

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Infratekniikan suuntautumisvaihtoehto

Mikko Kohonen

## **Esivalmisteiden hyödyntäminen väylärakentamisessa**

Opinnäytetyö 2017

## Tiivistelmä

Mikko Kohonen

Esivalmisteiden hyödyntäminen väylärakentamisessa, 33 sivua, 1 liite

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Infratekniikan suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö 2017

Ohjaajat: tuntiopettaja Jari-Pekka Sinkko, Saimaan ammattikorkeakoulu, ja

hankinta-insinööri Juha-Matti Paloniemi ja hankeosapäällikkö Mikko Korhonen,

YIT Rakennus Oy

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia väylärakentamisen esivalmisteisiin liittyen nykyisiä toimintatapoja sekä rakennushankkeen osapuolten välistä yhteistyötä. Pääpiirteittäisen analyysin pohjalta tavoitteena oli löytää tulevaisuutta varten kehityskohteita, joilla esivalmisteiden käyttöä saataisiin lisättyä. Työn tilaajana toimi YIT Rakennus Oy.

Työn teoriaosuus toteutettiin pääasiassa kirjallisuustutkimuksella, ja siinä oli tarkoituksena selvittää esivalmisteilla saavutettavia hyötyjä ja haittoja, sekä käsitellä nykyisin käytössä olevia esivalmisteita yleisellä tasolla. Työn tutkimusosuus toteutettiin kvalitatiivisella teemahaastattelulla, jossa pääteemat olivat toimintamallit ja yhteistyö. Haastattelujen tavoitteena oli selvittää esivalmisteiden käytön nykytilaa ja löytää keinoja käytön lisäämiseksi sekä yhteistyön ja toiminnan parantamiseksi.

Työn avulla saatiin käsitys nykyisestä esivalmisteisiin liittyvästä toiminnasta sekä nykyisestä osapuolten välisestä yhteistyöstä. Tuloksina syntyi ajatuksia, joiden avulla nykyistä toimintaa ja yhteistyötä voitaisiin kehittää ja esivalmisteiden käyttöä lisätä.

Asiasanat: esivalmiste, väylärakentaminen

## **Abstract**

Mikko Kohonen

The usage of prefabrication in transport infrastructure construction, 33 Pages, 1 Appendix

Saimaa University of Applied Sciences

Technology, Lappeenranta

Civil and Construction Engineering

Bachelor's Thesis 2017

Instructors: Mr. Jari-Pekka Sinkko, Lecturer, Saimaa University of Applied Sciences, Mr. Juha-Matti Paloniemi, Purchasing and Mr. Mikko Korhonen, Project Section Manager, YIT Construction Oy Ltd

The purpose of the study was to examine the usage of prefabricated components in transport infrastructure construction nowadays and find ways to increase usage of them in the future. The study was commissioned by YIT Construction Oy Ltd.

The information for this study was gathered from the internet, literature, newspapers and by interviewing managers from planning, purchasing and site. Theme interviews included two main themes: co-operation and approaching.

As a result of this project, new ideas and possible ways to develop co-operation and approaching were found. With interviews, an outline of the current state of prefabrication in transport infrastructure construction was found.

Keywords: prefabrication, transport infrastructure construction

## Sisältö

Termistö.....	5
1 Johdanto.....	6
1.1 Työn tausta.....	6
1.2 Työn tavoitteet.....	6
1.3 Työn rajaus.....	7
2 Esivalmistamisesta yleisesti.....	8
2.1 Mikä on esivalmiste.....	8
2.2 Esivalmisteiden vaikutus tuotantoon.....	8
2.3 Esivalmisteiden vaikutus laatuun.....	9
2.4 Esivalmisteiden vaikutus työturvallisuuteen.....	10
2.5 Esivalmisteiden vaikutus kustannuksiin.....	10
2.6 Esivalmistamiseen liittyviä haittoja.....	11
3 Nykyisin käytettäviä esivalmisteita.....	12
3.1 Elementtisillat.....	12
3.2 Raudoitteet.....	13
3.3 Muotit ja telineet.....	15
3.4 Betonituotteet yleisesti.....	17
3.5 Terästuotteet yleisesti.....	19
3.6 Puutuotteet yleisesti.....	20
4 Esivalmisteiden käyttö tulevaisuudessa.....	21
4.1 Haastattelututkimus.....	21
4.2 Toimintamallit.....	22
4.3 Yhteistyö.....	24
5 Johtopäätökset.....	27
6 Pohdinta.....	30
Kuvat.....	31
Taulukot.....	31
Lähteet.....	32

### Liitteet

Liite 1 Haastattelurunko

## Termistö

ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
Harmonisoitu tuotestandardi	Eurooppalaisen standardisoimisjärjestön CENin laatima tuotestandardi, joka johtaa CE-merkintään.
CE-merkintä	Osoittaa, että tuote on testattu harmonisoidun tuotestandardin mukaisella menetelmällä ja on ilmoitetun suoritustason mukainen
Suoritustasoilmoitus (DoP)	Suoritustasoilmoituksella ilmoitetaan kaikki tuotteen ominaisuuksien arvot, joita tarvitaan kansallisten viranomaissäädösten täyttämiseen
ST-urakka	Suunnittele ja toteuta, hankintamuoto, jossa urakoitsijan vastuulla on suunnittelu ja rakentaminen.
Allianssimalli	Rakennushanke, jossa hankkeen keskeiset osapuolet vastaavat yhdessä suunnittelusta ja toteutuksesta

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Rakennusalalla vallitseva kova kilpailu sekä jatkuvasti nousevat kustannukset lisäävät yritysten painetta kehittää tuottavuuttaan, kun samalla rahalla olisi saatava entistä enemmän. Tuottavuuden kehittämiseen on nykyään tarjolla runsaasti mahdollisuuksia. Yksi mahdollisuuksista on esivalmisteiden hyödyntäminen.

Tämä opinnäytetyö tehdään YIT Rakennus Oy:lle. YIT Oyj on Suomen suurin asuntojen rakentaja ja suurin ulkomainen rakentaja Venäjällä. YIT:n toiminta jakautuu asunto-, toimitila- sekä infrarakentamiseen. Yrityksen toiminta-alueena on Suomi, Venäjä, Baltian maat, Tšekki, Slovakia ja Puola. Yrityksen liikevaihto vuonna 2015 oli noin 1,7 miljardia euroa. (1.)

YIT:n hallitus on vahvistanut yrityksen seuraavan kolmivuotiskauden uudistetun strategian syksyllä 2016. Uudistettua strategiaa tukee kolme kehitysohjelmaa: Asumisen palvelut, Korjausrakentamisen palvelut ja Tuottavuusloikka. Tämä työ liittyy olennaisena osana Tuottavuusloikkaan, jonka tarkoituksena on vähentää hukkaa nykyisissä prosesseissa ja toimintatavoissa. Tuottavuusloikan tavoitteena on merkittävä tuotantokustannusten alentaminen, johon pyritään tiivistämällä suunnittelunjohtamisen, hankinnan ja tuotannon yhteistyötä. Tavoitteena on nostaa käytettävien esivalmisteiden määrää, lyhentää tuotannon läpimenoaikaa sekä vahvistaa keskeisiä osaamisalueita. (1.)

## 1.2 Työn tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kerätä yleistä tietoa esivalmisteista, sekä teemahaastattelua soveltamalla tehdä pääpiirteittäinen analyysi nykyisistä toimintatavoista sekä rakennushankkeen osapuolten välisestä yhteistyöstä. Haastattelujen pohjalta tavoitteena on nostaa esiin kehityskohteita, joilla toimintaa voitaisiin tehostaa, esivalmisteiden käyttöä lisätä ja yhteistyötä parantaa. Lisäksi tavoitteena on löytää kokonaan uusia esivalmisteideoita, joita yritys ei työmailaan vielä hyödynnä. Työ toteutetaan tutkimalla alan julkaisuja, valmistajien sivuja sekä haastatteleamalla suunnittelu-, hankinta- ja työpäälliköitä.

### **1.3 Työn rajaus**

Tässä opinnäytetyössä pyritään käsittelemään esivalmisteita yrityksen viime vuosien, käynnissä olevien ja mahdollisesti tulevien hankkeiden näkökulmasta. Pääpaino keskittyy tie- ja siltarakentamiseen. Muuta väylärakentamista, kuten ratarakentamista, ei työssä pyritä käsittelemään, vaikka samat esivalmisteet ja niillä saavutettavat hyödyt ja haitat voivat päteä myös siellä. Esivalmisteita pyritään käsittelemään lähinnä yleisellä tasolla, koska erilaisia väylärakentamiseen liittyviä esivalmisteita on nykyään paljon, eikä työn luonteen kannalta ole tarpeellista kaikkia yksityiskohtaisesti käsitellä.

## **2 Esivalmistamisesta yleisesti**

### **2.1 Mikä on esivalmiste**

Esivalmistaminen on rakennusteollisuuden termi, jolla kuvataan muualla kuin työmaalla valmistettuja tuotteita tai rakenneosia. Nämä tuotteet tai rakenneosat voidaan valmistaa tehtaalla, verstaalla tai esimerkiksi työmaalle rakennetussa työpisteessä. Esivalmisteen valmistuttua se kuljetetaan työmaalle asennettavaksi. (2, s. 477-478.)

Esivalmiste voi olla suoraan valmistajan kuvastosta tilattava, asennusvalmis tuote tai valmistajan järjestelmä, joka räätälöidään työmaan vaatimusten ja suunnitelmien mukaisiksi. Esivalmiste voi olla myös tietty tuote, joka suunnitellaan ja valmistetaan yleensä ainoastaan yhtä kohdetta varten.

### **2.2 Esivalmisteen vaikutus tuotantoon**

Esivalmisteen avulla työmaan tuotantoa voidaan tehostaa ja tuotannon läpivientiä nopeuttaa huomattavasti. Esivalmisteen käyttämisellä voidaan viikkoja vaativa työ toteuttaa jopa päivässä, kun työvaiheita siirretään pois työmaalta. Esimerkiksi betonin lujuudenkehitys tapahtuu hankkeen aikataulusta riippumattomana, jolloin sitä ei tarvitse odotella työmaalla. (3.)

Tuotantolaitoksissa olosuhteet ovat ympäri vuoden lähes vakioituneet. Työmaalla sää vaihtelee jatkuvasti ja etenkin kova talvi voi aiheuttaa huomattavaa viivästystä tuotantoon, mikäli sitä ei aikataulussa ole otettu huomioon. Korkeamman esivalmistusasteen avulla voidaan olosuhteiden aiheuttamaa haittaa vähentää työmaalla. Tuotantolaitoksissa tuotannon optimoiminen on työmaata helpompaa. Tuotantolaitoksissa voidaan hyödyntää paremmin automaatiota, mikä parantaa tuotteiden mittatarkkuutta. (3.)

Tuotantolaitoksissa saavutetaan hyötyjä myös tuotteen elinkaaren kannalta. Materiaalien optimointi ja kierrätys on helpompaa, jolloin syntyvän jätteen ja materiaalihukan määrä vähenee. Jätehuolto ja kierrätyspisteet ovat myös työmaata helpommin järjestettävissä. Tuotantolaitoksissa on usein työmaata paremmat varastointimahdollisuudet, jolloin voidaan järjestää materiaalien hankinta optimaalisemmin. Näin saadaan vähennettyä valmistukseen liittyvää logistiikk-



kaa ja sen kautta päästöjä. Logistiikan järjestäminen voi olla työmaalla haastavaa etenkin talvisin. (3.)

### **2.3 Esivalmisteiden vaikutus laatuun**

Useat alan julkaisut ovat todenneet elementtirakentamisen olevan merkittävä tekijä laadun parantamisessa. Tuotantolaitoksissa paremmat olosuhteet näkyvät parempana laatuna. Laadunvalvonnan helppo järjestäminen ja tasaiset olosuhteet tuottavat tasalaatuisia tuotteita. Tehdasolosuhteissa materiaalit voidaan varastoida säältä suojaan, jolloin ne eivät ole olosuhteille alttiina, kuten usein työmaalla. Tehdasolosuhteissa tuotteiden pieniin yksityiskohtiin voidaan kiinnittää paremmin huomiota, jolloin saadaan aikaan laadukkaampi lopputuote. (4.)

Betonituotteiden valmistuksessa tasaiset olosuhteet ovat merkittävä etu. Betoni usein valmistetaan samassa tuotantolaitoksessa, jolloin pitkän kuljetusmatkan aiheuttamia haittoja ei synny. Lisäaineiden käyttöä voidaan näin hallita paremmin. Laadunvalvonta voidaan suorittaa samoissa tiloissa, joissa betoni on valmistettu ja sen lujuudenkehitys tapahtuu. Tehdastuotannossa myös betonin jälkihoito on helpommin hallittavissa. Teräsmuotit myös takaavat betonille tiiviimmän ja paremman pinnan. Tehdastuotannossa voidaan käyttää korkeampia betonilujuuksia (C60...C100), joilla voidaan saavuttaa etuja muun muassa pakkestävyydessä ja käyttöiässä. (4.)

EU:n rakennustuoteasetus tuli voimaan kokonaisuudessaan 1.7.2013. Rakennustuoteasetus teki CE-merkinnän ja suoritustasoilmoituksen pakolliseksi rakennustuotteille, joille on olemassa yhdenmukaistettu standardi. Rakennustuotteen CE-merkintä osoittaa tuotteen täyttävän Euroopan talousalueella kaikki vapaalle liikkuvuudelle asetetut vaatimukset. Käytännössä tämä tarkoittaa, että CE-merkittyjen tuotteiden ilmoitetut suoritustasot määritetään koko EU:n alueella samoilla menetelmillä. Valmistajien laadunvalvonnalla sekä kolmannen osapuolen valvonnalla on myös samat vaatimukset koko EU:n alueella. (5.)

Tehdasolosuhteissa tuotteet ovat yleensä erittäin mittatarkkoja. Työmaalla tulee tarkastaa saapuneet tuotteet ajoissa, jotta mahdolliset virheiden korjaukset saadaan suunniteltua tuotteen valmistajan kanssa huolella. Omin päin hoidetut korjaukset näkyvät suoraan heikompana laatuna. Työmaalla tulee kiinnittää mit-

tauksiin ja muihin valmisteleviin töihin erityistä huolellisuutta, jotta asennukset hoituvat laadukkaasti. (6.)

#### **2.4 Esivalmisteiden vaikutus työturvallisuuteen**

Työturvallisuuteen liittyvien riskien hallinta on tehdasolosuhteissa helpompaa kuin työmaalla. Työturvallisuutta voidaan parantaa siirtämällä enemmän töitä helpommin hallittaviin olosuhteisiin. Työmaan työturvallisuusriskit pitää huomioida erityisellä huolella myös esivalmisteita käytettäessä. Työmaan riskit voivat päinvastoin kasvaa, etenkin lisääntyneiden nostotöiden vuoksi. Nostotöihin tulee aina kiinnittää erityistä huomiota ja ne tulee suunnitella huolella etukäteen. Myös nostokalustoon liittyvät tarkastukset on suoritettava ajallaan.

Valtioneuvoston asetuksen rakennustöiden turvallisuudesta 205/2009 mukaan työmaalla tulee huolehtia, että jokaisesta työvaiheesta on tehty tarkka tehtäväsuunnitelma, joka sisältää myös kyseisen työvaiheeseen liittyvät turvallisuusasiat. (7.)

Tuotantolaitoksilla on kulunvalvonta usein isoa väylätyömaata helpompaa, jolloin voidaan varmistua siitä, että työvuorossa on aina perehdytetty ja ajantasaiset turvallisuusohjeistukset saanut henkilö.

Esivalmisteiden avulla voidaan myös työntekijöiden työergonomiaa parantaa. Esivalmistettujen tuotteiden avulla voidaan vähentää esimerkiksi työntekijöiden suorittamia toistuvia nostoja huomattavasti, mikä näkyy parempana työhyvinvointina ja sitä kautta parempana tuottavuutena.

#### **2.5 Esivalmisteiden vaikutus kustannuksiin**

Esivalmistamisella saavutetut edut kustannuksissa perustuvat lähinnä tehdas-tuotannon parempaan tuottavuuteen sekä työmaan yleiskustannusten piene-  
nemiseen. Esivalmiste ei välttämättä ole edullisempi kuin työmaalla valmistettu rakenneosaa, vaan kustannuksia vertailtaessa tulee huomioida myös yleis- ja aikakustannukset. Rakentamistekniikoita vertailtaessa tulisi huomioida myös laatu, rakenteiden käyttö ja kestävyys sekä käyttöiän vaikutus elinkaarikustannuksiin. (3.)

Olosuhteiden vaihtelut vaikuttavat työmaan kustannuksiin. Etenkin talvella on kustannuksia korottava vaikutus, kun työmenekki kasvaa, materiaalihukka suurenee, energiantarve ja koneiden ja laitteiden tarve kasvaa sekä rakennusaika pitenee. Tehdastuotannossa olosuhteet ovat lähes vakiot, joten talven vaikutus pysyy pienenä. Talvella huolellinen työvaihesuunnittelu on tärkeää, sillä esimerkiksi maan jäätyminen voi aiheuttaa laatu- ja aikatauluongelmia. Myös rankkasade ja kova tuuli hidastavat työtä ja voivat aiheuttaa lisääntyneitä kustannuksia. (8, s. 3.)

## **2.6 Esivalmistamiseen liittyviä haittoja**

Esivalmisteiden käyttöön liittyviä haittoja on huomattavasti hyötyjä vähemmän. Suurimmat haitat liittyvät lähinnä logistiikkaan. Esivalmisteiden kokoa rajoittaa lähinnä kuljetuskalusto sekä Suomen tieliikennelaki. Suuret ja raskaat erikoiskuljetukset vaativat tarkkaa suunnittelua ja ne voivat vaatia suuriakin erikoisjärjestelyjä. Erikoiskuljetuksia varten on haettava lupa Pirkanmaan ELY-keskukselta. (9.)

Suurille väylätyömaille johtavat tiet voivat olla kapeita, mutkaisia ja niiden kantavuus voi etenkin keväisin olla erittäin heikko. Tämä voi aiheuttaa suuriakin rajoituksia esivalmisteiden kokoon sekä logistiikkaan.

Aikataulun pettäminen tuotantoketjun jossain vaiheessa voi aiheuttaa suuria ongelmia. Mikäli tuotantolaitos ei pysty toimittamaan tuotteita ajoissa, aiheuttaa se työmaan aikataululle ongelmia. Sama pätee toisinpäin: mikäli työmaan aikataulu viivästyy, voi tuotantolaitokselle aiheutua ongelmia mahdollisista erikoiskuljetuksista sekä tuotteiden varastoinnista.

### 3 Nykyisin käytettäviä esivalmisteita

#### 3.1 Elementtisillat

Väylärakentamiseen liittyen elementtisillat ovat näkyvimpiä käytössä olevia esivalmisteita. Vuonna 2016 Suomessa oli Liikenneviraston hallinnassa 15 140 tiesiltaa. Näistä 1 777 oli elementtivalmisteisia. Taulukossa 1 on esitetty elementtirakenteisten siltojen lukumäärät 1.1.2016. Elementtisilloista suosituin siltatyyppi oli elementtirakenteinen teräsbetoninen laattasilta, joita oli peräti 1 215 kappaletta. Suosittuja siltatyyppejä olivat myös teräsbetoninen elementtirakenteinen holvisilta (365 kpl) sekä jännitetty elementtirakenteinen betoninen palkkisilta (119 kpl). (10.)

**Siltojen lukumäärät 1.1.2016**

Siltatyyppi	UUD	VAR	KAS	PIR	POS	KES	EPO	POP	LAP	LIVI	Yhteensä
<b>Teräsbetoninen</b>	<b>197</b>	<b>180</b>	<b>71</b>	<b>102</b>	<b>198</b>	<b>125</b>	<b>208</b>	<b>386</b>	<b>177</b>	<b>5</b>	<b>1 649</b>
laattasilta, elementtirakenteinen	157	162	63	92	140	111	134	237	118	1	1 215
laattakehäsilta, elementtirakenteinen	6		1							1	8
palkkisilta, elementtirakenteinen	2	1	1		1		2	4	1	3	15
palkkikehäsilta, elementtirakenteinen								6			6
holvisilta, elementtirakenteinen	30	15	6	9	49	12	57	135	52		365
rengasholvisilta, elementtirakenteinen	2				8		15	1	6		32
ulokelaattasilta, elementtirakenteinen		1									1
jatkuva ulokelaattasilta, elementtirakenteinen						1					1
kaarisilta, elementtirakenteinen		1									1
ontelolaattasilta, elementtirakenteinen				1		1		3			5
<b>Jännitetty betoninen</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>29</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>128</b>
laattasilta, elementtirakenteinen	1				1		2				4
palkkisilta, elementtirakenteinen	16	17	10	5	28	10	11	9	5	8	119
jatkuva palkkisilta, elementtirakenteinen	1	2						1			4
nivelpalkkisilta, elementtirakenteinen	1										1
<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>216</b>	<b>199</b>	<b>81</b>	<b>107</b>	<b>227</b>	<b>135</b>	<b>221</b>	<b>396</b>	<b>182</b>	<b>13</b>	<b>1 777</b>

Taulukko 1. Elementtirakenteisten siltojen lukumäärät 2016 (10, s. 31).

Nykyisin elementtisillat ovat pääosin betonielementtejä, mutta myös teräspalkki- sekä puusilloja käytetään. Sillan kansi voidaan tehdä kuorilaatan päälle liitoveluna, kokonaan paikallavaluna tai elementtilaatala. Myös puukansi on mahdollinen. Useampiaukkoinen silta voidaan tehdä jatkuvaksi liittämällä jännepalkit toisiinsa tai tekemällä jatkuva kansilaatta. Reunapalkit voidaan tehdä elementtirakenteisina tai paikallavaluna. (11.)

Elementtirakenteisella sillalla voidaan saavuttaa paikalla valettuun siltaan nähden monia etuja. Nykyisillä jännitetyillä palkkielementeillä saavutetaan jo yli 50 metrin jänneväli. Vilkkaasti liikennöidyillä väylillä voidaan pääkannattajat asentaa hiljaisen liikenteen aikaan, jolloin voidaan välttyä pitkään liikenteen haittana olevilta telineratkaisuilta, jotka myös lisäävät onnettomuusiskiä. Liikennejärjes-

telyt etenkin pääkaupunkiseudun vilkkaasti liikennöidyillä väylillä aiheuttavat helposti ruuhkia. Elementtien avulla nämä järjestelyt voidaan välttää ja loppukäyttäjän etu maksimoida. Vesistöjen ylityksissä elementeillä voidaan välttää hankalat ja kalliit työsillat ja telineet. Enimmät työvaiheet voidaan toteuttaa rannalta, jolloin riski joutua veden varaan pienenee. Käyttämällä reunapalkeissa kuorielementtejä, voidaan tulevaisuudessa säästää aikaa korjauksessa. Myös sillan siirtymälaatat voidaan toteuttaa elementeistä. (12.)

Suomessa elementtisiltojen käyttö on ollut varsin vähäistä. Etenkin 1970- ja 1980-luvulla rakennetuista elementtisilloista on jäänyt siltoja omistaville tahoille huonoja kokemuksia, joten niitä ei nykyään suosita. Suomessa myös liikennemäärät ovat muuhun Eurooppaan nähden verrattain pieniä ja kiertoteiden järjestäminen on suhteellisen helppoa. Muualla Euroopassa, etenkin Hollannissa ja Keski-Euroopassa uudet sillat toteutetaan jo pääasiassa elementtirakenteisina. Nykyisillä väylähankkeilla suuremmat sillat toteutetaan pääasiassa paikallavaluna, mutta joitakin pienempiä siltoja on toteutettu elementtiratkaisuna. Esivalmistetuksi sillaksi voidaan lukea myös putkisillat, joita nykyisilläkin hankkeilla on paljon toteutettu. (13, s. 10–11.)

### **3.2 Raudoitteet**

Esivalmistettujen raudoitteiden suurimpia etuja ovat mittatarkkuus sekä hitsauksen myötä erittäin kestävät sidokset. Esivalmistetut raudoitteet voidaan karkeasti jakaa kahteen kategoriaan: komponentteihin sekä mattoraudoitteisiin. Työmaalta toimitetaan raudoitevalmistajalle suunnitelmat. Tehtaalla suunnitelma puretaan osiin ja sen pohjalta suunnitellaan komponentit, jotka valmistetaan ja toimitetaan työmaalle. Työmaalla raudoitteet asennetaan asennussuunnitelman mukaisesti paikoilleen. Esimerkiksi siltapilarien raudoitteet (Kuva 1) on helppo esivalmistaa ja niiden avulla tehostaa sillan läpimenoa. Esivalmistettujen komponenttien avulla raudoituksen tehoa voidaan lisätä merkittävästi ja raudoittajien työergonomiaa parantaa huomattavasti. Raudoitekomponenttien avulla voidaan esimerkiksi sillan raudoitus hoitaa moninkertaisella teholla perinteiseen tapaan nähden. (14.)



Kuva 1. Esivalmistettu siltapilarin raudoite

Mattoraudoitteet soveltuvat etenkin suurien laattojen raudoitukseen sekä kohteisiin, joissa laatan reunojen muodot vaihtelevat. Mattoraudoitteet räätälöidään tehtaalla työmaan suunnitelmien mukaisiksi ja toimitetaan rullina työmaalle. Työmaalla rullat nostetaan paikoilleen asennusohjeen mukaisessa järjestyksessä ja avataan (Kuva 2), jolloin ne muodostavat lähes valmiin raudoituksen. Asennussuunnitelmassa ilmoitetaan raudoitteen valmiusaste rullien avulla. Tehdas ilmoittaa erikseen, mitä raudoitukseen on lisättävä, jotta siitä saadaan valmis. Raudoitteen valmistuksessa on helppo huomioida aukot ja esimerkiksi laatan vinot reunat. Teräsmäärän optimointi tehtaalla on helppoa, jolloin vähennetään syntynyttä hukkaa. Etuja saavutetaan lähinnä nopeamman raudoitus-työn kautta kustannuksissa ja aikataulussa sekä parantuneella työergonomialla. (14.)



Kuva 2. Rullaraidoitteen toisen kerroksen asennus käynnissä

### 3.3 Muotit ja telineet

Esivalmistetuilla muottipukeilla ja erilaisilla telinejärjestelmillä voidaan säästää merkittävästi aikaa työmaan aikataulussa. Muotti- ja telinetöissä voidaan säästää aikaa käyttämällä erilaisia valmiita järjestelmiä. Ongelmana on kuitenkin usein järjestelmien kallis hankintahinta ja kallis vuokra (15, s. 43–44). Nykyisillä hankkeilla telinejärjestelmiä on käytetty etenkin uusien kaarevien vihersiltojen rakentamisessa (Kuva 3). Mikäli hankkeella tehdään useampia siltoja, voidaan kustannuksissa säästää järjestelmiä käyttämällä. Tämä vaatii kuitenkin aina tapauskohtaista tarkastelua. (15, s. 45-46).



Kuva 3. Vihersillan rakentamisessa hyödynnetään telinejärjestelmää.

Esimerkiksi sillan reunapalkin muotti voidaan tehdä esivalmistetuilla pukeilla. Pukkien valmistuksessa voidaan huomioida kulkuväylät ja esimerkiksi kaiteita varten voidaan tolpat tehdä valmiiksi. Siltapilarien muotit (Kuva 4) voidaan esivalmistaa ja työmaalla nostaa paikoilleen. Käytännössä koko muotti voidaan esivalmistaa. Erilaisia muottijärjestelmiä on markkinoilla paljon, ja niiden avulla voidaan saavuttaa aikataulu- sekä turvallisuushyötyä rakentamisvaiheessa, koska telineillä kiipeilyä saadaan vähennettyä. (16.)



Kuva 4. Esivalmistettu pilarimuotti



### 3.4 Betonituotteet yleisesti

Nykyisin väylärakentamisessa hyödynnetään paljon erilaisia betonisia esivalmisteita. Merkittävin etu betonista valmistetuilla esivalmisteilla saavutetaan aikataulussa. Tuotteet ovat yleensä suoraan käyttövalmiita, jolloin työmaalla huolehditaan vain asennuksesta. Muottityö, raudoitus ja valu huolehditaan työmaan aikataulusta riippumattomana. Tehdastuotannossa on helppo käyttää graafista betonia, jonka avulla voidaan vaikuttaa tuotteen ulkonäköön ja ottaa mahdolliset ympäristön arkkitehtoniset vaatimukset huomioon.

Väylärakentamisessa käytetään paljon betonisia melu- ja törmäyskaiteita (Kuva 5), jotka usein ovat esivalmisteita. Kaidetyypin valinta tapahtuu aina voimassa olevien vaatimusten mukaan. Betonisia törmäyskaiteita voidaan käyttää esimerkiksi estämään törmäys siltapilariin tai pylvääseen ja tunneleissa ja kallioleikkauksissa estämään törmäys suoraan kallioon tai tunnelin seinään. Pohjavesisuojausalueella voidaan joutua käyttämään betonisia kaiteita, mikäli jyrkkä luiska hankaloittaa tiivistemateriaalien käyttöä tai on tarve estää esimerkiksi säiliöauton suistuminen kauemmas pohjavesialueelle. (17.)



Kuva 5. Esivalmistettua betonista melukaidetta.

Nykyisin etenkin kaupunkikeskustoissa tilaa rakentamiselle on vähän. Ratkaisuna voidaan käyttää tukimuuria, jonka avulla voidaan saada alue paremmin hyötykäyttöön. Tukimuuria voidaan joutua käyttämään apuna esimerkiksi silta-pengerrysten teossa, mikäli käytettävää tilaa on vähän. (18.)

Liikennemerkkien, opasteiden ja valaisinpylväiden jalustat (Kuva 6) sekä suurien pylväiden perustukset toteutetaan usein esivalmisteilla. Esivalmistettujen jalustojen asennus on nopeaa, ja mittatarkkuus hyvä. Asennettavien jalustojen määrä voi olla hankkeesta riippuen huomattava, jolloin esivalmisteilla saavutetaan huomattavia etuja. (18.)



Kuva 6. Valaisinpylvään jalusta

Myös suuret betonikaivot voidaan mieltää esivalmisteiksi. Betonikaivoja hyödynnetään etenkin liikennetelematiikan rakentamisessa ja suuremmissa hulevesijärjestelmissä. Liikennetelematiikan rakentamisessa voidaan hyödyntää myös esivalmistettuja kaapelikanavia. (18.)

Betonituotteiden valmistajia löytyy paljon ja erilaisia ratkaisuja on tarjolla useita. Kilpailua on alalla paljon, mikä näkyy esivalmistettujen tuotteiden kilpailukykyisinä hintoina sekä vahvana kehitystyönä.

### 3.5 Terästuotteet yleisesti

Väylärakentamisessa hyödynnetään paljon myös teräksestä valmistettuja esivalmisteita. Suomen olosuhteissa terästuotteisiin kohdistuu huomattavaa ympäristörasitusta etenkin tiesuolasta, joten on tärkeää, että pintakäsittely on tehty huolella. Tehdasolosuhteissa voidaan automaatiota hyödyntämällä tehdä pintakäsittely tasalaatuisena ja kestäväenä.

Tiekaiteet ja niihin liittyvät järjestelmät, kuten kokoon painuvat päät, ovat hyvä esimerkki teräksisestä esivalmisteesta. Tiekaiteet ovat liikenneturvallisuuden kannalta äärimmäisen tärkeitä, jolloin on oltava varmuus siitä, että ne on valmistettu laadukkaasti. (17.)

Teräksisiä esivalmisteita voivat olla myös erilaiset linja-autopysäkkien katokset (Kuva 7), keskikaistan ylityksen estävät puomit, hirviaitojen portit sekä melues-teiden rungot. Terästuotteitakin esiintyy väylärakentamisessa paljon.



Kuva 7. Esivalmistettu linja-autopysäkin katos

### 3.6 Puutuotteet yleisesti

Nykyisin puiset meluaidat pyritään valmistamaan mahdollisimman valmiiksi kokoonpanoiksi ennen asennusta. Suurilla meluaidoilla on myös maisemallista arvoa, ja tehdastuotannossa on helppo luoda aitaan erilaisia yksityiskohtia. Myös esimerkiksi liikkumisen rajoittamiseen tarkoitettut aidat ovat usein esivalmistettuja. (19.)

Väylähankkeilla tehdään nykyään paljon myös rakennuksia, kuten pysäköinti-alueiden katoksia ja erilaisia huoltotiloja, esimerkiksi pumppaamoille (Kuva 8) sekä levähdysalueille. Rakennukset eivät yleensä ole kovin suuria, joten ne on helppo valmistaa lähes käyttövalmiiksi ja ne voidaan kuljettaa työmaalle ilman suurempia rajoituksia. Asennus- ja viimeistelytyöt sujuvat helposti jopa päivässä.



Kuva 8. Esivalmistettu pumppaamon huoltotila

## **4 Esivalmisteiden käyttö tulevaisuudessa**

### **4.1 Haastattelututkimus**

Opinnäytetyön tutkimusosuus toteutettiin kvalitatiivista teemahaastattelua soveltamalla. Teemahaastattelun pääteemoiksi valikoituivat toimintamallit ja yhteistyö. Haastattelu valittiin tutkimusmenetelmäksi, koska haluttiin selvittää eri osapuolten haastattelun teemoihin liittyviä kokemuksia ja koska haastateltavien vastauksia kysymyksiin oli vaikea ennakoida.

Tavoitteena oli selvittää haastattelujen avulla esivalmisteiden käyttöön liittyviä nykyisiä toimintamalleja sekä saada käsitys, millaista yhteistyötä osapuolten välillä nykyään on. Tavoitteena oli eri osapuolia haastatteleamalla löytää kehityskohteita, joiden avulla voidaan nykyisiä esivalmisteisiin liittyviä toimintamalleja sekä yhteistyötä osapuolten välillä parantaa.

Tutkimusta varten haastateltiin yhteensä kuutta henkilöä hankinnasta, suunnittelusta ja työmaalta. Neljä haastattelua kuudesta toteutettiin puhelimitse ja kaksi haastattelua kasvotusten. Tavoitteena oli etukäteen valmistellun haastattelurungon avulla käydä keskustelua aiheesta ja löytää haastattelujen pohjalta yhteisiksi koettuja ongelmakohtia. Haastatteluiden luonteet vaihtelivat melko paljon riippuen haastateltavasta, mutta kaikista haastatteluista saatiin aiheeseen liittyviä näkökulmia.

Haastattelut nauhoitettiin ja litteroitiin. Litterointi tehtiin hyvin referoivasti. Tarkoituksena ei ollut selvittää asioita erityisen syvällisesti, vaan saada käsitys tutkitavasta asiasta laajemmassa mittakaavassa. Omalla tulkinnalla on asiassa paljon vaikutusta. Litteroinnista ei käy ilmi, kuka vastauksen on antanut. Koska haastateltavien henkilöiden määrä oli suhteellisen pieni, päätettiin haastattelujen pohjalta tehdä pääpiirteittäinen aineistolähtöinen sisällönanalyysi. Analyysin pääluokkina käytettiin teemahaastattelun teemoja (toimintamallit, yhteistyö), joiden mukaan yhteenvedot haastattelun vastauksista koottiin ja analysoitiin.

## 4.2 Toimintamallit

Haastattelujen ensimmäinen teema oli toimintamallit. Tämän teeman tarkoituksena oli selvittää nykyisiä esivalmisteisiin liittyviä toimintatapoja, niiden toimivuutta sekä löytää kehityskohteita nykyisestä toiminnasta. Tarkoituksena oli myös selvittää, mitä on viime aikoina ryhdytty korvaamaan esivalmisteilla sekä millaisissa tilanteissa esivalmisteita on parhaiten pystytty hyödyntämään ja miten niiden käyttöä voitaisiin lisätä. Tavoitteena oli myös löytää haastateltavilta uusia ideoita esivalmisteista sekä saada näkökulmia, mistä uusia ideoita kannattaisi etsiä.

Haastatelluilla henkilöillä oli melko yhtenevät käsitykset siitä, mitä viime aikoina on pyritty väyläpuolella esivalmisteilla korvaamaan. Esiin nousivat lähinnä pienet paikallavalurakenteet sekä meluaidat. Melukaiteissa havaittiin myös päinvastaista kehitystä nykyisissä liukuvalettavissa kaiteissa. Siltapuolella eniten kehitystä havaittiin teline- ja muottijärjestelmien käytössä. Haastatteluissa nousi esiin, että erilaisia esivalmisteita löytyy paljon ja niitä on hyödynnetty jo kauan. Kaikkia tuotteita ei nykyään välttämättä edes mielletä esivalmisteiksi.

Tilanteisiin, joissa esivalmisteita parhaiten on pystytty hyödyntämään, löytyi haastateltavilta erilaisia näkökulmia. Tilanteissa, joissa aikataulu on tiukka, esivalmisteet mainitaan hyvänä vaihtoehtona aikataulussa säästämiseen. Nämäkin tilanteet ovat tapauskohtaisia: kaupunkikeskustassa aikataulupaine voi olla täysin eri kuin syrjäisellä seututiellä, jolloin ei ehkä esivalmisteeseen päädytä. Suuressa hankkeessa, jossa rakennetaan useita siltoja, ei yksittäisen sillan nopeammalla läpimenoajalla saavuteta välttämättä hyötyä, mutta hankkeessa, jossa tehdään vain yksi silta, voidaan läpimenoajan nopeuttamisella saavuttaa merkittäviä hyötyjä kustannuksissa. Toisena tilanteena esiin nousivat vaihtelevat olosuhteet. Esimerkkinä mainittiin elementtisillat. Haastateltavat uskoivat, että siltoja omistavilla tahoilla on huonoja kokemuksia erityisesti suola-pakkasrasituksen vaikutuksesta, jonka vuoksi elementtisilltoja ei suolatuilla väylillä nykyisin käytetä, mutta kynnyksellä käyttäviä elementtisilltoja suolaamattomilla teillä voi olla matalampi. Myös tilanteissa, joissa olosuhteet ovat erittäin huonot, pidettiin korkeaa esivalmistusastetta hyödyllisenä. Kolmas esiin tullut tilanne oli resurssit. Mikäli työn tekemiseen ei ole käytettävissä resursseja, hyödynnetään esivalmisteita.

Esivalmisteiden käytöllä todettiin muutenkin olevan resursseja vapauttavaa vaikutusta.

Hankintamuodolla koettiin olevan jonkinlaista vaikutusta. Esiin nousi, että perinteisessä kokonaisurakassa tilaaja yleensä hankkii suunnittelutyön, jolloin valintaperusteeksi muodostuu usein halvin hinta. Suunnittelutyössä hyödynnetään silloin usein kokemattomia suunnittelijoita, jotka eivät välttämättä uskalla muuttaa nykyisin toimiviksi todettuja ratkaisuja. Yhtenevä mielipide oli, että rakennushankkeeseen ei silloin keskitytä kokonaisuutena, vaan pelkkä lopputuote kiinnostaa. Tässä havaittiin myös kehitystä: viime aikoina on jätetty kokonaisurakan suunnittelussa järjestelmiä, kuten meluntorjunta, urakoitsijan suunniteltavaksi, jolloin on saatu hyötykäyttöön myös mahdollinen urakoitsijan asiantuntemus.

Mitään tiettyä toimintatapaa esivalmisteisiin liittyen ei noussut esiin. Yleensä käytettävät tuotteet on hankittu suunnitelmien perusteella. Jonkin verran on hankinnasta annettu etukäteen tuotteita, joiden perusteella suunnittelutyö on hoidettu. Suunnittelussa oltiin sitä mieltä, että yhteiset periaatteet järjestelmien käytöstä tulisi sopia mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jolloin helpotettaisiin suunnittelutyötä ja annettaisiin hankinnallekin aikaa hankintaa varten. Työmaa on tässä tärkeässä roolissa, jotta työteknisesti valitaan parhaat järjestelmät.

Toimintatapojen muuttamiselle löytyy haastateltavien mielestä tarvetta. Laatu-, ympäristö- ja kustannustehokkuusvaatimusten uskotaan kasvavan merkittävästi. Kaupungistumisen myötä rakentamisen nähdään siirtyvän yhä enemmän kaupunkikeskustoihin, joissa aikataulupaineita pidetään aivan erilaisina. Kaikissa näissä tilanteissa esivalmisteet mainitaan hyvänä vaihtoehtona tehostamaan tuotantoa. Suunnittelussa pitäisi pyrkiä enemmän pelkkien vaatimusten suunnitteluun, jolloin voidaan vaikuttaa hankinnassa ja työmaalla käytettäviin tuotteisiin. Tässä suunnassa havaittiin tapahtuneen jo kehitystä.

Haastatteluista ilmeni, että väylärakentamisessa uusien ideoiden löytäminen on vaikeaa. Väyliä on rakennettu kauan ja ensimmäisenä mieleen tulevat ideat ovat jo olemassa. Esiin nousi lähinnä nykyisten tuotteiden vakiointi ja jalostaminen pidemmälle. Ideoita pitäisi löytää etenkin pitkän toimitusajan omaaviin tuot-

teisiin ja niihin, joiden valmistaminen työmaaolosuhteissa vie aikaa ja resursseja. Esimerkkinä tällaisesta ideasta esiin nousi siltalaakeri, jonka toimitusaika on sillan yleisaikataulun kannalta kriittinen. Laakerien suunnittelu- ja suunnitelmien hyväksymisprosessia pidetään turhan raskaana. Tässä asiassa uskotaan, että vakioimalla ratkaisuja, voitaisiin saavuttaa tulevaisuudessa hyötyjä. Ongelmana kuitenkin nousi esiin, että jokainen laakeri on yksilöllinen ja aina siltakohtainen. Suomessa sillat suunnitellaan aina siltapaikalle, jolloin yksikään silta ei ole täysin identtinen toisen kanssa. Vakioimalla ratkaisuja ja tekemällä yhteistä kehitystyötä voitaisiin saavuttaa hyötyjä jokaisella osa-alueella. Suunnittelutyössä vapautuisi resursseja, mahdollisten kumppanuuksien kautta hankinta nopeutuisi ja työmaalla asioista tulisi enemmän rutiininomaisia, jolloin työskentely nopeutuisi. Myös tuotteet olisivat enemmän tasalaatuisia ja lopputuote laadukkaampi.

### **4.3 Yhteistyö**

Haastattelujen toisena teemana oli yhteistyö. Tarkoituksena oli selvittää, minkälaista yhteistyötä osapuolten välillä nykyään on, miten se on toiminut ja minkälaista yhteistyötä pitäisi lisätä. Haastateltavilta pyrittiin myös löytämään näkökulmia, mitä käytännön toimenpiteitä voitaisiin tehdä yhteistyön lisäämiseksi sekä mikä yhteistyön lisäämistä ja esivalmisteiden käytön lisäämistä rajoittaa.

Haastateltavien mukaan yhteistyötä on nykyään enemmän kuin aikaisemmin. Yhteistyön todettiin olevan lähinnä hankkeen sisällä tapahtuvaa. Nykyiset ST- ja allianssihakintamuodot ovat tuoneet suunnittelun lähemmäs työmaata. Yhteistyön kannalta näitä pidetään hyvinä vaihtoehtoina. Suunnittelun kanssa yhteistyötä tehdään ST-hankeissa tietyin väliajoin tapahtuvien suunnittelun ohjauspalaverien avulla, allianssimallissa yhteistyö suunnittelun kanssa on lähes päivittäistä. Suunnittelun ohjausta pidetään tärkeänä työkaluna yhteistyön kannalta ja siihen panostamista tärkeänä tulevaisuudessa. Nykyinen yhteistyö on ollut haastateltavien mielestä pääasiassa toimivaa ja hyvää. Kokemukset ovat olleet kuitenkin vaihtelevia. Välillä yhteistyö on toiminut hyvin ja välillä huonosti. Yhteinen näkökanta oli se, että vaikka yhteistyö toimii, aina voidaan parantaa.

Haastatelluissa nousi esiin, että hankkeen ulkopuolista ja ennakoivaa yhteistyötä tulisi lisätä. Yhteistyötä hankkeiden ulkopuolella tulisi tehdä enemmän eten-



kin hyväksi havaittujen toimittajien ja aliurakoitsijoiden kanssa. Nykyisin nämä tulevat yhteistyöhön mukaan vasta hankkeen aikana, jolloin ei enää ole aikaa ryhtyä kehittämään uusia ideoita. Haastatteluissa nousi esiin myös yhteistyön lisääminen yksikkötasolla etenkin tarjouslaskennan yhteydessä.

Yhteistyön lisäämiseksi esiin nousi muutamia vaihtoehtoja. Yhteistyön ei uskottu lisääntyvän, ellei sen eteen tehtäisi itse aloitetta. Hankkeen ulkopuolisen yhteistyön lisäämiseksi erilaisia kumppanuus- ja yhteistyösopimuksia toimittajien ja aliurakoitsijoiden kanssa pidetään vaihtoehtona. Vaihtoehtona mainittiin, että voisi kehittää uusia sopimusmalleja, joilla kumppanuudesta saatavat hyödyt ja riskit voitaisiin jakaa. Haastateltavien mielestä uudet sopimusmallit voisivat antaa paljon mahdollisuuksia yhteistyön parantamiseksi, mutta niihin uskotaan liittyvän myös ongelmia. Yhteistyön mahdollistavien hankintamuotojen lisääminen nähtiin myös vaihtoehtona, mutta hyvin tapauskohtaisena. Allianssimallia pidetään hyvänä vaihtoehtona, mutta siinäkin nähdään ongelmia, eikä se aina ole toimiva ratkaisu. Yhteistyötä pitäisi kehittää enemmän allianssimaisempaan suuntaan muissa hankintamuodoissa.

Siltapuolella todettiin yhteistä kehitystyötä valmistajien ja suunnittelijan kanssa tapahtuneen jo hankkeen ulkopuolella. Siellä on jo saatu kehitettyä ratkaisuja, joiden avulla työmaalla on saavutettu merkittäviä hyötyjä etenkin aikataulussa ja turvallisuudessa. Ongelma on ollut lähinnä suulliset sopimukset. On suunniteltu järjestelmiä toisen valmistajan kanssa ja saatu sitten halvempi tarjous toiselta. Tässä suhteessa jonkinlaista kumppanuusajattelua pidetään vaihtoehtona, jolla saadaan valmistajat pidettyä jatkossakin kehitystyössä mukana. Koettiin, että valmistajilla ei ole intressejä kehittää järjestelmiä, joista he eivät loppujen lopuksi saavuta itse hyötyä. Esivalmisteiden kehittämisessä yhteistyötä kaikkien osapuolten välillä pidetään erittäin tarpeellisena ja sitä tulisi pyrkiä lisäämään.

Esiin nousi myös erilaisia vaihtoehtoja, joilla esivalmisteiden käyttöä voitaisiin ainakin teoriassa lisätä. Teoriassa kaikki tuntuu olevan mahdollista, mutta mihin käytännössä ollaan valmiita, on hyvin vaihtelevaa. Yhtenä vaihtoehtona nousivat esiin erilaiset tulostavoitteet ja palkkiot. Vaihtoehtona mainittiin, että mikäli saavutetaan itse hyötyjä jonkun toimijan kehittämällä esivalmisteilla, tulisi hyötyä antaa myös takaisin. Toisena vaihtoehtona mainittiin myös erilaiset kehitys- ja

innovaatorahat, joilla saataisiin uusia ideoita kehitettyä. Kumppanuussopimuksia pidetään tässäkin hyvänä vaihtoehtona.

Rajoittavia tekijöitä mainittiin myös olevan paljon. Esiin nousivat etenkin vanhat ajattelutavat. Todettiin, että asioiden kehittämiseksi pitäisi pystyä joustamaan nykyisestä ajattelutavasta, jossa oma tulos pyritään maksimoimaan ja riskit minimoimaan. Tämä ainakin alkuvaiheessa voisi aiheuttaa tappiota, mutta uskottiin, että tulevaisuudessa voitaisiin hyötyä paljon, kunhan vain uskallettaisiin riskiä ottaa. Rajoittavana tekijänä pidettiin myös resursseja ja rahaa. Mikäli ei ole resursseja ja rahaa kehitystyötä varten, niin sitä ei tapahdu. Kiireellä uskottiin myös olevan vaikutusta, koska aikaa ei kehitystyölle tunnu jäävän. Kiireen vähentämiseksi käytetään tuttuja ja turvallisia vaihtoehtoja eikä mietitä, miten asia voitaisiin tehdä toisin ja mahdollisesti paremmin. Tarvetta pidettiin myös rajoittavana tekijänä. Mikäli ei ole tarvetta uudelle tuotteelle, ei kehitystyötä tapahdu.

## 5 Johtopäätökset

Haastatteluiden perusteilla kävi ilmi, että esivalmisteita hyödynnetään jo nykyisin paljon. Esivalmisteiden avulla on jo saatu ulosmitattua hyötyjä, mutta käytön lisäämiselle tulevaisuudessa löytyy paljon tarvetta.

Ennakointi on tässä suhteessa tärkeässä roolissa. Uudet ideat tulisi olla valmiina jo ennen hankkeen alkamista. Uudet hankkeet käynnistyvät usein nopeasti. Perinteisissä hankintamuodoissa hankintailmoituksen ja töiden aloittamisen välillä ei ole useinkaan paljoa aikaa. Hankkeen tarjouslaskennan ja rakentamisen aikana uusien ideoiden kehittäminen on usein jo myöhäistä ja aikaa kehitystyölle ei ole. Ideoita ja aihioita tulisi olla valmiina, jotta ne saadaan hyötykäyttöön, kun sopiva hanke käynnistyy. Valmiilla ideoilla ja aihioilla voidaan saavuttaa merkittävä hyöty jo tarjousvaiheessa.

Ongelmana on myös, että rakennushankkeen aikana ajatellaan liikaa välittömiä kustannuksia. Paremman yhteistyön avulla voidaan tässä suhteessa saavuttaa paljon hyötyjä. Työmaan ja hankinnan täytyy tässä suhteessa toimia yhdessä, jotta saadaan valittua kokonaisedullisesti paras ratkaisu. Hankinnan valitsema halvin ratkaisu voi aiheuttaa työmaalle lisääntyneitä kustannuksia. Ei ole olemassa yhtä oikeaa ratkaisua, vaan on tapauskohtaisesti mietittävä, mikä on järkevää.

Esivalmisteiden käytöllä ei välttämättä säästetä kustannuksissa, mutta työturvallisuuden ja aikataulun suhteen saavutetut hyödyt voivat olla merkittäviä. Käytön vaikutukset ovat hyvin vahvasti tapauskohtaisia ja etenkin kustannusvertailu etukäteen voi olla hankalaa. Jo ison hankkeen sisällä voi syntyä tilanteita, joissa toisessa kohteessa esivalmisteella voidaan saavuttaa merkittävää hyötyä, mutta toisessa kohteessa käyttö ei kannata. Yleisesti voisi todeta, että kun saavutetaan hyötyjä kustannusten, turvallisuuden, aikataulun tai laadun kannalta ainakin kahdessa, esivalmisteet ovat usein hyvä vaihtoehto.

Suunnittelussa ja suunnittelun ohjauksessa on paljon kehitettävää. Tämä vaatii molemmilta osapuolilta toimintatapojen muutosta. Rakentajan täytyisi pystyä ymmärtämään, miksi suunnittelija suunnittelee asiat tietyllä tavalla. Vastaavasti myös suunnittelijan täytyy pystyä ajattelemaan, miksi rakennetaan tietyllä taval-

la. Yhteistyössä on paljon kehitettävää. Silta- ja tiesuunnittelijoiden täytyy tehdä yhteistyötä enemmän, jotta saadaan molemmille osapuolille valittua parhain ratkaisu. Siltasuunnittelussa voidaan suunnitella perustamistaso, joka on työmaalla teknisesti vaikeaa toteuttaa ja joka lisää näin kustannuksia. Parannettavaa löytyy etenkin tältä osa-alueelta paljon. Suunnittelua on saatu lähemmäs työmaata uusien hankintamuotojen avulla, mutta vielä on paljon opittavaa.

Yhteistyön parantamisen eteen voidaan tehdä paljon, mutta täytyy miettiä tarkkaan, mikä on järkevää. Kokouksia ja palavereja voidaan lisätä, mutta nekin syövät aikaa muulta toiminnalta. Yhteistyökin perustuu lopulta ihmisten väliseen luottamukseen. Ilman luottamusta ei mikään asia etene.

Aliurakoitsijoilla ja materiaalitoimittajilla on tärkeä rooli rakennushankkeessa ja heidät täytyisi saada mukaan yhteiseen kehitystyöhön. Tässä suhteessa erilaiset uudet kumppanuus- ja yhteistyösopimukset voivat antaa mahdollisuuden. Tulevaisuudessa toimintaa on pakko tehostaa. Tämä voi vaatia rohkeakin ajattelutapaa. Materiaalitoimittajien tavoitteena on tuottaa ja myydä omaa materiaalia mahdollisimman paljon. Työmaan toiminnan tehostamiselle tämä voi aiheuttaa ongelmia. Työmaa voi saavuttaa vähemmällä materiaalilla suuret hyödyt, mutta materiaalitoimittaja tekee tappiota. Aliurakoitsijoilta voi löytyä sellainen kustannustehokkaampi ja parempi ratkaisu työmaata varten, josta he eivät kuitenkaan itse hyödy. Tähän liittyen uudet sopimusmallit, joilla hyötyjä ja riskejä jaetaan, voivat antaa mahdollisuuden ratkaista ongelmia. Yhteinen kehitystyö vaatii jokaiselta osapuolelta keskinäistä luottamusta ja mielenkiintoa asiaa kohtaan, jotta asiaa saadaan kehitettyä.

Uusien toimintatapojen suhteen on pakko uskaltaa ottaa riskiä. Aikaisemmat huonot kokemukset täytyisi pystyä unohtamaan ja vanhoista ajattelutavoista pystyä joustamaan. Riskiä ja hyötyjä täytyisi uskaltaa tulevaisuudessa jakaa, jotta toimintaa saadaan tehostettua. Vanha ajattelutapa, jossa omat riskit pyritään minimoimaan ja hyöty maksimoimaan, eivät kehitä toimintaa eteenpäin. Valmistajalla voi olla erittäinkin hyvä aihio uudesta tuotteesta, jolla saavutettaisiin hyötyjä, mutta riskit sen käyttöön tuomiselle voidaan kokea liian suuriksi. Hyötyjä ja riskejä jakamalla saadaan uudet ideat käyttöön ja kehitystyötä vietyä eteenpäin.

Toiminta- ja ajattelutapaa on tulevaisuudessa muutettava ja siihen liittyvät vaatimukset on vain pystyttävä hyväksymään. Hankkeen sisällä kehitystyötä ei usein tehdä, koska se vaikuttaa suoraan työmaan talouteen. Vaikka rahaa kuuluu kehitystyöhön alkuvaiheessa ja syntyy tappiota, tulevaisuudessa voidaan saavuttaa mittavia hyötyjä. Painetta muuttaa toimintatapoja ja kehittää toimintaa on paljon. Mikäli kehitystyötä ei aloiteta ajoissa, jäädään jälkeen ja tulevaisuudessa liiketoiminta kärsii.

Ei kuitenkaan ole olemassa yhtä ja oikeaa tapaa toimia ja ajatella. Esivalmisteiden käytön lisäämiseksi pitäisi tehdä enemmän lean-ajattelua, mutta siinäkin on ongelmansa. Toiminnan kehittäminen vaatii rohkeaa ajattelutapaa ja mielikuvitusta. Uusi oma idea voi olla aivan järjetön, mutta tuomalla se esiin, voi joku toinen saada siitä jalostettua toimivan tuotteen. Tulevaisuudessa tekniikan kehittyminen voi ratkaista tämän hetkisten ideoiden ja aihoiden ongelmakohdat. Lähtökohtaisesti tuotteita kehitetään vasta, kun ilmenee tarve. Etukäteen tarvetta on hankala arvioida, mutta yhteistyössä jokaisen toimijan kanssa voitaisiin saada aikaan aihioita, jotka tulevaisuutta olisivat valmiina.

Esivalmisteiden käyttöön liittyy tulevaisuudessa paljon potentiaalia. Potentiaalın hyödyntämiseksi vaaditaan kuitenkin erittäin paljon toimenpiteitä ja työtä jokaiselta osapuolelta. Kehittämistyö voi vaatia paljon, mutta saavutettavat hyödyt voivat olla suuret.

## 6 Pohdinta

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin esivalmisteisiin liittyviä toimintatapoja ja yhteistyötä rakennushankkeen eri osapuolten välillä sekä väylärakentamisen esivalmisteita yleisellä tasolla. Työn tuloksena löydettiin ideoita ja toimenpiteitä, joilla toimintaa voidaan kehittää ja yhteistyötä parantaa. Varsinaisten uusien esivalmisteiden löytäminen oli vaikeaa, joten lähinnä löydettiin vain ideoita, joita voisi jalostaa tulevaisuudessa.

Aihe oli mielenkiintoinen. Työtä tehdessä tuli ilmi, että esivalmisteet koetaan ajankohtaisena ja tulevaisuuden kannalta tärkeänä asiana. Aihe on työn tilaajalle ajankohtainen Tuottavuusloikan kautta ja tulevaisuuden kannalta tärkeä, koska rakennusalalla kilpailu on kovaa ja tulevaisuudessa on löydettävä keinot tehdä samalla rahalla entistä enemmän.

Tutkimuksen toteuttaminen haastatteluilla ja niiden analysointi oli melko työlästä. Ideoita löytyisi varmasti lisää haastatteluiden määrää kasvattamalla, mutta työn luonteen kannalta ei tämä käytännössä ollut mahdollista. Oikeita vastauksia ei työtä varten ollut, vaan vastaukset perustuivat lähinnä haastateltavien omiin kokemuksiin ja olivat vahvasti mielipiteitä. Haastatteluissa saatiin kuitenkin jokaiselta osapuolelta mielipiteitä. Työn aikana kehityin mielestäni paljon haastattelijana, jolloin viimeisistä haastatteluista tuntui saavan enemmän irti. Haastatteluiden tulkintakin perustuu vahvasti omaan mielipiteeseen eikä siihenkään ole olemassa yhtä oikeaa ratkaisua. Uskon työstä kuitenkin olevan yritykselle hyötyä tulevaisuudessa, koska mielipiteiden pohjalta saatiin nostettua johdopäätöksiä, joiden avulla toimintaa tulevaisuudessa voisi kehittää.

## **Kuvat**

Kuva 1. Esivalmistettu siltapilarin raudoite, s 14.

Kuva 2. Rullaraudoitteen toisen kerroksen asennus käynnissä, s. 15.

Kuva 3. Vihersillan rakentamisessa hyödynnetään telinejärjestelmää. s. 16.

Kuva 4. Esivalmistettu pilarimuotti, s. 16.

Kuva 5. Esivalmistettua betonista melukaidetta. s. 17.

Kuva 6. Valaisinpylvään jalusta, s. 18.

Kuva 7. Esivalmistettu linja-autopysäkin katos. s. 19.

Kuva 8. Esivalmistettu pumppaamon huoltotila. s. 20.

## **Taulukot**

Taulukko 1. Elementtirakenteisten siltojen lukumäärät 2016, s. 12

## Lähteet

1. YIT Oyj 2016. Tietoa YIT:stä  
<http://www.yitgroup.com/fi/tietoa-yitsta> Luettu 10.1.2017.
2. Emmitt, S., Gorse C. 2006. Barry's advanced construction of buildings. New Jersey: Wiley
3. Elementtisuunnittelu: Teollinen valmisosarakentaminen  
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen> Luettu 13.1.2017.
4. VaBe Oy 2016. Laatu järjestelmä.  
<http://www.vabe.fi/laatujaarjestelma.html> Luettu 2.2.2017.
5. Ympäristöministeriö 2016. Rakennustuotteita koskeva lainsäädäntö  
[http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakennustuotteita\\_koskeva\\_lainsaadanto](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakennustuotteita_koskeva_lainsaadanto) Luettu 2.2.2017.
6. Elementtisuunnittelu: Vastaanottotarkastus  
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-toimitus/vastaanottotarkastus> Luettu 4.2.2017.
7. Valtioneuvoston asetus rakennustöiden turvallisuudesta 205/2009.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205> Luettu 10.1.2017.
8. Ratu C8-0377 2010. Talvityöt- ja kustannukset, Luettu 6.3.2017.
9. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2016.  
<http://www.ely-keskus.fi/web/ely/erikoiskuljetukset> Luettu 10.1.2017.
10. Liikennevirasto 2016. Liikenneviraston sillat 1.1.2016.  
[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lti\\_2016-05\\_liikenneviraston\\_sillat\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lti_2016-05_liikenneviraston_sillat_web.pdf) Luettu 6.3.2017.
11. Tielaitos 2010. Jännitetty elementtisilta.  
<http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/jbe00.pdf> Luettu 10.3.2017.
12. Elementtisuunnittelu: Sillat  
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen/infrarakentaminen/sillat> Luettu 10.3.2017.
13. Lampikoski, J. 2014. Betonielementtisiltojen kilpailukykyyn vaikuttavat tekijät Suomessa. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma.
14. Celsa Steel Service Oy. Raudoitteet.  
<http://celsa-steel-service.fi/tuotteet/raudoitteet/> Luettu 11.3.2017.



15. Ala-Kotila, H. 2015. Tuentakaluston käyttö siltarakentamisessa. Opinnäyetyö. Savonia-ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma.

16. Valmisbetoni. Muotit.

<http://www.valmisbetoni.fi/toteutus/muotit/> Luettu 11.3.2017.

17. Liikennevirasto 2013. Tiekaiteiden suunnittelu.

[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo\\_2013-27\\_tiekaiteiden\\_suunnittelu\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-27_tiekaiteiden_suunnittelu_web.pdf) Luettu 12.3.2017.

18. Rudus Oy. Infralementit.

<http://www.rudus.fi/tuotteet/infraelementit> Luettu 12.3.2017.

19. Versowood. Aidat.

<http://www.versowood.fi/aidat/> Luettu 12.3.2017.

## Haastattelurunko

Haastatellaan suunnittelun, hankinnan ja työmaan edustajia. Tavoitteena on saada jokaiselta osapuolelta näkökulmia asiaan liittyen. Haastattelut nauhoitetaan ja litteroidaan.

### Kysymykset:

#### Toimintamallit:

- 1) Kuinka paljon, miten ja missä esivalmisteita nykyään hyödynnetään?
  - Mitä on korvattu esivalmisteilla?
  - Mitä voisi tehdä, että käyttöä saadaan lisättyä?
  - Millaisissa tilanteissa esivalmisteita on pystytty parhaiten hyödyntämään?
- 2) Millaiset ovat tämän hetkiset toimintamallit esivalmisteiden käyttöön liittyen?
  - Miten toimintamalleja saadaan muutettua?
  - Onko toimintamallien muuttamiselle tarvetta?
- 3) Onko tiedossa uusia esivalmisteideoita?
  - Mistä uusia ideoita kannattaa etsiä?

#### Yhteistyö:

- 1) Kuinka paljon suunnittelu, hankinta ja työmaa nykyään tekevät yhteistyötä?
  - Millaista yhteistyötä nykyään on?
  - Millaista yhteistyötä pitäisi lisätä?
  - Miten yhteistyö osapuolten välillä on toiminut?
- 2) Miten saadaan yhteistyötä lisättyä osapuolten välillä?
  - Mitä voidaan käytännössä tehdä yhteistyön lisäämiseksi?
- 3) Miten käytännössä ollaan valmiita panostamaan esivalmisteiden käytön lisäämiseksi?
  - Mitä teoriassa voidaan tehdä ja mihin ollaan käytännössä valmiita?
  - Mikä on suurin rajoittava tekijä?