

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)

2025

Nea Koski

# Siltasuunnittelun prosessin kehittäminen

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

2025 | 34 sivua

Nea Koski

## Siltasuunnittelun prosessin kehittäminen

Sillat ovat oleellinen osa infrastruktuuria, ja niiden tehtävänä on mahdollistaa turvallinen ja sujuva liikkuminen vaikeakulkuisissa tai esteellisissä maastoissa, kuten vesistöjen, rotkojen tai liikenneväylien yli. Tässä työssä tarkastellaan siltojen suunnitteluprosessia ja sen vaikutusta koko hankeen onnistumiseen.

Siltasuunnittelu on usein osana väylähanketta, jossa vertaillaan eri vaihtoehtoja ja pyritään löytämään teknisesti toimiva, taloudellisesti järkevä ja pitkäikäinen ratkaisu. Suunnitteluprosessin kehittämiseksi, tässä työssä hyödynnettiin siltarakentamisen ammattilaisten näkemyksiä ja kokemusta mahdollisten ongelmakohtien ratkaisemiseen sekä toimivien ratkaisujen havainnollistamiseen.

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Civil Engineering

2025 | 34 pages

Nea Koski

## The Bridge Design Process and Its Development

Bridges are a vital part of infrastructure, enabling safe and smooth movement across challenging or obstructed terrains, such as water, ravines, or traffic routes. The thesis examines the bridge design process and its impact on the overall success of a project.

Bridge design is often integrated into a large transportation project, where different alternatives are compared to find a technically functional, economically viable, and durable solution. To improve the design process, this work utilized the insights and experience of professionals in bridge construction to address potential problem areas and illustrate effective solutions.

# Sisältö

<b>1 Johdanto</b>	<b>7</b>
<b>2 Sillat Suomessa</b>	<b>9</b>
2.1 Tiesillat	10
2.2 Rautatiesillat	11
2.3 Siltatyypin valinta	12
<b>3 Siltahankkeen toteutus</b>	<b>15</b>
3.1 Siltahankkeen tilaaja	16
3.2 Esisuunnittelu	17
3.3 Yleissuunnittelu	17
3.4 Tiesuunnittelu	19
3.5 Rakennussuunnittelu	20
3.6 Rakennuttaminen ja toteutusvaihe	21
<b>4 Taloudellinen kestävä kehitys</b>	<b>23</b>
4.1 Kustannusten jakautuminen	24
4.2 Siltojen kustannuksia	25
4.3 Kustannusarviot	26
<b>5 Siltasuunnittelun kehittäminen</b>	<b>28</b>
5.1 Suunnittelun ongelmakohdat ja ratkaisut	28
5.2 Osapuolien yhteistyö	30
<b>6 Yhteenveto</b>	<b>32</b>
<b>Lähteet</b>	<b>33</b>

## **Liitteet**

Liite 1. Haastattelukysymykset

## **Kuvat**

Kuva 1. Rautatiesiltojen lukumäärät vuoden 2021 lopussa	12
Kuva 2. Siltojen lukumäärien jakauma siltatyypeittäin	13
Kuva 3. Sillansuunnittelun liittyminen tiehankkeeseen	16
Kuva 4. Rakennuttamisen periaatteelliset tehtävät	21
Kuva 5. Vaikutusmahdollisuudet kokonaiskustannuksiin hankkeen edetessä	23

## **Taulukot**

Taulukko 1. Varsinaisten siltojen lukumäärä 31.12.2023	10
Taulukko 2. Väyläviraston tiesiltojen lukumäärän kehittyminen yleisillä teillä	11
Taulukko 3. Siltojen ohjeellisia kustannuksia €/kansi-m <sup>2</sup>	26

## Käsitteet

Allianssihanke	avoin ja yhteistoimintamallinen hankemalli, jossa toimitaan yhteisellä projektiorganisaatiolla; toteutusmuoto hankkeille, joissa on paljon haasteita, sidosryhmiä ja epävarmuutta
ELY-keskus	huolehtii teiden rakentamisesta ja niiden kunnosta, ympäristön tilasta ja suojelusta sekä tukee yrityksiä niiden kehittämisessä
Liikennevirasto	nykyinen Väylävirasto
ST-urakka	eli suunnittele ja toteuta -urakka, joka sisältää rakennustöiden lisäksi myös suunnittelutyön. Tällöin pääurakoitsija toimittaa hankkeen suunnitelmat ja toimii samalla toteuttajana
Väylävirasto	vastaa valtion tieverkon, rautateiden ja vesiväylien kehittämisestä sekä kunnossapidosta
YVA	ympäristövaikutusten arviointimenettely

# 1 Johdanto

Sillat ovat keskeinen tekijä liikenneverkon jatkuvuuden ja toimivuuden kannalta ja näin ollen hyvin oleellinen osa infrastruktuuria. Siltojen ansiosta kulkuyhteydet voidaan johdattaa vesistöjen, rotkojen ja muiden esteiden yli ja ovat merkittävä osa henkilö- ja tavaraliikenteen sujuvuutta. (Väylävirasto 2023.)

Suomessa siltojen suunnittelu, rakentaminen ja ylläpito on tarkasti ohjeistettua ja säädeltyä toimintaa. Se on monivaiheinen prosessi, jossa avainasemassa on tekninen osaaminen, pitkäjänteinen suunnittelu sekä eri sidosryhmien yhteistyö. Prosessi alkaa aina tarpeen määrittelystä ja jatkuu esisuunnittelun, yleis- ja rakennesuunnittelun kautta toteutukseen eli rakennusvaiheeseen. Sillan rakenteelliseen kestävyys, toimivuuteen sekä elinkaarikustannuksiin vaikuttaa ratkaisevasti kunkin vaiheen läpi vienti. (Väylävirasto 2019.) Siltasuunnittelu perustuu nykypäivänä vakiintuneisiin käytäntöihin, mutta samalla se on jatkuvaa kehitystyötä, jossa huomioidaan uudet teknologiat, materiaalit, ympäristövaatimukset sekä liikenneturvallisuuskysymykset. (RIL 179-2018.)

Siltasuunnittelussa huomioidaan maaston ja ympäristön erityispiirteet, kuormitukset, turvallisuusvaatimukset sekä huollettavuus, että mahdollinen muunneltavuus tulevaisuudessa. Lisäksi siltatyypin valinta vaikuttaa tekniseen toteutukseen, ylläpidon ja korjauksen tarpeeseen. (Väylävirasto 2000.)

Sillan koko elinkaaren hallintaa helpottavat ajantasaiset ohjeistukset, tekniset standardit sekä kattava dokumentointi, jotka myös tukevat siltasuunnittelun prosessia. Viime vuosina suunnittelua on tehostanut ja tarkentanut digitalisaatio, tietomallintaminen ja ympäristönäkökulmat. Koko suunnitteluprosessin organisointi vaikuttaa huomattavasti suunnittelun laatuun ja tehokkuuteen. Siltojen suunnittelussa otetaan yhä enemmän huomioon rakentamisen lisäksi tuleva kunnossapito ja mahdolliset peruskorjaukset ja näin siirrytään enemmän kokonaisvaltaisempaan ja elinkaariajattelua painottavampaan malliin. (Väylävirasto 2024.)

Siltasuunnittelun kehittämiseen sisältyy tiedonhallintaa, päätöksen tekoja ja eritoten vuorovaikutusta eri toimijoiden välillä. Suunnittelun kehittäminen ei ole vain tekninen prosessi, vaan siinä tulee ottaa huomioon esimerkiksi käyttäjäkokemukset, maisemavaikutukset ja kulttuurihistorialliset arvot. (RIL 273-2022.)

Tässä työssä tarkastellaan suomalaisen siltasuunnittelun kokonaisuutta keskittyen erityisesti sen eri vaiheisiin sekä sen kehitykseen. Työn tavoitteena on ymmärtää suunnitteluprosessin kokonaiskuva, kuinka se vaikuttaa sillan rakenteelliseen laatuun, turvallisuuteen ja elinkaarikustannuksiin sekä millä tavoin siltasuunnittelua voidaan kehittää prosessin sujuvuuden ja tehokkuuden kannalta. Työssä ei oteta kantaa siltojen korjausrakentamiseen.

Tutkimus perustuu siltarakentamisen ammattilaisten haastatteluihin ja tavoitteena oli saada kokonaisvaltainen kuva siltasuunnittelun nykytilanteesta, haasteista ja kehityskohteista. Suunnitteluprosessin onnistumiseen vaaditaan riittäviä lähtötietoja, vaiheiden johdonmukaista etenemistä ja kaikkien osapuolten tiivistä yhteistyötä. Haasteita syntyy useimmiten suunnitteluvaiheiden oikaisemisesta ja puutteellisista lähtötiedoista, jotka saattavat kuormittaa hankkeen etenemistä. Avainsanoja suunnittelun onnistumiseen ovat vuorovaikutus ja tiedonvaihto.

## 2 Sillat Suomessa

Suomen vanhimmat sillat ovat Museoviraston suojelemia (RIL 179-2018, 16). Museosillat ovat tieliikennehistorian arvokkaimpia osia. Ne kertovat tiellä liikkuville sen historiasta ja kehityksestä. Museokohteita ei lähtökohtaisesti muuteta. Poikkeuksia ovat kuitenkin liikenneturvallisuuden sekä kohteen säilyvyyden edistäminen. Kohteita kehitetään hyväksytyt ohjeistuksen ja kriteerien mukaan eli museosiltojen kokoelma kasvaa vuosien saatossa. (ELY-keskus 2025.)

Siltarakentamisen historiassa rakenteelliset muodot ovat olleet kaari, palkki tai kaarella tai ripustetulla rakenteella jäykistetty palkki. Nykypäivään verrattuna rakennetyypit eivät ole juurikaan muuttuneet, vaikka maallikon silmissä muutos saattaa olla merkittävä. Huomattava ajanjakson muutos siltasuunnittelussa syntyi 1980-luvulla, kun rakennettiin uudenmallisia, kauniita ja nerokkaita siltoja. Erityisesti kevyen liikenteen siltojen muotojen kehittämiseen on investoitu ja se näkyy erityisesti lyhytjänteisissä kevyen liikenteen silloissa. (Liikennevirasto 2013, 90.)

Suomen tie-, katu- ja rautatiesillat ovat pääosassa kuntien ja nykyisen Väyläviraston omistuksessa, mutta osa näistä ovat yksityisten tiehoitokuntien sekä Metsähallituksen omistamana. Pieni osa silloista on yksityisten yrittäjien omistuksessa. Vuoden 2024 alussa Väyläviraston hallinnassa tiesiltoja on 15 179 ja rautatiesiltoja 2 378 (Väylävirasto 2024). Sillat on jaettu ELY-keskuksittain eri alueisiin (taulukko 1), tästä eteenpäin puhutaan yleisesti ELY-keskuksen toiminnasta ilman tarkempaa aluejakoa. (RIL 179-2018, 22.)

Taulukko 1. Varsinaisten siltojen lukumäärä 31.12.2023 (Väylävirasto 2024).

ELY-keskus	Valtatie	Kantatie	Seututie	Yhdystie	Muu tie**	Yhteensä
Uusimaa	867	273	452	536	225	<b>2 353</b>
Varsinais-Suomi	308	121	222	615	109	<b>1 375</b>
Kaakkois-Suomi	232	23	126	221	38	<b>640</b>
Pirkanmaa	269	59	154	292	71	<b>845</b>
Pohjois-Savo	418	123	307	724	68	<b>1 640</b>
Keski-Suomi	229	49	112	324	40	<b>754</b>
Etelä-Pohjanmaa	217	92	148	507	64	<b>1 028</b>
Pohjois-Pohjanmaa	465	103	336	817	57	<b>1 778</b>
Lappi	276	139	266	413	67	<b>1 161</b>
Muu*	135	1	12	21	58	<b>227</b>
<b>Yhteensä</b>	<b>3 416</b>	<b>983</b>	<b>2 135</b>	<b>4 470</b>	<b>797</b>	<b>11 801</b>

\* Sillat, joiden tiedoissa kunnossapitäjä on jokin muu kuin ELY-keskus, esim. kunta tai tieyhtiö.

\*\* Muu tie sisältää mm. kävely- ja pyöräilyväylät.

ELY-keskukset löytyvät liitteestä 1.

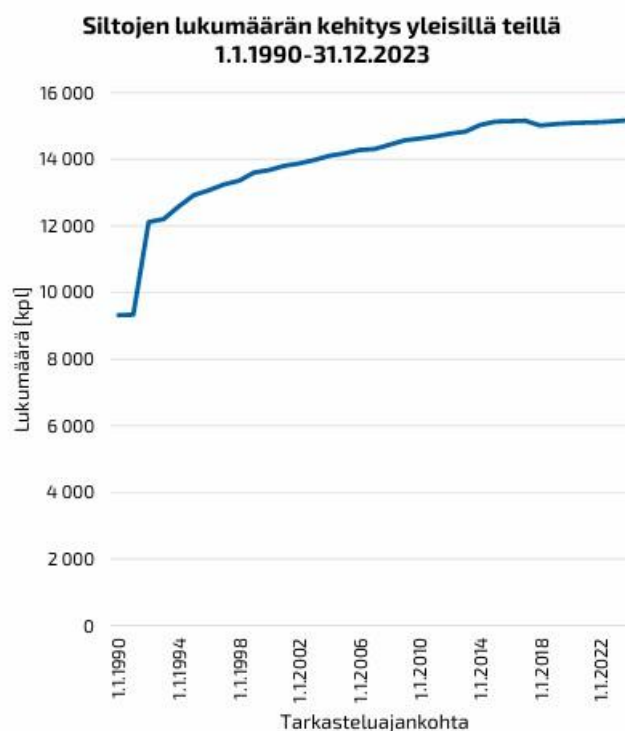
Lähtökohtaisesti siltojen käyttötavoiteikä on 100 vuotta lukuun ottamatta puu- ja teräsputkisiltoja, joilla se on 50 vuotta (RIL 179-2018, 22).

## 2.1 Tiesillat

Luonnollisesti siltoja sijoittuu eniten alueille, joissa on paljon teitä sekä vesistöjä. Siksi Pohjois-Pohjanmaalla sekä Pohjois-Savossa on paljon siltoja. Eniten niitä kuitenkin sijoittuu Uudellemaalle, sillä pääkaupunkiseudulla on suuret liikennemäärät ja tiheä yhdyskuntatekniikka. Väyläviraston tiesiltojen määrän kehittyminen vuodesta 1990 alkaen on esitetty taulukossa 2. (RIL 179-2018, 22.)

Taulukko 2. Väyläviraston tiesiltojen lukumäärän kehittyminen yleisillä teillä (Väylävirasto 2024).

Pvm.	Yhteensä
1.1.1990	9 318
1.1.1991	9 332
1.1.1992	12 115
1.1.1993	12 198
1.1.1994	12 577
1.1.1995	12 918
1.1.1996	13 072
1.1.1997	13 243
1.1.1998	13 354
1.1.1999	13 595
1.1.2000	13 676
1.1.2001	13 803
1.1.2002	13 880
1.1.2003	13 979
1.1.2004	14 109
1.1.2005	14 176
1.1.2006	14 282
1.1.2007	14 314
1.1.2008	14 431
1.1.2009	14 565
1.1.2010	14 625
1.1.2011	14 682
1.1.2012	14 770
1.1.2013	14 821
1.1.2014	15 029
1.1.2015	15 122
1.1.2016	15 140
1.1.2017	15 160
1.1.2018	15 013
1.1.2019	15 054
1.1.2020	15 079
1.1.2021	15 093
1.1.2022	15 117
1.1.2023	15 150
1.1.2024	15 179



Kuva 1. Siltojen lukumäärän kehitys yleisillä teillä 1.1.1990–31.12.2023.

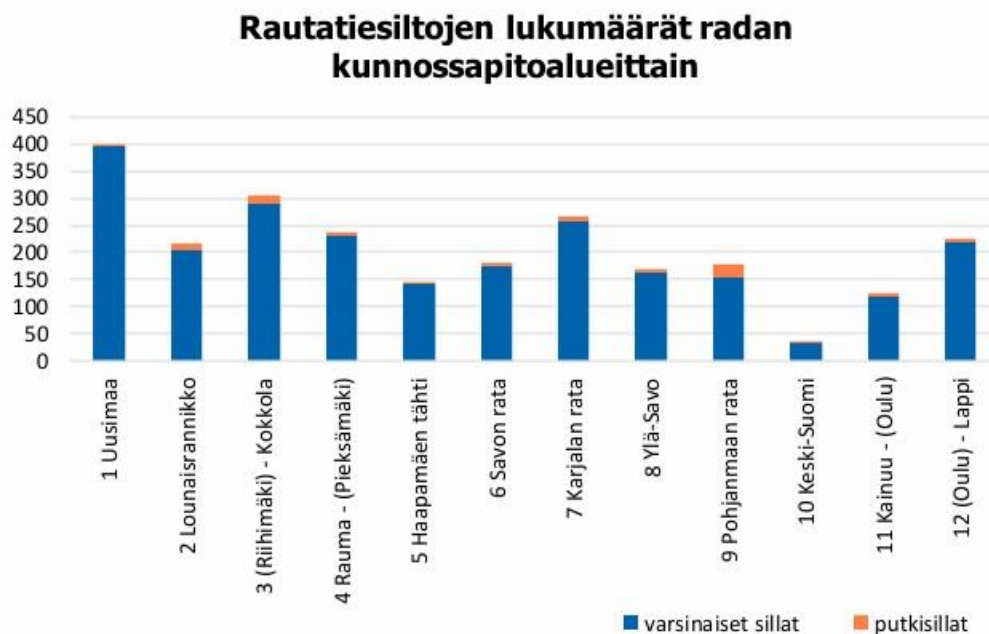
- 1) Putkisillat sisältyivät yleisiin teihin 1.1.1992 alkaen.
- 2) 1.1.2004 alkaen mukana myös Ratahallintokeskuksen ja Merenkululaitoksen hallinnoimat tieliikenteen sillat.
- 3) 1.1.2018 tilastosta on poistettu sillat, jotka eivät ole yleisellä tieverkolla (rataverkon ja vesiväylien sillat).

Vuosien 1960–1970 päätieverkon rakentamisen yhteydessä on rakennettu suurin osa nykyisistä käytössä olevista silloista ja merkittävä osa näistä on jo elinkaarensa lopussa (RIL 179-2018, 25).

## 2.2 Rautatiesillat

Rautatiesilloista hieman yli 10 % on terässilloja ja noin 80 % betonisilloja (RIL 179-2018, 26). Rautatiesilloja on lukumääräisesti eniten Uudenmaan alueella ja vähiten niitä on Keski-Suomen alueella. Tarkemmat lukumäärät näkyvät

kuvassa 1. Hyväkuntoisten rautatiesiltojen lukumäärä on vähentynyt, kun taas tyydyttäväkuntoisten siltojen määrä on kasvanut merkittävästi. (Väylävirasto 2023.)



Kuva 1. Rautatiesiltojen lukumäärät vuoden 2021 lopussa (Väylävirasto 2023).

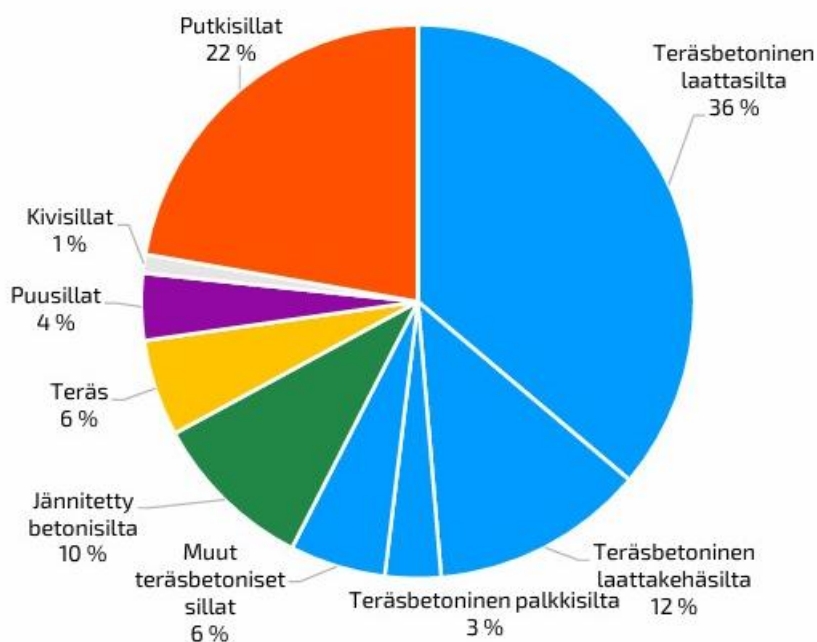
### 2.3 Siltatyypin valinta

Sillan kantavaa rakennetta kuvaa siltatyyppi, joka kertoo sillan pääkannattimen materiaalin ja staattisen toimintatavan. Teräsbetoni, jännitetty betoni, teräs, kivi ja puu ovat tavallisesti käytettäviä materiaaleja pääkannattimissa. Siltojen lukumäärien jakauma siltatyypeittäin Suomessa on esitetty kuvassa 2.

Suomessa suunniteltavat ja rakennettavat siltatyypit voidaan jakaa myös staattisen toiminnan mukaan seuraavasti (RIL 179-2018, 45–46):

- putki- ja kehäsillat
- taivutetut siltatyypit
  - laattasillat
  - palkkisillat

- ristikkopalkkisillat
- puristetut siltatyypit
  - kaari- ja holvisillat
  - langer-palkkisillat
- vedetyt siltatyypit
  - vinoköysisillat
  - riippusillat
- erikoissillat
  - avattavat sillat
  - ponttisillat.



Kuva 2. Siltojen lukumäärien jakauma siltatyypeittäin (Väylävirasto 2024).

Pääsääntöisesti valintaan vaikuttavat sillan ja väylän kokonaisrakennuskustannukset, joita optimoidaan vertailemalla rakenteellisia ratkaisuja. Merkittäviä vertailukohteita ovat kantavien rakenteiden tehokkuus ja niiden vaikutus tiehankkeen rakennuskustannuksiin. Lisäksi rakennuskustannuksiin vaikuttavia asioita ovat poikkeuksellinen geometria,

rakennustyönaikaisen liikenteen tuomat haasteet, sillan päällysrakenteen rakennekorkeudelle asetetut hoikkuusvaatimukset ja perustamisolosuhteet. Siltatyypin valinnassa otetaan myös huomioon ylläpitokustannukset, johon vaikuttaa merkittävästi huoltovapaus. Huoltovapaus voidaan saavuttaa laakerittomilla ja liikuntasaumattomilla rakenneratkaisuilla, sillä nämä vaativat säännöllisiä huoltotoimia. Huollettavuuteen vaikuttaa myös materiaalivalinnat. Teräslaaduksi voidaan valita säänkestävä teräs, joka vaatii vähemmän huoltoa kuin tavallinen teräs. Betoni vaatii enemmän huoltoa mm. suolauksen vaikutuksesta ja puu puolestaan vaatii suojaamista säätä sekä lahovaurioita vastaan. Oikeat materiaalivalinnat tehdään aina hankkeen tarpeiden mukaisesti. (RIL 179-2018, 46.)

Uusien ideoiden ja ratkaisujen saavuttamiseksi järjestetään siltakilpailuja. Näissä tapauksissa siltatyypin valintaan liittyy kaupunkikuvallinen merkitys, ulkonäkö tai ympäristöön sopeutuminen. (RIL 179-2018, 46.)

Hallitsevana rakennusmateriaalina Suomen silloista on betoni. Betonisilloja on noin 60 % rakennetusta silloista ja yleisin betonisiltatyypin on laattasilta. Laattasiltoja käytetään tyypillisesti risteyssiltoina. (RIL 179-2018, 25,46–47.)

### 3 Siltahankkeen toteutus

Usein sillan rakentaminen on osa väyläprojektia ja useimmissa muissa tapauksissa sillan suunnittelu liittyy sillan uusimiseen. Hankkeen kokonaiskustannuksista sillan osuus on merkittävä. Harvemmin suunnitellaan yksittäisiä siltoja niin, että samalla ei parannettaisiin vähintäänkin yli johtavaa väylää. Siltahanketta kuvataan useimmiten osana väylähanketta. (RIL 179-2018, 65.)

Vanha uusittava silta saattaa olla huonokuntoinen ja kantavuudeltaan vajaa. Monesti uudesta sillasta rakennetaan aiempaa leveämpi, jolla parannetaan kevyenliikenteen turvallisuutta. Uuden sillan uusiminen on pääasiassa aina kokonaisharkinnan tuloksesta syntyvä päätös, johon vaikuttaa moni asia yhtäaikaisesti. (RIL 179-2018, 65.)

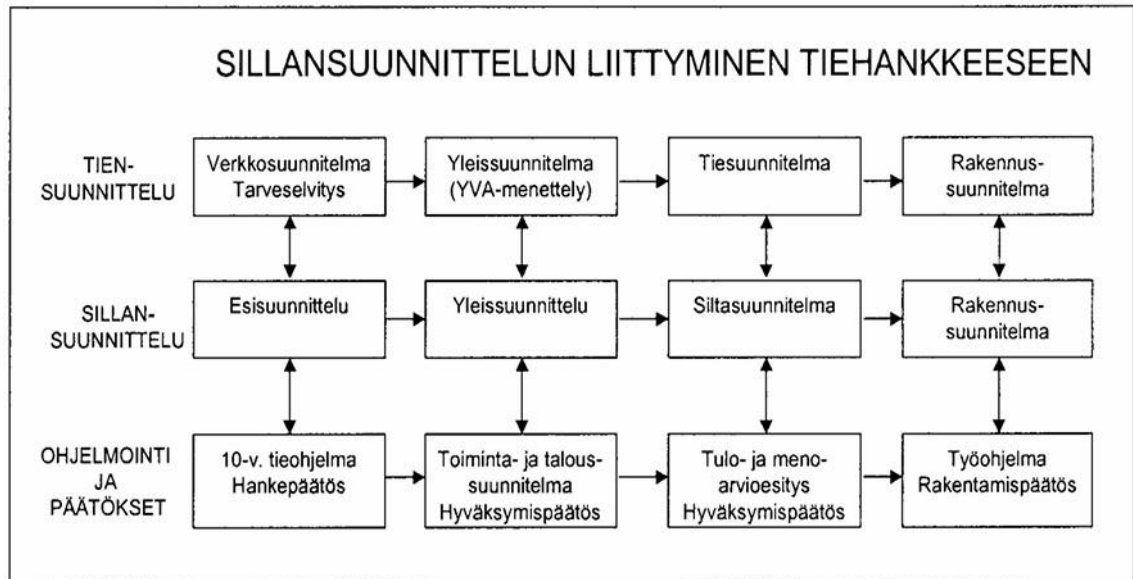
Uuden sillan rakentamiseen on pääasiassa jokin seuraavista syistä: rakennetaan uusi väylä, maankäyttöä palveleva rakentaminen, jossa siltajärjestelyitä tehdään kaavoituksen tai aluerakentamisen vuoksi, väylän muuttaminen edullisemmin ylläpidettäväksi, jossa esimerkiksi lossiyhteys korvataan sillalla tai avattava silta korvataan kiinteällä sillalla, huonokuntoisen sillan uusiminen esimerkiksi vanhan putkisillan korjaaminen uusimalla tai muun vanhan sillan uusiminen tai liikenneturvallisuuden parantaminen tasoristeyksen korvaamisella eri tasossa olevalla yhteydellä, erillisen kevyen liikenteen väylän rakentamisella tai liian kapean sillan uusimisella. (RIL 179-2018, 65.)

Lisäksi syynä saattaa olla olemassa olevan väylän palvelutason parantaminen seuraavissa tapauksissa: painorajoitetun sillan uusiminen, erikoiskuljetusten pullonkaulasillan uusiminen, liian kapean sillan uusiminen, alikulkukorkeutta rajoittavan sillan uusiminen, väylän linjauksen siirtäminen, rautatiellä terässillan muuttaminen tukikerrokselliseksi sillaksi, rautateillä nopeusrajoitusten poisto tai rautateiden asemajärjestelyiden parantaminen. (RIL 179-2018, 65.)

Tavanomaisissa tapauksissa siltasuunnittelu toteutetaan teiden suunnitteluvaiheiden mukaisessa järjestyksessä, sillä siltatuotanto on osa

tietuotantoa. Prosessista laaditaan tarpeellinen aineisto päätöstenteon eri vaiheissa. Siltasuunnittelun päävaiheet liittyvät tiesuunnittelun vastaaviin vaiheisiin, ohjelmointiin ja hallinnollisiin päätöksiin kuvan 3 mukaisesti.

Siltasuunnittelussa käytettävät päävaiheet ovat esisuunnittelu, yleissuunnittelu, siltasuunnitelman laatiminen ja rakennesuunnittelu. (Väylävirasto 2000.)



Kuva 3. Sillansuunnittelun liittyminen tiehankkeeseen (Väylävirasto 2000).

### 3.1 Siltahankkeen tilaaja

Siltahankkeissa pääsääntöisesti tilaajana toimii väylän omistaja eli valtion virasto, kunta, yksityinen hoitokunta, tienpitoviranomainen tai esimerkiksi teollisuuslaitos. Kun väylän omistaja on valtuuttanut tehtävään suunnittelu- ja toteutussopimuksella ulkopuolisen tahon, voi myös kyseinen taho johtaa siltahanketta. (RIL 179-2018, 65.)

Suunnittelussa ja rakentamisessa hyödynnetään mallintamista ja mitoitusta tehdään eurokoodien mukaan (RIL 179-2018, 15).

### 3.2 Esisuunnittelu

Esisuunnitteluvaiheessa hahmotellaan vaihtoehtoja, ennen varsinaista suunnitteluvaihetta. Esisuunnitteluvaiheesta käytetään myös nimeä rakennettavuus selvitys, jossa verrataan erilaisten vaihtoehtojen liikenteellisiä vaikutuksia sekä kustannuksia karkealla tasolla. (RIL 179-2018, 67.)

Esisuunnittelun tavoitteena on eri väylien linjausvaihtoehtojen selvittäminen, edellytysten luominen kokonaisuuden kannalta parhaan ratkaisun löytämiseen, lähtökohtien tuottaminen sillan yleissuunnittelua varten, silta-, tunneli- tai lauttayhteysvaihtoehtojen selvittäminen ja eritasoristeysten ylikulku- sekä alikulkuvaihtoehtojen selvittäminen. (RIL 179-2018, 67.)

Esisuunnittelussa tehtyjä suunnitelmia ei varsinaisesti hyväksytetä eikä siihen ole olemassa varsinaisia vaatimuksia. Esisuunnittelussa on tärkeää kuulla eri sidosryhmiä, jotta tiesuunnittelu ja/tai yleissuunnittelu menee oikeaan suuntaan alusta alkaen. Usein esisuunnittelun tekijä on väylän pitäjä tai taho, joka hyötyisi näistä ratkaisusta, mutta periaatteessa esisuunnittelun voi teettää kuka tahansa, koska siitä ei ole olemassa varsinaisia säädöksiä. Suunniteltavasta väyläratkaisusta hyötyisi esimerkiksi kunta, joka haluaa kehittää maankäyttöä. (RIL 179-2018, 67.)

Esisuunnitteluvaiheen aineisto saattaa vaihdella tapauskohtaisesti, sen mukaan, millainen tarve on lopputuloksen kannalta. Yleensä tuloksena saatavat aineistot ovat: esisuunnitteluraportti, luonnospiirustukset merkittävimmistä silloisista ja muista rakenteista, kustannusarviot, havainnekuvat ja muu havainne aineisto sekä yhteenvetotaulukko silloista kussakin linjausvaihtoehdossa. (RIL 179-2018, 70.)

### 3.3 Yleissuunnittelu

Yleissuunnitteluvaiheessa luodaan yleissuunnitelma, joka on yleispiirteisempi kuin tiesuunnitelma. Yleissuunnitelman perusteella voidaan tehdä tarkempi tiesuunnitelma. Tarve yleissuunnitelmasta perustuu hankkeen laajuuteen ja se

hyväksytetään Väylävirastolla. Yleissuunnittelu on selvitysvaihe, jossa esitetään perustelut maantien tarpeellisuudesta sekä tutkituista vaihtoehdoista kustannusarvioiden kanssa, tien tekniset ja liikenteelliset perusratkaisut, arvioitu sijainti sekä sen vaikutukset tie- ja liikenneoloihin. Yleissuunnitteluvaiheessa tulee myös esittää selvitykset liikenneturvallisuuksiin, yhteiskuntarakenteeseen, maankäyttöön sekä ympäristöön, ihmisten terveyteen, elinkeinoihin ja viihtyvyyteen liittyvistä tekijöistä. (RIL 179-2018, 70.)

Yleissuunnittelun tavoitteena on laatia merkittävistä kohteista silta- ja tunnelivaihtoehtoja, tutkia sillan rakentamisen vaikutuksia luontoon ja ympäristöön, valita tielinjaus ja tasaus edullisimman siltaratkaisun löytämiseksi, määrittellä päämittoja ja ulkonäkökysymyksiä havainneaineistoa varten sekä tuottaa ympäristövaikutusten arviointia varten tarvittavat tiedot silloista. (RIL 179-2018, 70.)

Yleissuunnitelma tulee laatia aina, kun hanke on YVA-velvollinen eli kun hanke vaatii ympäristövaikutusten arviointimenettelyä annetun lain mukaista arviointimenettelyä. Tällaisia hankkeita ovat moottoritien tai moottoriliikennetien rakentaminen, monikaistaisten vähintään 10 kilometrin pituisen uuden tien rakentaminen tai saman mittaisen tien leventäminen tai uudelleen linjaaminen. Kun hankkeen vaikutuksia tai tien sijaintia ei ole selvitetty riittävällä tavalla asemakaavassa tai oikeusvaikutteisessa yleiskaavassa ja kun hankkeella on merkittäviä seurannaisvaikutuksia, tulee yleissuunnitelma aina laatia. (RIL 179-2018, 70.)

Tässä vaiheessa tehdään mittauksia, pohjatutkimuksia ja muita tarpeellisia tutkimuksia, jotta voidaan varmistua suunnitelman toteuttamisesta kustannusarvioiden puitteissa. Näin varmistetaan myös se, että seuraavia vaiheita laatiessa ei tarvitse palata aiemmin päätettyihin asioihin. (RIL 179-2018, 70.)

Yleissuunnitelmaa ei voida hyväksyä, mikäli se ei vastaa maakuntakaavaa tai oikeusvaikutteisesta yleiskaavaa. Jos kuitenkin sekä kunta että ELY-keskuksen vastuualue tukevat yleissuunnitelmaa, joka on asemakaavan vastainen,

voidaan tämä hyväksyä. Yleissuunnittelu teetetään ELY-keskuksessa tai kunnalla, jonka tienpitoviranomainen on valtuuttanut teettämään suunnittelua maantiellä. Kustannusten määräytymisen kannalta yleissuunnitelmalla on ratkaiseva asema, sillä suuri osa kustannuksista määräytyy sen perusteella. (RIL 179-2018, 70.)

Valmiiseen yleissuunnittelun aineistoon laaditaan silta- ja tunneliluonnokset, alustavat pääpiirustukset, suunnitelmaselostus, alustavat kustannusarviot, havainnekuvat ja muu havainne aineisto sekä suositus jatkosuunnittelusta. (RIL 179-2018, 70.)

### 3.4 Tiesuunnittelu

Tiesuunnitelman tulee olla hyväksytty, jotta tien rakentaminen voidaan aloittaa. Ensisijaisesti tie rakennetaan tiesuunnitelman mukaisesti. Hyväksytty tiesuunnitelma on lainvoimainen ja sen myötä rakennushanke voidaan aloittaa sekä valtuuttaa tarvittaviin maahankintoihin. Pääsääntöisesti tiesuunnitelma vaaditaan ja se määräytyy hankkeen sekä olosuhteiden mukaisesti. Toisinaan tiesuunnitelmaa ei tarvita, jos kyse on maantien parantamisesta, missä vaikutukset ovat vähäiset ja joka ei vaadi lisää tiealuetta tai aluejärjestelyistä on päästy yhteisymmärrykseen maan omistajan kanssa. (RIL 179-2018, 70–71.)

Jos yleissuunnittelun yhteydessä on laadittu ympäristövaikutusten arviointi, sitä ei ole tarpeen tehdä uudelleen tiesuunnittelun vaiheessa. Tiesuunnitelman avulla pitää pystyä merkitä tiealue maastoon eli suunnitelmassa tulee esittää tien sijainti, korkeusasemat sekä poikkileikkaus. Suunnitelmassa tulee myös käydä ilmi hankkeen kustannusarvio, mahdollinen aluevaraus leventämishankkeita varten sekä tien suoja- ja näkemäalueet. Mikäli yleissuunnitteluvaiheessa tehdyt tutkimukset eivät ole riittäviä varmistamaan hankkeen toteuttamisesta kohtuullisin kustannuksin, tehdään tarpeelliset tutkimukset tiesuunnittelun vaiheessa. (RIL 179-2018, 70–71.)

Tiesuunnitelmaa ei voida hyväksyä, mikäli se on oikeusvaikutteisen yleiskaavan tai asemakaavan vastainen tai rakentamisesta aiheutuvia vahinkoja ei voida

riittävästi ehkäistä. Yksi olennaisista seikoista tiesuunnitteluvaiheessa on näiden riskien minimointi. Tiesuunnitelma hyväksyttäminen voidaan siirtää liikenne- ja viestintäministeriön ratkaistavaksi, mikäli kunta, maakunnan liitto tai ELY-keskus vastustaa suunnitelman hyväksymistä. Tienpitäjä voi myös siirtää suunnitelman ministeriön ratkaistavaksi erinäisistä syistä. Muutoin tiesuunnitelman hyväksyy tienpitäjä. (RIL 179-2018, 71.)

Tiesuunnitteluvaiheessa tulee laatia suunnittelusopimus, jos joku muu taho kuin tienpitäjä tai tienpitöviranomaisen haluaa suunnitella tiesuunnitelmaa vaativia järjestelyitä valtion maantielle. Suunnittelusopimus tehdään tienpitöviranomaisen kanssa ja siinä sovitaan vastuunjaosta, kustannusjaosta sekä mahdollisista hallinnollisista muutoksista. (RIL 179-2018, 71.)

Siltasuunnittelun osana tiesuunnittelun tuloksena laaditaan pääpiirustus, määräluettelo, kustannusarvio, suunnitelmaselostus, siltakohtaiset tuotevaatimukset, toteutustapaehdotus sekä havainnekuvat. Lisäksi tulee laatia alustavia rakennelaskelmia tie- ja siltarakenteiden päämittojen määrittämiseksi niin, etteivät ne muutu kustannuksiltaan merkittävästi rakennussuunnitteluvaiheessa. (RIL 179-2018, 71.)

### 3.5 Rakennussuunnittelu

Rakennussuunnitelma on yksityiskohtainen asiakirja, joka pitää sisällään rakennustyön sisältöä, laatua ja työsuoritusta koskevia asiakirjoja.

Rakennussuunnitelman perusteella tie siltoineen voidaan rakentaa.

Suunnitelma laaditaan *InfraRYLin Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset* -ohjeistoa ja nimikkeistöä käyttäen. (RIL 179-2018, 71.)

Rakennussuunnitelman tulee olla yksityiskohtainen ja selkeä, se on rakennuttajan sekä urakoitsijan käyttöön tuleva hankinta-asiakirja. Tien rakennussuunnitelman tarkastuksesta ja hyväksymisestä määrittelee tilaaja. Siltojen ja muiden taitorakenteiden tarkastamisesta ja hyväksymisestä on olemassa Liikenneviraston laatima ohje *Taitorakenteiden rakennussuunnitelmien tarkastusohje* 30.2014, jossa kerrotaan, miten

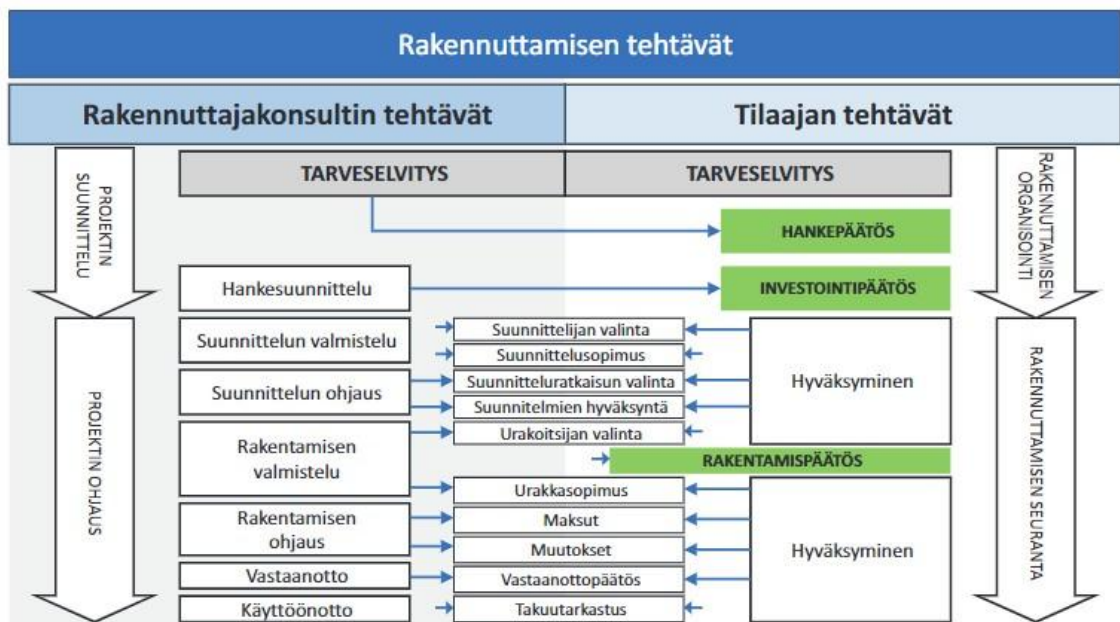
ratkaistaan eri vaativuusluokkien rakenteiden rakennussuunnitelmat. (RIL 179-2018, 71.)

Sillan rakennussuunnitelma sisältää yleispiirustuksen, rakennepiirustukset, siltakohtaiset laatuvaatimukset, määräluettelot, kustannusarvion, työtapaehtotuksen, erityisrakenteiden suunnitelmat sekä riskitarkastelun. (RIL 179-2018, 71.)

### 3.6 Rakennuttaminen ja toteutusvaihe

Rakennuttaminen on rakennushankkeen toteuttamista käyttämällä ulkopuolista toimijaa eli rakennuttajaa. Rakennuttaja voi halutessaan itse toimia päätoteuttajana tai vaihtoehtoisesti nimetä tämän. (RIL 179-2018, 72.)

Rakennuttamisen periaatteellisiin tehtäviin kuuluu hankkeen tavoitteen asettaminen, organisointi, johtaminen sekä suunnitteluttaminen ja suunnittelun ohjaus sekä rakennuttamisen ohjaus ja valvonta. Tämä on esitetty tarkemmin kuvassa 4. (RIL 273-2022, 43.)



Kuva 4. Rakennuttamisen periaatteelliset tehtävät (RIL 273-2022).

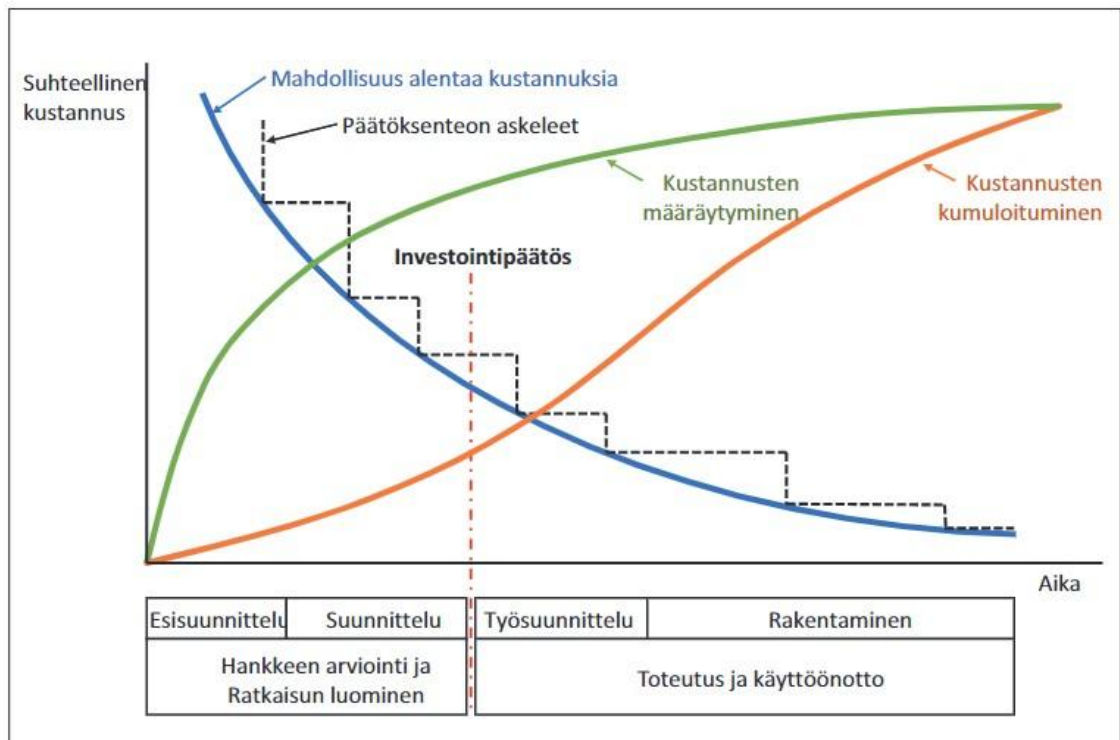
Rakennushanke voi olla ELY-keskuksen rakennuttama tiehanke, joka toteutetaan tienpidon budjettirahoituksella tai Väyläviraston toteuttama valtakunnallisesti merkittävä investointi. Näissä molemmissa tapauksissa hanke toteutuu selkeästi valtion toimesta, vaikkakin kyseessä eri virastot. Vaihtoehtoisesti, jos hankkeen toteuttaa jokin muu taho, kuin tienpitäjä tai tienpitoviranomainen tulee tienpitoviranomaisen kanssa tehdä ns. toteuttamissopimus. Toteuttamissopimuksessa sovitaan vastuunjaosta ja rakennuttajan erityisistä velvoitteista eli liikennejärjestelyiden toteuttamisesta, kustannusjaosta sekä mahdollisista hallinnollisista muutoksista. Jos tiesuunnittelun vaiheessa on laadittu suunnittelusopimus, on osa edellä mainituista asioista jo sovittu. (RIL 179-2018, 72.)

Tiehankeessa kustannuksiin osallistuu ja maksaa se taho, joka hanketta tarvitsee. Vaikka hanke toteutettaisiin valtion maantielle ja valtion omaisuudeksi, kustannuksiin osallistuu myös kunta tai esimerkiksi yksityinen yritys. Koska hankeessa saattaa olla monta hyötyjää, tulee kustannusjako neuvotella aina tapauskohtaisesti. (RIL 179-2018, 72.)

Yksi rahoittavista ja rakennushankkeeseen ryhtyvistä tahoista nimetään rakennuttajaksi, vastaamaan rakennuttajan käytännön tehtävistä sekä selkeyttääkseen hankkeen etenemistä. Jotta vältetään myöhemmin syntyviltä lisäkustannuksilta ylläpitoon liittyen, rakennuttajaksi valitaan usein miten tuleva ylläpitäjä. Tämä on usein myös selkein ja vähiten riitatilanteita aiheuttava toimintamalli. (RIL 179-2018, 72.)

## 4 Taloudellinen kestävä kehitys

Siltarakentamisessa kustannukset jaetaan elinkaaren vaiheiden mukaan. Näitä vaihteita ovat suunnittelu-, rakentamis-, hoito- ja kunnossapito- sekä korjaus- ja käytöstä poistamisen vaiheet. Jokaiseen vaiheeseen liittyy omat kustannukset, joka luo siltakustannuksen kokonaisuuden. Suurin vaikutus kustannuksiin tapahtuu suunnitteluvaiheessa, jossa tehdään ratkaisut sillan ominaisuuksista. Vaikutusmahdollisuuden kokonaiskustannuksiin vaiheittain on esitetty kuvassa 5. Käyttökustannuksia syntyy ainoastaan avattavista silloista. (RIL 179-2018, 114.)



Kuva 5. Vaikutusmahdollisuudet kokonaiskustannuksiin hankkeen edetessä (RIL 273-2022).

Suomessa kestävät ratkaisut ja korjausmenetelmät perustuvat sillansuunnittelun ja sillankorjauksen ohjeistuksiin. Sillan hoidon ja ylläpidon kustannuksiin voidaan vaikuttaa sillan suunnitteluvaiheessa ja vaikuttaa

samalla korjausten tiheyden tarpeeseen sekä korjausten kustannuksiin. Ylläpidon ja hoidon kustannusten kannalta suunnitteluvaiheen ratkaisut ovat merkittävässä roolissa. Näitä voidaan säädellä esimerkiksi liikuntasauvojen, laakeritasojen, kuivatuksen sekä reunapalkkien päiden detaljien kannalta. (RIL 179-2018, 114.)

Ylläpitokustannuksia betonisilloissa aiheuttaa eniten betonin halkeamat, liikuntasauomalaitteet, kuivatusjärjestelmät, reunapalkkien kunnostaminen sekä laakerit. Huolto- ja korjaustoimenpiteitä aiheuttavia tekijöitä teräs- ja liittopalkkisiltojen osalta ovat vastaavia betonisiltojen kanssa, mutta merkittävin kustannustekijä on maalaustiheys. (RIL 179-2018, 114–115.)

#### 4.1 Kustannusten jakautuminen

Sillan kustannuksista noin 90 % määräytyy sillan suunnitteluvaiheessa. Tarveselvitysvaiheessa noin 50–65 %, kun taas yleissuunnittelu ja rakennussuunnitteluvaiheessa määräytyy noin 35 % sillan kokonaiskustannuksista. (RIL 179-2018, 115.)

Vaihtoehtoiset ratkaisut ja niiden vertaaminen keskenään on merkittävä osa kokonaiskustannusten muodostumista ja tämä vaihe tapahtuu jo suunnitteluvaiheessa. Koska suunnitteluvaiheen alussa tehdään merkittävimmät päätökset kustannusten suhteen, määräytyy niitä itse rakennusvaiheessa hyvin vähän, 5–10 %. Kustannusten kerryttäminen taas suunnitteluvaiheessa on hyvin vähäistä, noin 20 % ja loput 80 % kustannuksista kertyykin rakennusvaiheessa. (RIL 179-2018, 115.)

Suuri merkitys hankkeen lopputuloksen kannalta on kustannussuunnittelulla. Kustannussuunnittelun tavoitteena on kustannusten tarkoituksenmukaistaminen, eikä niinkään minimoiminen. Merkittävin rooli suunnitteluvaiheessa tehtyjen päätösten sekä rakentamis- ja ylläpitokustannusten valittuihin ratkaisujen toteutumiseen on rakennuttajalla. Sillan rakennuttajan on valvottava ja seurattava kokonaiskustannusten muodostumista suunnitteluvaiheesta rakentamisvaiheeseen saakka. Vaikka

rakennuttaja ei voi suoranaisesti ohjailla kustannuksia, rakennuttajan tehtävä on estää tarpeettomien ja kohtuuttomien kustannusten syntyminen sekä valvoa kustannusten pysymistä tavoitteissa. (RIL 179-2018, 115.)

#### 4.2 Siltojen kustannuksia

Siltarakentamiseen liittyvät kustannukset koostuvat kokonaisuudesta, johon kuuluu sillan rakentamisen lisäksi siihen liittyviä muita töitä, esimerkiksi maanrakennustyöt sekä pohjanvahvistustyöt. Ei ole olemassa vain hankkeen kustannuksia, vaan on tärkeää osata erottaa kustannusten alueet toisistaan. Usein ajatellaan, että rakennetaan vain silta, vaikka siihen kuuluu muitakin osalualueita, kuten tien, rantamuurien tai pohjavahvistusten rakentaminen. Näin erotetaan toisistaan itse sillan kustannukset, koko hankkeen kustannukset sekä kokonaiskustannukset, joihin sisältyy mm. suunnittelun ja rakennuttamisen kustannukset. Lisäksi useasti erityisesti vesistö sillan sisältävät hankkeet ovat pelkän sillan nimen alla. (RIL 179-2018, 115–116.)

Kustannukset riippuvat sillan perustamistavasta sekä uusimiskohteissa nykyisen sillan purusta. Itse sillan rakentamisen lisäksi kustannuksia kertyy paikalla olleen sillan purkamisesta, maanrakennustöistä, kiertotiejärjestelyistä, tietöistä sekä siltaan liittyvien teiden pohjanvahvistuksista, jonka kustannukset voivat olla jopa kaksinkertaiset verrattuna pelkän sillan uusimiskustannuksiin. Siltojen arvioituja rakennuskustannuksia ilman maanrakennus-, suunnittelu- ja rakennuttamiskustannuksia on esitetty taulukossa 3. Hinnat ovat suuntaan-antavia vuodelta 2017. Lisäksi hintoihin vaikuttaa suuresti urakan laajuus, perustamisolosuhteet, markkinatilanne sekä kohteen sijainti. (RIL 179-2018, 116.)

Taulukko 3. Siltojen ohjeellisia kustannuksia €/kansi-m<sup>2</sup> (RIL 179-2018, 116).

	Sillatyyppi	Minimi	Maksimi
TIESILLAT:	Vinojalkainen kehäsilta, tyyppisuunnitelman mukaan	2200	2500
	Suorajalkainen kehäsilta, tyyppisuunnitelman mukaan	2400	2800
	Ulokelaattasilta	1300	1600
	Jännitetty jatkuva palkkisilta, risteyssilta	1400	1800
	Jännitetty jatkuva palkkisilta, pitkät jännevälit, vesistösilta	1700	2100
	Liittopalkkisilta, pitkät jännevälit, vesistösilta	2000	2300
	Vinoköysisillat	5000	8000
RAUTATIE-	Laatta- tai palkkisilta, sivustasiirrettävä	3200	4000
SILLAT:	Kaukalopalkkisilta	3500	4200
KEVYEN LII-	Betoninen laatta- ja palkkisilta	1500	1800
KENTTEEN	Liittopalkkisilta	2000	2500
SILLAT:	Vinoköysisilta, kaarisilta vesistösiltaan	5000	7000

#### 4.3 Kustannusarviot

Kustannusarvioita laaditaan hankkeen eri vaiheissa ja niiden pohjalta luodaan kustannussuunnittelu. Suunnittelu- ja päätöksentekovaihe määrittelee kustannusarvioiden tarkkuuden. Eri vaihtoehtoja vertaillessa on tärkeää, että kustannusarviot ovat riittävän tarkat ja luotettavat, jotta suunnittelun alkuvaiheessa tehtävät vertailut ja valinnat voidaan tehdä huolellisesti. Laatumistarkkuuksien arviot tarkentuvat suunnittelun edetessä, kun alkuvaiheessa riittää esimerkiksi neliöhinnat ja paalujen metrihinnat. (RIL 179-2018, 116.)

Toteutuneisiin kustannuksiin vaikuttaa mm. markkinatilanne, suunnitelmien tarkkuus sekä siitä johtuvat muutostyöt. Suurimpien muutosten välttämiseksi

kustannusarvio on sidottu indeksiin rakennussuunnitelman yhteydessä. (RIL 179-2018, 116.)

Laskentasovelluksia on kehitetty kustannustavoitteiden ja -arvioiden laatimista varten. Infrahankkeisiin erikoistuneilla ohjelmilla voidaan luoda nopeastikin alustavia kustannusarvioita sekä -tavoitteita, syöttämällä ohjelmaan hankkeen ominaisuudet. (RIL 179-2018, 116–117.)

Määräluettelon perusteella laaditaan kustannusarviot miltei kaikissa suunnitteluvaiheissa. Siihen on merkitty hankkeen osa-alueiden tilastollisia yksikköhintoja. Määrätietojen virheellisyys on suurin riski kustannusarvioiden laatimisissa ja siksi ne tulee tarkastaa huolellisesti ainakin suurimpien määrien suhteen. Kustannusarvioihin lisätään tietyin vakiintunein prosenttimäärin yleiskustannuksia sekä muita kustannuksia. Kustannusarvioihin vaikuttavia tekijöitä ovat usean osapuolen toiveet, jotka tulisi huomioida kustannusarvioita tehtäessä. Näitä saattaa monesti ilmetä väylähankkeisiin jo ennen rakentamista. (RIL 179-2018, 117.)

## 5 Siltasuunnittelun kehittäminen

Opinnäytetyö on tutkimuksellinen ja tutkimusmenetelmänä on kvalitatiivinen. Kvalitatiivisena tutkimuksena on käytetty haastattelumenetelmää ja vastauksia on saatu neljältä siltarakentamisen ammattilaiselta sähköpostitse. Haastatteluiden tarkoituksena oli saada mahdollisimman laaja näkemys nykyisestä siltarakentamisen prosessista ja mahdollisista haasteista sekä kehitysideoista. (Alasuutari 2011, luku 2.) Tutkimustulosten saavuttamiseksi haastateltiin eri yritysten siltasuunnittelijoita ja tilaajan roolissa toimivia henkilöitä. Haastatteluista on kerätty tietoa ammattilaisten mielipiteistä ja toimintatavoista. Kysymykset on esitetty liitteessä 1 Tässä luvussa on tulkittu haastattelukysymyksien vastauksia ja teksti perustuu silta-alan ammattilaisten mielipiteisiin ja näkemyksiin.

### 5.1 Suunnittelun ongelmakohdat ja ratkaisut

Siltasuunnittelu on aina osana jonkin muun tekniikan alan hanketta ja varsinainen siltojen suunnittelu on suhteellisen yksiselitteinen. Projektin sujuvaan etenemiseen edellytetään riittävät ja oikea-aikaiset lähtötiedot sekä oikeiden sidosryhmien yhdistämistä siltaprojektiin. Suunnitteluprosessi jää tilaajalle usein etäiseksi ja sitä yritetään nopeuttaa hyppäämällä yleissuunnitteluvaiheesta suoraan rakennesuunnitteluun. Näin välistä jää uupumaan kadun, tien tai radan suunnitteluvaihe, johon olisi järkevintä liittää siltahanke ja edetä vaiheiden järjestyksessä. Poikkeuksena on ST-urakka tai allianssihankeet, joissa on mahdollista jättää tiettyjä vaiheita välistä. Nämä tilanteen poikkeavat siten, että otetaan tietoinen riski lähtöpisteeseen palaamisesta.

Ennen kuin voidaan aloittaa sillan suunnittelu, tulee se suunnitella huolellisesti. Suunnittelutyössä on tärkeää tunnistaa mitä ollaan tekemässä, mikä on haluttu lopputulos, miten tähän tulokseen päästään ja keitä hankkeessa on mukana. Avaintekijöitä suunnittelun onnistumiselle on aikataulun ja kustannusten

seuranta ja niiden tavoitteissa pysyminen. Lisäksi töiden oikea-aikainen jaksottaminen ja limittäminen on tärkeää, jotta vältytään hukkaan meneviltä resursseilta. Limityksen ja jaksottamisen tärkeys tulee esiin, kun esimerkiksi ilman limitystä ensimmäisen työvaiheen jälkeen saattaa tulla kuukausien mittainen tauko ennen seuraavaan vaiheeseen siirtymistä. Työvaiheiden tulee liittyä sujuvasti toisiinsa, jotta voidaan tehostaa kokonaisläpiviennin aika raameja. Jouhevuuden lisäämiseksi varhaisessa vaiheessa on tarpeellista sopia välitavoitteista, ohjelmisto- ja versiovalinnoista ja tarkastajien nimeämisestä, jotta suunnitteluratkaisuista voidaan keskustella jo suunnittelun aikana. Tarkastusprosessille tulee myös varata riittävästi aikaa ja suunnitelmat tulee käydä huolellisesti läpi ennen asiakirjojen luovuttamista eteenpäin.

Haastatteluista voidaan tulkita suurimmaksi kompastuskiveksi pohjatutkimukset, jotka usein jäävät puutteelliseksi vaiheiden oikomisen vuoksi. Lisäksi jos vaiheita puuttuu välistä se voi pahimmassa tapauksessa tarkoittaa, että rakennesuunnittelu joudutaan tekemään kahteen kertaan, joka puolestaan vie paljon resursseja sekä hidastaa prosessin etenemistä. Tämän tilanteen aiheuttajia voivat olla esimerkiksi väylien muuttuvat lähtötiedot: silta ei mahdu sille varatulle alueelle tai pahimmassa tapauksessa vesilupa kaataa koko hankkeen. Suunnittelun vaiheita voidaan nopeuttaa parametrisellä suunnittelulla, joka on osittain jo käytössä oleva työkalu. Tällöin toistuvia asioita ei tarvitse syöttää useaan kertaan alusta asti, vaan projektin alussa voidaan lähtötietoja muuttamalla muokata koko prosessia ja lopputuloksia ja näin saadaan läpivientiaikaa huomattavasti nopeammaksi.

Laadun, aikarajojen sekä kustannustehokkuuden kehittämiseksi on ehdotettu seuraavaa: Yleissuunnitelmavaiheessa tulee tutkia eri vaihtoehtot, alustavat siltapituudet, siltatyypit, alustavat perustamistavat, kustannukset sekä tehdä riittävästi pohjatutkimuksia näiden tueksi. Tie-, katu- ja ratasuunnitteluvaiheessa tulee tehdä väylien tasaukset ja linjaukset sekä valita tarvittavat alikulkukorkeudet. Lisäksi tulisi tehdä tukikohtaiset pohjatutkimukset sekä hoitaa hallinnolliset asiat esimerkiksi vesiluvat. Näiden pohjalta voidaan lähteä tarkentamaan itse siltasuunnitelmaa. Rakennesuunnitteluvaihe on edellisten

lisäksi noin 80 % siltasuunnittelun koko työmäärästä. Kun edelliset vaiheet on tehty huolellisesti loppuun, voidaan tässä vaiheessa keskittyä optimoimaan sillan rakenteiden suunnittelua. Yhdistelmämallin käytöllä suunnitelmia voitaisiin yhteensovittaa tehokkaammin eri tekniikan alojen välillä. Yhdistelmämallilla voidaan havaita esimerkiksi mahdollisia ristiriitoja rakenteiden päällekkäisyyksissä. Yhdistelmämallin avulla voidaan tehostaa yhteistyötä huomattavasti ja sitä voidaan käyttää myös havainnollistamaan hankkeen kokonaisuutta esimerkiksi tilaajalle ja urakoitsijalle.

Suunnitteluvaiheen aikarajoja tulisi kehittää projektin aikataulutuksen seuraamisella sekä hallinnalla. Tulevaisuudessa jokaista suunnittelijaa tulee nopeuttamaan ja tehostamaan tekoäly, joka on rantautumassa myös siltasuunnitteluun. Tekoälyä voidaan käyttää esimerkiksi tarjouslaskennan muistilistana, suunnitelmien tarkastamisessa sekä tiedon käsittelyssä ja muokkaamisessa. Myös suunnitelmaselostuksien luominen sujuisi tekoälyllä tehokkaammin, mutta tämä vaatisi tilaajan hyväksynnän asialle.

Määrälaskennan ja asiakirjaluetteloiden tuottaminen voisi tapahtua mallista ja piirustuksien nimiöistä ja näin nopeuttaisi projektin etenemistä huomattavasti.

## 5.2 Osapuolien yhteistyö

Tehokas vuorovaikutus mahdollistaa koko suunnittelun toteuttamisen. Olennaista on myös suunnitelman tarkastusprosessin kytkeminen osaksi kokonaisuutta. Tämä varmistaa suunnitelmien laadun yhteensopivuuden ja määräysten mukaisuuden ennen toteutusta, mikä puolestaan vähentää virheiden riskiä ja parantaa hankkeen hallittavuutta.

Joissakin tapauksissa siltasuunnittelija saattaa suunnitella myös hankkeen väyliä tai antaa toiveita siihen, mutta lähtökohtaisesti väylien tulee olla määriteltyinä siltapaikalle ennen, kuin siltaa voidaan suunnitella. Yhteistyö siltasuunnittelijan sekä väyläsuunnittelijan välillä on todella merkittävä prosessin tehokkuuden kannalta. Yhteistyön kehittämiseksi suunnittelijat ehdottavat tapaamista, jossa ratkaistaan asiat yhdessä ja määritellään tavoitteen

siltapaikan reunaehtojen mukaan. Samaa kehittämisideaa voitaisiin hyödyntää geosuunnittelun osalta, jossa yhteensovittamisen sujuvuuden kanssa esiintyy usein haasteita.

Kyselyissä on käynyt ilmi myös puutteita tilaajan sekä suunnittelijoiden välisessä vuorovaikutuksessa. Tehokkuutta tahojen väliseen yhteistyöhön voitaisiin parantaa pitämällä tilaajaa ajan tasalla prosessin työkaluista ja menetelmistä sekä erityisesti aikataulun hallinnasta. Säännöllinen tiedonvaihto eri tekniikan aloilla on selkein toive, joka on noussut esiin jokaisessa haastattelussa. Lyhyetkin viikkopalaverit saattavat olla merkityksellisiä joidenkin asioiden suhteen, vaikka varsinaista asiaa tai läpikäytävää ei tuntuisikaan olevan. Lisäksi hyvän yhteistyön luomiseksi tärkeä rooli on esimiehellä. Esimiehen tehtävänä on johtaa esimerkillisesti ja luoda kunnioittava yhteishenki projektiin osallistuville henkilöille. Kuitenkin otetaan huomioon, että jokaisella on oma roolinsa hyvän ympäristön ja kunnioittavan työkuulttuurin luomisessa tiedon vaihtamista ajatellen.

## 6 Yhteenveto

Siltatyypin valintaan vaikuttavat rakentamisen ja ylläpidon kustannukset, maaston olosuhteet, geometria sekä huollettavuus. Kustannuksista 90 % määräytyy jo suunnitteluvaiheessa. Niihin vaikuttavia tekijöitä ovat valitut rakenteet ja materiaalit sekä korjaustarpeet. Kustannussuunnittelu keskittyy tarkoituksenmukaisuuteen, eikä pelkästään minimointiin.

Siltahanke etenee seuraavien vaiheiden mukaisesti: Tarveselvityksessä selvitetään sillan uusimisen tai uuden sillan rakentamisen perusteet. Esisuunnittelussa hahmotellaan vaihtoehtoja ja arvioidaan alustavia kustannuksia. Yleissuunnitteluvaiheessa laaditaan yleispiirteinen suunnitelma, joka sisältää ympäristövaikutusten arvioinnin. Tiesuunnitteluvaiheessa määritellään tarkasti sillan sijainti ja sen ominaisuudet. Rakennussuunnittelussa toteutetaan yksityiskohtaiset piirustukset ja asiakirjat toteutusta varten. Viimeisenä toteutusvaiheessa valittu taho rakentaa sillan sovitun sopimuksen mukaisesti.

Haastatteluiden perusteella yhteenvetona voidaan todeta, että suurin vaikutus prosessin etenemisen vaikeuksiin on vaiheiden oikominen. Prosessi tulisi viedä läpi jokaisen vaiheen kautta. Ongelmia aiheuttavat esimerkiksi puutteelliset pohjatutkimukset tai jopa rakennesuunnittelun uudelleen aloittaminen. Joissakin hankkeissa vaiheiden oikaisu on mahdollista, mutta näissä tilanteissa otetaan tietoinen riski lähtöruutuun palaamisesta.

Vuorovaikutus hankkeen osallisten välillä on erittäin tärkeää hankkeen laadun ja tehokkuuden kannalta. Suurimmat haasteet ammattilaisten näkökulmasta on selkeästi yhteistyö ja vuorovaikutus jokaiseen suuntaan. Yhteistyön toivotaan olevan konkreettisempaa eli tarvitaan tapaamisia, joissa jokainen osapuoli saisi äänensä kuuluviin ja päästäisiin haluttuun lopputulokseen.

Nyt saatujen haastatteluvastausten tulokset olisivat perustellumpia, mikäli vastauksia olisi tullut useampi.

## Lähteet

Alasuutari, P. 2011. Laadullinen tutkimus 2.0. Tampere: Vastapaino. E-kirja. Viitattu 27.4.2025. <https://www.ellibslibrary.com/reader/9789517685030>

ELY-keskus 2025. Museosillat. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Viitattu 28.4.2025. <https://www.ely-keskus.fi/museosillat>

Liikennevirasto 2013. Sillat ja ympäristö 2013. Liikenneviraston oppaita 3/2013. Helsinki: Liikennevirasto.

RIL 179-2018. Sillat. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 273-2022. Infrarakennuttaminen. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. E-kirja. Viitattu 29.4.2025. <https://www.ellibslibrary.com/book/9789517586863>

Väylävirasto 2019. Täydentäviä ohjeita siltojen suunnitteluun. Väyläviraston ohjeita 4/2019. Helsinki: Väylävirasto.

Väylävirasto 2000. Siltojen suunnitelmat 2000. Väyläviraston julkaisuja. Helsinki: Väylävirasto.

Väylävirasto 2023. Siltojen toimintalinjat. Väyläviraston ohjeita 9/2023. Helsinki: Väylävirasto.

Väylävirasto 2024. Väyläviraston sillat 31.12.2023. Sillaston rakenne, palvelutaso ja kunto. Osa 1: Tiesillat. Osa 2: Rautatiesillat. Väyläviraston julkaisuja 67/2024. Helsinki: Väylävirasto.

Haastattelukysymykset:

1. Miten siltasuunnittelun prosessin kehittämisellä voidaan parantaa projektin laatua, aikarajoja ja kustannustehokkuutta?
2. Mitä konkreettisia muutoksia suunnittelijat ehdottavat näiden parantamiseksi?
3. Miten siltasuunnittelun prosessiin liittyvät työkalut ja menetelmät voivat tukea prosessin kehittämistä?
4. Mitä uusia innovatiivisia ratkaisuja suunnittelijat ehdottavat käytettäväksi?
5. Miten suunnittelun eri vaiheiden integroituminen ja yhteistyö eri asiantuntijoiden kesken vaikuttaa prosessin tehokkuuteen?
6. Mitä kehittämisideoita suunnittelijat tarjoavat yhteistyön parantamiseksi?