.

Piirustukseen määritettiin myös sillan kaideratkaisut, jotka noudattavat Väyläviraston turvallisuusvaatimuksia (Tiekaiteiden suunnittelu 2013) ja tyyppiin piirustuksia (Matalan sillankaitteen korotus 1995; Tiekaide, yleispiirustus ja osat 2010). Sillan kohdalle suunniteltiin N2-luokan korotettu tiekaide, jossa on tiivistetty tolppajako (2 m). Lisäksi pengerkaiteet mitoitettiin yhteensä 104 metrin matkalle.

Yleispiirustuksen laatimisessa otettiin huomioon sillan liittäminen nykyiseen tieverkkoon. Uusi tasaus liittyy olemassa olevaan tiehen noin 20 metrin matkalla sillan keskeltä, mikä minimoi tien rakenteelliset muutokset.

Toteutusta varten yleispiirustukseen laadittiin tekstimuotoiset työohjeet, joissa huomioitiin Liikenneviraston ohjeet teräspuutkisirtojen toteutuksesta (Teräspuutkisirrat 2014) sekä Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset (Infra-RYL osat 1–3).

## 6 Ohjeistus yksityistien sillankorjauksen tilaajalle

### 6.1 Korjausprosessin aloitus

Siltahanke alkaa nykyisen sillan kunnan arvioinnilla ja tarvittavien toimenpiteiden määrittelyllä. Ensimmäinen askel on sillan kuntotarkastus, jonka perusteella tiekunta voi päättää, tarvitaanko sillalle kevyitä korjaustoimenpiteitä, peruskorjausta vai kokonaan uuden sillan rakentamista. Pätevöitynyt sillantarkastaja kirjaa ehdotetut korjaustoimenpiteet kuntotarkastusraporttiin.

Sillan kuntotutkimuksen voi tehdä tiekunnan nimeämä asiantuntija tai joissain tapauksissa siltarakenteisiin perehtynyt urakoitsija. Tutkimuksessa tarkastellaan muun muassa sillan kantavuutta, rakenteiden vaurioita ja materiaalien kuntoa. Traficom suosittelee, että yksityisten siltojen tarkastus tehdään vähintään viiden vuoden välein, erityisesti silloin, kun silta on tärkeä osa liikenneverkkoa tai sen rakenteissa on havaittu heikkenemistä (Traficom 2014).

Kun sillan kunto on selvitetty, tiekunnan tulee tehdä päätös korjaushankkeen käynnistämisestä tiekunnan kokouksessa. Päätöksenteon pohjaksi laaditaan yleissuunnitelma, joka sisältää alustavan kustannusarvion, mahdolliset rahoitusvaihtoehdot ja tarvittavat luvat. Periaatepäätös hankkeeseen ryhtymisestä voidaan tehdä jo kunnollisen yleistarkastuksen pohjalta. (Tiehallinto 2023.)

Sillankorjaus- tai uusimishankkeen onnistunut toteutus edellyttää ammattitaitoista suunnittelua, jonka vuoksi on suositeltavaa käyttää siltoihin erikoistunutta insinööritoimistoa. Insinööritoimiston tehtävänä on laatia siltahankkeelle tarvittavat tekniset suunnitelmat, rakenneanalyysit, kustannusarviot sekä viranomaislupiin tarvittavat asiakirjat. Joissakin tapauksissa kaikki sillankorjaushankkeen toteuttamiseen tarvittavat palvelut voidaan saada samasta insinööritoimistosta, mikä voi helpottaa hankkeen hallintaa ja nopeuttaa prosessia. Esimerkiksi insinööritoimisto, jonka päätoimialaan kuuluvat siltojen tarkastukset, korjaus- ja rakennussuunnittelu, rakennuttaminen sekä valvonta.

### 6.2 Siltatyyppin valintakriteerit tilaajan näkökulmasta

Siltatyyppin valinta on yksityistien sillan uusimishankkeen keskeisimpiä ratkaisuja, ja sen vaikutukset ulottuvat pitkälle tulevaisuuteen. Vaikka tekniset näkökohdat kuten kuormituskestävyys, perustamisolosuhteet ja virtausvaatimukset ohjaavat suunnittelutyötä, tilaajan näkökulmasta valintaan vaikuttavat ensisijaisesti kustannukset, käyttöikä, huollon tarve ja hankkeen toteuttamisen helppous. Tilaajan kannalta on suositeltavaa hankkia tuekseen kokenut siltasuunnitteluun perehtynyt asiantuntija tai konsultti, joka osaa esittää eri

vaihtoehdot teknisesti, taloudellisesti ja käytännön toteutuksen kannalta vertailukelpoisella tavalla. Eri siltatyyppejä voidaan vertailla esimerkiksi erilaisten taulukoiden (Taulukko 6) avulla kokonaisuuden hahmottamiseksi. Taulukossa 3 esitetyt luvut ovat ohjeellisia ja ovat peräisin pienehkön yksityistien puusillan uusimiskustannuksista ja oletetusta elinkaaresta.

Siltatyyppi	Investointi (€)	Vuosikust. (€)	Elinkaari (v)	Analyysi
Puu	120 000	3 600	25	Edullinen, lyhytikäinen
Teräsbetoni	220 000	1 875	80	Kestävä, kallis alussa
Teräsputki	150 000	1 429	70	Hyvä kokonaisratkaisu

Taulukko 6. Eri siltatyyppien kustannus- ja elinkaarivertailu

### Alkuinvestointi

Alkuinvestointi on sillan rakentamispäätöksen näkyvin ja tilinpidollisesti merkittävin yksittäinen kuluerä. Se koostuu muun muassa suunnittelu- ja lupakustannuksista, maarakennustöistä, materiaalihankinnoista sekä itse asennustyöstä. Alkuinvestointi määrittää paitsi rakennushankkeen budjetin, myös tilaajan taloudellisen sitoutumisen hankkeen toteuttamiseen.

Tilaajan näkökulmasta alkuinvestoinnin kohtuullisuus voi olla ratkaiseva tekijä siltatyyppin valinnassa, mikä voi johtaa lyhytikäisemmän tai teknisesti heikomman vaihtoehdon suosimiseen. Tämä korostaa tarvetta tarkastella investointia laajemmassa yhteydessä: ei pelkästään kulueränä, vaan osana pidempää kokonaiskustannusten kehitystä. Esimerkiksi puurakenteinen silta voi olla houkutteleva valinta, jos tarkastelu keskittyy pelkästään alkuinvestointiin, mutta lyhyempi käyttöikä ja suurempi huollon tarve saattavat kasvattaa sen kokonaishintaa elinkaaren aikana huomattavasti enemmän kuin pidempään kestävä, mutta alussa kalliimpi vaihtoehto.

Investointipäätöksen oikea-aikaisuus on myös keskeinen tekijä kustannusten hallinnassa. Mikäli sillan uusiminen viivästyy niin, että käyttövarmuus heikkenee tai painorajoituksia joudutaan asettamaan, voi siitä seurata lisäkustannuksia muulle tienpidolle ja liikenteelle. Tällöin alkuinvestoinnin lykkääminen ei ainoastaan lisää pitkän aikavälin kustannuksia, vaan voi myös vaarantaa tieyhteyden käytettävyyden ja alueen saavutettavuuden. Rakenteellisesti ja taloudellisesti oikea-aikainen investointi on siten paitsi tekninen ratkaisu myös riskienhallintatoimenpide.

### Elinkaarikustannukset

Sillan rakentamispäätöksessä investointikustannus on usein tilaajan ensimmäinen ja näkyvin arviointiperuste, mutta todellinen taloudellinen vaikutus muodostuu vasta rakenteen

koko elinkaaren ajalta. Elinkaarikustannusten käsite perustuu ajatukseen, että jokainen tekninen ratkaisu tulee arvioida sen koko käyttöiän aikaisilla kustannuksilla, jotka sisältävät rakentamisen lisäksi myös kunnossapidon, huollon ja mahdolliset uusimiset. Lyhytnäköinen valinta voi johtaa tilanteeseen, jossa alhaisempi alkuinvestointi muuttuu ajan mittaan kokonaiskustannuksiltaan kalliimmaksi vaihtoehdoksi. Esimerkiksi puurakenteisen sillan uusiutumistarve kahdesti 50 vuoden aikajänteellä aiheuttaa yhteensä suuremman taloudellisen kuorman kuin kalliimpi, mutta pitkäikäisempi ratkaisu. Tilaajan kannalta on keskeistä ymmärtää, että investointipäätös ei koske vain yksittäistä hanketta, vaan kymmeniä vuosia eteenpäin vaikuttavaa rakenteellista valintaa, joka sitoo resurssit ja vastuun myös tuleville tiekunnan jäsenille. (Rakentajain kalenteri, 753–754 2000.)

### **Materiaalivalintojen ympäristövaikutukset**

Ympäristönäkökulmat ovat nousseet keskeiseksi osaksi kaikkea rakentamista, myös pieni-  
muotoisissa infraprojekteissa, kuten yksityisteiden siltahankkeissa. Materiaalien hiilijalan-  
jälki, kierrätettävyys ja käyttöiän aikaiset ympäristövaikutukset muodostavat yhdessä arvi-  
ointikokonaisuuden, jonka merkitys korostuu erityisesti julkisen rahoituksen ja kestävän ke-  
hityksen tavoitteiden yhteydessä. Puu, vaikka on uusiutuva ja biohajoava materiaali, vaatii  
kyllästämistä kestääkseen ulkokäytössä. Nykyiset kyllästeet ovat usein vähemmän tehok-  
kaita, ja niiden ympäristövaikutuksia kuten kuparikyllästeen huuhtoutumista ympäristöön ei  
ole aina riittävästi tutkittu. Betonirakenteet puolestaan tuottavat merkittäviä hiilidioksidipääs-  
töjä sementin valmistuksessa, mikä nostaa niiden ilmastovaikutusta alkuvaiheessa. Teräs  
on tuotannoltaan raskas, mutta sen kierrätettävyys on erinomainen, ja pitkä käyttöikä voi  
pienentää vuosittaista päästötaakkaa suhteessa muihin vaihtoehtoihin. Rakenteiden ympä-  
ristökuorma ei muodostu pelkästään materiaalin hiilisisällöstä, vaan myös siitä, kuinka usein  
rakenne joudutaan uusimaan. Tästä näkökulmasta pitkän käyttöiän ratkaisut voivat olla ympä-  
ristön kannalta kokonaisuutena suositeltavampia.

### **Esteettisyys**

Vaikka siltatyypin valinta perustuu ensisijaisesti teknisiin ja taloudellisiin kriteereihin, on esteettisyydellä ja maisemallisella soveltuvuudella usein tärkeä rooli erityisesti yksityistiekoh-  
teissa, joissa silta sijaitsee näkyvällä paikalla tai kulttuurihistoriallisesti arvokkaassa ympä-  
ristössä. Sillan ulkonäkö, materiaalien visuaaliset ominaisuudet ja rakenneratkaisun sopi-  
vuus ympäröivään maisemaan voivat vaikuttaa merkittävästi siihen, kuinka onnistuneena ja  
hyväksyttävänä uusi rakenne koetaan. Erityisesti maaseutualueilla, joissa sillat voivat olla  
osa historiallista maisemakuvaa tai toimia maiseman kiintopisteinä, voi esteettinen yhteen-  
sopivuus olla jopa ratkaiseva tekijä.

Puurakenteiset sillat koetaan usein maisemaan istuvina ja visuaalisesti kevyinä, ja niiden käyttö saattaa olla perusteltua erityisesti perinnemaisemissa tai suojelualueilla. Toisaalta nykyaikaisilla teräs- ja betonirakenteilla voidaan saavuttaa siistejä, selkeälinjaisia ja huoltovapaita ratkaisuja, jotka voidaan mieltää soveltuviksi hyvin modernimpaan ympäristöön. Teräsputkisillan matala rakennekorkeus ja peitteisyys tekevät siitä visuaalisesti neutraalin vaihtoehdon, joka ei yleensä hallitse maisemaa tai muuta sen luonnetta merkittävästi.

### 6.3 Rahoitus

Sillan uusiminen tai peruskorjaus on yksityistiekunnalle usein merkittävä investointi, minkä vuoksi rahoituksen suunnittelu on olennainen osa hankkeen toteutusta. Ensisijainen rahoitus tulee tiekunnan omista varoista, jotka kerätään osakkailta tiekunnan päättämällä tavalla. Rahoitusosuudet voidaan jakaa esimerkiksi tieyksiköiden, liikennemäärien tai hyötyperusteisen maksujärjestelmän mukaan. Mikäli tiekunnan omat varat eivät riitä, voidaan hankkeelle hakea valtionavustusta ELY-keskukselta, joka tukee yksityisteiden siltahankkeita, mikäli ne täyttävät tietyt kriteerit, kuten sillan liikenteellinen merkitys ja tiekunnan hallinnon järjestäytyneisyys. (Yksityisteiden valtionavustukset, 1–2 2020.)

Joissakin tapauksissa myös kunnat myöntävät avustuksia yksityistiehankkeisiin, erityisesti silloin, kun tie ja silta palvelevat laajemmin alueellista liikennettä, kuten julkisia kuljetuksia tai elinkeinotoimintaa. Tiekunta voi myös hyödyntää pankkilainaa tai muita rahoituslähteitä kattamaan hankkeen kustannuksia, mikäli maksusuuksia ei voida kerätä kerralla. Valtion ja kuntien avustusten hakeminen edellyttää huolellista suunnittelua ja hakemusprosessin aloittamista hyvissä ajoin, sillä päätöksenteko voi kestää useita kuukausia. Rahoituksen varmistaminen etukäteen on tärkeää, jotta hankkeen toteutus voidaan aikatauluttaa tehokkaasti ja toteuttaa ilman taloudellisia viivytyksiä. (Tiehallinto 2023.)

### 6.4 Luvat ja hakemukset

Yksitystien siltahanke edellyttää useita lupia ja ilmoituksia ennen rakentamisen aloittamista. Hankkeen laajuuden mukaan seuraavat viranomaisluvut voivat olla tarpeellisia:

- Rakennuslupa: Tarvitaan uuden sillan rakentamiseen tai merkittävään peruskorjaukseen tapauskohtaisesti kaava-alueen ulkopuolella. Rakennuslupa haetaan paikalliselta rakennusvalvontaviranomaiselta.
- Vesilain mukainen lupa: Jos silta ylittää vesistön, on selvitettävä, vaatiiko hanke aluehallintoviraston (AVI) myöntämän luvan. Pirttiojan sillan tapauksessa Kaakkois-Suomen ELY-keskus antoi lausunnon, jonka mukaan vesilupaa ei tarvittu, koska uusi silta ei vaikuttanut haitallisesti vesistön käyttöön eikä vesiliikenteeseen.

- Liikennejärjestelyilmoitus: Jos hanke vaikuttaa liikenteeseen, kuten vaatii sillan sulkemista tai kiertotiejärjestelyjä, tiekunnan on tehtävä ilmoitus ELY-keskukselle ja kunnalle

Lupaprosessit kannattaa aloittaa hyvissä ajoin, sillä niiden käsittelyajat voivat olla useita kuukausia.

## 6.5 Tilaajan vastuut

Sillankorjaushankkeen tilaajana toimii useimmiten tiekunta, joka vastaa hankkeen suunnittelusta, rahoituksesta ja toteutuksesta. Tiekunnan tehtäviin kuuluvat:

- Hankesuunnittelu ja päätöksenteko tiekunnan kokouksessa.
- Rahoituksen järjestäminen ja mahdollisten avustusten hakeminen.
- Lupaprosessien hoitaminen ja yhteydenpito viranomaisiin.
- Urakoitsijan, suunnittelijan sekä valvojan kilpailutus ja valinta.

Näiden tehtävien hoitamiseen tiekunta voi hankkia avukseen suunnittelu- ja valvontakonsultin. Hankintalaki edellyttää konsultin kilpailuttamista, jos konsulttipalkkio ylittää suuruudeltaan 60000 € alv. 0 %. Sillan tilaajana tiekunnan on hyvä huolehtia, että urakoitsija noudattaa hankkeelle asetettuja laatuvaatimuksia, ympäristö- ja työturvallisuusmääräyksiä. Kuitenkin pääurakoitsija on yleensä itse juridisessa vastuussa edellä mainittujen vaatimusten ja määräysten noudattamisesta. Onnistunut siltahanke kuitenkin yleensä edellyttää säännöllisiä valvontakäyntejä työmaalla sekä vastaanottotarkastuksen ja taloudellisen loppuselvityksen järjestämistä ennen sillan käyttöönottoa. Valvonta voidaan ulkoistaa esimerkiksi sillan suunnittelevalle insinööritoimistolle.

## 6.6 Tilaajan opas

Opas tiivistettiin opinnäytetyön tilaajan toiveen mukaisesti yhdelle A4-kokoiselle sivulle (Liite 2), jossa kuvataan selkeästi yksityistien siltahankkeen toteutusprosessi vaiheelta. Opas on tarkoitettu jaettavaksi tilaajalle suunnitteluprosessin alkuvaiheessa.

Opas toimii tiekunnan työkaluna hankkeen suunnittelusta ja lupaprosesseista aina toteutukseen asti. Se tarjoaa tiekunnille konkreettisia toimintamalleja ja muistilistoja, joiden avulla varmistetaan, että kaikki keskeiset toimenpiteet hoidetaan oikea-aikaisesti ja määräysten mukaisesti.

## 7 Yhteenveto ja pohdinta

Tämä opinnäytetyö keskittyi yksityisteiden sillankorjausprosessiin erityisesti tutkimus- ja suunnitteluvaiheiden näkökulmasta. Työssä tarkasteltiin sillankorjaushankkeiden edellyttämiä tutkimuksia, tarvittavia viranomaislupia sekä siltatyyppin valintaan vaikuttavia tekijöitä. Teoreettisen tarkastelun lisäksi työn soveltava osuus keskittyi Pirttiojan puusillan korjaussuunnitelmaan, jossa laadittiin viralliset suunnitelmat ja piirustukset sillan uusimiseksi. Työssä tehtiin myös tilaajan opas, joka palvelee yksityistiekuntien sillankorjaushankkeiden tilaajia tarjoamalla selkeän ja käytännönläheisen oppaan hankkeen eri vaiheista ja vaatimuksista.

Yksityisteiden siltahankkeiden erityispiirteenä on usein tilaajien vähäinen aiempi kokemus vastaavista projekteista, mikä tekee selkeistä ohjeistuksista ja hankkeen eri vaiheiden läpinäkyvyydestä erityisen tärkeitä. Työssä laadittu opas toimii tässä keskeisenä apuvälineenä, jonka avulla tiekunnat voivat hallita korjaushankkeita tehokkaasti ja ymmärtää tarvittavien tutkimusten ja lupa-asioiden merkityksen.

Sillankorjausprosessin keskeiset vaiheet käsittävät siltarakenteen nykytilan analysoinnin, sopivan korjausratkaisun valinnan sekä suunnittelun ja toteutuksen valmistelun. Pirttiojan sillan tapauksessa lahoamisen ja rakenteellisten heikkouksien vuoksi puurakenteisen sillan peruskorjaaminen ei ollut kustannustehokas ratkaisu, minkä vuoksi sillan uusiminen teräsputkisiltana osoittautui parhaaksi vaihtoehdoksi. Teräsputkisilta tarjoaa pitkäaikaisen ratkaisun kestäväytensä ja huoltovapautensa ansiosta sekä mahdollistaa sillan perustusten osittaisen hyödyntämisen uudessa rakenteessa.

Pohdittaessa sillankorjausprosessin laajempia näkökulmia voidaan todeta, että yksityisteiden siltahankkeet edellyttävät usein kattavampaa ohjeistusta ja tukimateriaalia kuin julkisen sektorin hankkeet. Yksityisteiden siltojen tarkastuksiin ja kunnossapitoon liittyvät säännökset eivät ole yhtä tiukat kuin valtion omistamien siltojen, mikä voi johtaa sillaston kunnan heikentymiseen ajan myötä. Tämä korostaa tiekuntien vastuuta ja tarvetta käyttää asiantuntijapalveluita sillankorjaushankkeiden suunnittelussa ja toteutuksessa.

Yhteenvetona voidaan todeta, että tämä opinnäytetyö tarjoaa kattavan katsauksen yksityisteiden sillankorjaukseen ja toimii käytännöllisenä oppaana tiekunnille, jotka suunnittelevat siltahankkeita. Työn toimeksiantajana toimineen Silta TSV Oy:n asiantuntemusta hyödynnettiin erityisesti sillankorjausprosessin teknisten ja hallinnollisten näkökulmien tarkastelussa. Työn tuloksia voidaan jatkossa hyödyntää vastaavissa hankkeissa yksityistiekuntien ja alan asiantuntijoiden tukena.

## Lähteet

- Betoni. 2025. Kiertotalous. Viitattu 27.01.2025. Saatavissa [Kiertotalous - Betoni](#)
- ELY-keskus. 2023. Sillat. Viitattu 13.01.2025 Saatavissa [Sillat - ely - ELY-keskus](#)
- ELY-keskus. 2024. Siltojen korjaus. Viitattu 13.01.2025. Saatavissa [Siltojen korjaus - ely - ELY-keskus](#)
- Hagerlund T. 2017. Vantaan vanhat sillat. Viitattu 14.01.2025 Saatavissa [Vantaan vanhat sillat | Tony Hagerlund](#)
- Liikennevirasto 2010. Tiesillat 1.1.2010. Viitattu 14.01.2025 Liikenneviraston tiesillaston rakenne, palvelutaso ja kunto. Saatavissa [Tiesillat 1.1.2010 : Liikenneviraston tiesillaston rakenne, palvelutaso ja kunto - Doria](#)
- Liikennevirasto. 2013. Taitorakenteiden tarkastusohje. Viitattu 27.01.2025. Saatavissa [Microsoft Word - LO 17-2013 Taitorakenteiden tarkastusohje 12.4.2013](#)
- Maanmittauslaitos. 1961. Historialliset ilmakuvat. Viitattu 13.02.2025 Saatavissa [Paikkatietoikkuna](#)
- Maanmittauslaitos. 1999. Historialliset ilmakuvat. Viitattu 15.01.2025 Saatavissa [Paikkatietoikkuna](#)
- Puuinfo. 2020. Paineekyllästetty sahatavara. Viitattu 27.01.2025. Saatavissa [Paineekyllästetty sahatavara - Puuinfo](#)
- Puuinfo. 2020. Puun käytön ympäristövaikutukset. Viitattu 10.4.2025. Saatavissa [Puun käytön ympäristövaikutukset - Puuinfo](#)
- Puuinfo. 2020. Puusillat. Viitattu 5.2.2025. Saatavissa [Microsoft PowerPoint - 51 Puusillat](#)
- Puusillan laajennetun yleistarkastuksen ohje. 2017. Puusillan laajennetun yleistarkastuksen ohje. Liikenneviraston ohjeita 36/2017. Liikennevirasto. Viitattu 22.01.2025 Saatavissa [lo 2017-36 puusillan laajennetun web.pdf](#)
- Rakentajain kalenteri. Elinkaarikustannusten ja ympäristökuormitusten ohjaus rakennushankkeissa. 2000. Viitattu 10.4.2025. Saatavissa [Elinkaarikustannusten ja ympäristökuormitusten ohjaus rakennushankkeissa](#)
- Saarela S. 2004 (RIL ry). Siltojemme historia. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy. s. 399–425.
- Sillantarkastuskäsikirja. 2020. Väyläviraston ohjeita 33/2020. Väylävirasto. Viitattu 14.01.2025 Saatavissa [Sillantarkastuskäsikirja](#)

Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet-NCCI 1. 2020. Eurokoodin soveltamisohje.

Liikenneviraston ohjeita 24/2017. Liikennevirasto. Viitattu 5.2.2025. Saatavissa [lo\\_2017-24\\_ncci1\\_web.pdf](#)

Suomenratsut. 2024. Suomenhevonen. Viitattu 14.01.2025. Saatavissa [Suomenhevonen - Suomenratsut ry. - SuoRa](#)

Taitorakenteiden tarkastusohje. 2013. Liikenneviraston ohjeita 17/2013. Liikennevirasto. Viitattu 14.01.2025 Saatavissa [Microsoft Word - LO 17-2013 Taitorakenteiden tarkastusohje 12.4.2013](#)

Teräspankkuillat SUUNNITTELUOHJE. 2014. Liikenneviraston ohjeita 10/2014. Liikennevirasto. Viitattu 27.01.2025. Saatavissa [Microsoft Word - LO 10-2014 Putkisiltojen suunnitteluohje 10.3.2014](#)

Teräspankkuillat. 2008. Suunnitteluohje v.1.03. Tiehallinto. Viitattu 27.01.2025. Saatavissa [2100054-v-07terasputkisillat.pdf](#)

Tiehallinto. 2008. Siltojen kustannusarvio. Viitattu 27.01.2025. Saatavissa [kustannusarvio 2008 b.pdf](#)

Tieliikennelaki 729/2018. Finlex. Viitattu 14.01.2025. Saatavissa [Tieliikennelaki 729/2018 - Ajantasainen lainsäädäntö - FINLEX ®](#)

Tieyhdistys. 2023. Suosituksia ja yksityistielaki. Viitattu 4.2.2025. Saatavissa [Suomen tieyhdistys | Suosituksia ja yksityistielaki](#)

Traficom. 2024. Yksityisteiden valtionavustukset. Viitattu 14.01.2025 Saatavissa [Yksityisteiden valtionavustukset | Traficom](#)

Versowood. 2025. Tyyppihyväksytyt sillat. Viitattu 27.01.2025. Saatavissa [Tyyppihyväksytyt sillat :: Versowood](#)

Vesilaki (27.5.2011/587). Finlex. Viitattu 13.02.2025. Saatavissa [Vesilaki 587/2011 - Ajantasainen lainsäädäntö - FINLEX ®](#)

Väylävirasto. 2019. Väylä tarkistaa puukantisten siltojen kunnan lahottajasienen aiheuttamien vaurioiden selvittämiseksi. Viitattu 30.01.2025. Saatavissa [Väylä tarkistaa puukantisten siltojen kunnan lahottajasienen aiheuttamien vaurioiden selvittämiseksi - Väylävirasto](#)

Väylävirasto. 2022. Siltakaiteiden suunnittelu. Viitattu 30.01.2025. Saatavissa [Siltakaiteiden suunnittelu](#)

Väylävirasto. 2023. Miten Suomen sillat voivat?. Viitattu:14.01.2025 Saatavissa [Miten Suomen sillat voivat? - Väylävirasto](#)

Väylävirasto. 2023. Taitorakennerekisteri. Viitattu 15.01.2025 Saatavissa [Taitorakennerekisteri - Väylävirasto](#)

Väylävirasto. 2023. Teräs ja betoni – siltarakentamisen dynaaminen duo. Viitattu 30.01.2025. Saatavissa [Teräs ja betoni – siltarakentamisen dynaaminen duo - Väylävirasto](#)

Yksityisteiden valtionavustukset. 2020. Ohje TRAFICOM/136002/03.04.03.06/2020. Traficom. Viitattu 13.2.2025. Saatavissa [Yksityisteiden valtionavustukset -ohje päivitetty 20230113.pdf](#)

Yksityistielaki (560/2018)



## SILLAN KORJAUSHANKKEEN VAIHEET

### Kuntoarvio ja kuntotarkastus

Tilataan raportti sillan nykyisestä kunnosta pätevyityneeltä taitorakennetarkastajalta. Silta tarkastetaan Väyläviraston sillantarkastusohjetta noudattaen.

### Periaatepäätös hankkeeseen ryhtymisestä

Tiekunnan kokouksessa päätetään hankkeeseen ryhtymisestä. Konsultoidaan tarvittaessa sillan tarkastajaa, siltasuunnitteluun erikoistunutta insinööritoimistoa tai urakoitsijaa.

### Luvat, lausunnot ja yleissuunnittelu

Hankitaan kohteen yleissuunnitelman tekijä (siltoihin erikoistunut insinööritoimisto) Hankitaan siltapaikan mittaus- ja maaperätiedot sekä viranomaisvaatimukset. Yleissuunnittelussa vertaillaan korjaamis- ja uusimisvaihtoehtoja sekä niiden kustannuksia. Valittu vaihtoehto sovitaan neuvottelussa yksityistien edustajien kanssa

### Rakennussuunnittelun kilpailutus

Kilpailutetaan sillan rakennussuunnittelun tekeminen yleissuunnittelussa valitun vaihtoehdon pohjalta. Tehdään sopimus suunnittelijan kanssa. Suunnittelijalla oltava vaadittavat pätevyudet hankkeen suunnitteluun. Myös yleissuunnitteluvaiheen suunnittelijan kanssa voidaan sopia rakennussuunnittelusta neuvottelumenettelyllä.

### Lopullinen rakennussuunnitelma

Suunnittelija laatii rakennussuunnitelman sillan korjaamisesta tai uudesta sillasta. Jos vesiviranomainen edellyttää uuden vesioikeudellisen luvan hakemista, niin se tulee hakea ennen rakennussuunnittelua tai sen aikana. Valmis rakennussuunnitelma hyväksytetään yksityistien hallinnossa. Suunnittelija hankkii suunnitelmalle hyväksynnät ELY-keskuksesta ja tarvittaessa kunnan rakennusvalvonnasta.

### Avustushakemukset ja urakan kilpailutus

Haetaan mahdolliset avustukset (esim. ELY tai kunta) ja kilpailutetaan sillan rakennusurakka. Valtion avustamissa hankkeissa kilpailutus julkisesti HILMA-palvelussa hankintarajan 150 000 € alv. 0 % ylittyessä.

### Työnaikainen valvonta

Valtion avustamissa hankkeissa sillan rakentamiselle tulee hankkia ammattitaitoinen rakennustyön valvoja. Valvoja/rakennuttaja kannattaa ottaa mukaan jo kilpailutusvaiheessa auttamaan tarjouspyyntöasiakirjojen tekemisessä. Rakennushankkeelle tarvitaan myös valtioneuvoston asetuksen (205/2009) mukainen turvallisuuskoordinaattori.

### Urakkasopimus ja rakentaminen

Urakkakilpailun voittaneen urakoitsijan kanssa pidetään urakkaneuvottelu, jonka pohjalta laaditaan urakkasopimus. Tässä vaiheessa sovitaan urakan vastaava työnjohtaja, urakan aikataulu ja maksuerätaulukko. Urakoitsija laatii työssä tarvittavat tekniset työsuunnitelmat.

### Urakan vastaanotto ja loppuselvitys

Pidetään urakan vastaanottotarkastus ja taloudellinen loppuselvitys. Urakoitsija laatii urakan laatukansion. Työn loppuraportti toimitetaan ELY-keskukseen (valtion rahoittamat hankkeet). ELY-keskuksen edustaja tarkastaa valmistuneen kohteen ja myöntää luvan viimeisen avustuserän maksamiseen. Ennen takuuajan päättymistä tulee sillalle tehdä takuutarkastus mahdollisten takuukysymysten sopimiseksi.

