

Marianne Pinola

**PUURAKENTAMISEN JA ESIVALMIS-
TUSASTEEN NOSTAMISEN HAASTEET**
Toimintaympäristön vaikutukset

Diplomityö
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Jukka Puhto
Sami Pajunen
Toukokuu 2023

TIIVISTELMÄ

Marianne Pinola: Puurakentamisen ja esivalmistusasteen nostamisen haasteet –
Toimintaympäristön vaikutukset
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Rakennustekniikka
Toukokuu 2023

Diplomityön tavoitteena on selvittää, miten rakennusalan institutionaalinen ympäristö vaikuttaa puurakennusalan kehitykseen. Lisäksi selvitetään, minkälaisia haasteita alan nykyisiin toteutusmuotoihin liittyy puurakentamisen kontekstissa.

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa selvitetään institutionaalisen ympäristön vaikutuksia sen vaikutuspiiriin kuuluvien organisaatioiden toimintaan kirjallisuuden perusteella. Toisessa vaiheessa selvitetään teemahaastattelujen avulla puurakentamiseen ja esivalmistusasteen nostamiseen liittyviä haasteita.

Institutionaalinen ympäristö sekä rajoittaa että mahdollistaa ympäristössä vaikuttavien organisaatioiden toimintaa. Instituutio luo raamit, joiden puitteissa organisaatioiden on helppo toimia. Toisaalta instituution yleisesti hyväksytyjen toimintamallien muuttaminen vaatii paljon töitä ja aiheuttaa usein muutosvastarintaa. Haastatteluiden pohjalta havaitaan, että nykyinen institutionaalinen ympäristö aiheuttaa haasteita teollisen puurakentamisen kehittymiselle.

Pääasiallisiksi haasteiksi alan toimintaympäristön kannalta tunnistetaan osaamisen ja kokemuksen puute niin puurakentamisen alalla kuin korkean esivalmistusasteen rakentamisessakin. Alan tässä kehitysvaiheessa ratkaisuiksi nähdään hankkeen alkuvaiheen kehittämiseen sekä osapuolten väliseen vuoropuheluun panostaminen. Näiden avulla voidaan varmistua sekä prosessien että teknisten ratkaisuiden yhteensovittamisen onnistumisesta. Lisäksi alkuvaiheen vuoropuhelulla voidaan varmistua siitä, että kaikki hankeosapuolet ymmärtävät hankkeeseen vaikuttavat puurakentamiseen ja esivalmistusasteeseen liittyvät reunaehdot.

Avainsanat: teollinen puurakentaminen, korkean esivalmistusasteen rakentaminen, rakennusalan institutionaalinen ympäristö, puurakentamisen haasteet

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ABSTRACT

Marianne Pinola: Challenges in timber construction and increasing the degree of pre-fabrication: Effects of the operating environment

Master's thesis

Tampere University

Civil Engineering

May 2023

The objective of this master's thesis is to assess how the institutional environment of the construction industry affects the development of the timber construction industry. In addition, it is analyzed what kind of challenges are associated with the current implementation methods in the context of timber construction.

In the first phase of the research, the effects of the institutional environment on the activities of the organizations are analyzed based on literature review. In the second phase, the challenges related to timber construction and raising the level of off-site pre-fabrication will be explored through semi-structured interviews.

The institutional environment both limits and enables the activities of organizations operating in the environment. The institution creates a framework for operations within which it is easy for organizations to operate. On the other hand, changing the generally accepted operating models of the institution requires a lot of work and often causes resistance to change. Based on the interviews, it is observed that the current institutional environment causes challenges for the development of industrial timber construction.

In terms of the industry's operating environment, the main challenges are identified as the lack of know-how and experience both in the field of timber construction and in construction with a high degree of pre-fabrication. At this stage of the industry's development, investing in the early stages of the project and the dialogue between the project parties are seen as the main solutions to these challenges. Focusing on the project development and cooperation of the parties in the early stages of the project can be used to ensure success in coordinating both production processes and technical solutions. In addition, the early-stage dialogue can ensure that all project parties understand the boundary conditions related to timber construction and the degree of pre-fabrication affecting the project.

Keywords: industrial timber construction, high degree of pre-fabrication in construction, institutional environment of the construction industry, challenges of timber construction

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

ALKUSANAT

Haluan kiittää Harri Sivua mielenkiintoisesta diplomityöaiheesta sekä jatkuvista pohdinnoista ja ideoista, joiden avulla työ kehittyi lopulliseen muotoonsa. Haluan kiittää myös työni ohjaajia Sami Pajusta ja Jukka Puhtoa asiantuntevista kommentteista kirjoittamisen aikana. Lisäksi haluan kiittää Tampereen teknillisen yliopiston tukisäätiötä työn mahdollistamisesta.

Erityiskiitokset ansaitsevat myös perheeni, ystäväni ja koirani, jotka auttoivat jaksamaan tämän projektin läpi, vaikka oma uskoni oli välillä koetuksella. Lopuksi haluan kiittää Eläinsairaala Veterin sekä Eläinystäväsi Lääkärin henkilökuntaa.

Tampereella, 22.5.2023

Marianne Pinola

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1 Tutkimuksen tausta	1
1.2 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset	4
2. TEOREETTINEN VIITEKEHYS	6
2.1 Institutionaalinen teoria	6
2.1.1 Organisaatiot järjestelminä	6
2.1.2 Instituutiot ja institutionaaliset ympäristöt	7
2.1.3 Institutionalisoitumisen asteet ja institutionaalinen muutos	9
2.2 Rakennusalalla käytössä olevat toteutusmuodot ja sopimusmallit	11
2.2.1 Pääurakkamuodot	11
2.2.2 Projektinjohtomuodot	14
2.2.3 Suunnittele ja rakenna -muodot	17
2.2.4 Yhteisvastuumuodot	19
3. METODIIKKA	23
3.1 Tutkimusmenetelmät	23
3.2 Tutkimusaineiston tuottaminen ja analysointi	24
4. TUTKIMUKSEN TULOKSET	27
4.1 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaaminen	27
4.1.1 Hankkeen alkuvaihe ja toteutusmuodon valinta	27
4.1.2 Prosessien yhteensovittaminen tilaelementtihankkeessa	29
4.1.3 Osapuolten roolitus ja suunnitteluvastuu	33
4.2 Hankkeen kannattavuus	36
4.2.1 Riskienhallinta	36
4.2.2 Kustannushallinta	38
4.3 Kokemus ja osaaminen	39
4.3.1 Puurakentamisen hankeosaaminen	39
4.3.2 Puurakentamisen tekninen osaaminen	42
5. JOHTOPÄÄTÖKSET	46
6. YHTEENVETO	52
LÄHTEET	54

1. JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Ihmiskunnan aiheuttaman globaalin kestävyyskriisin, jonka osa-alueita ilmastonmuutos, luonnonvarojen ylikulutus ja luonnon monimuotoisuuden kato ovat, vaikutukset näkyvät jo. Pahimpien ennusteiden toteutuessa kestävyyskriisin haasteet voivat olla ihmiskunnalle jopa eksistentiaalisia. Yhteiskunnan toimintamallien on muututtava nopeasti, jotta näihin haasteisiin voidaan vastata. (Järvinen et al. 2017)

Rakentaminen tuottaa noin 35 prosenttia kasvihuonekaasupäästöistä, ja noin 50 prosenttia luonnonvaroista käytetään rakentamisessa ja rakennuksissa. Kiinteistö- ja rakennusalalla on suuri vaikutus ilmastonmuutoksen pysäyttämässä sekä luonnon monimuotoisuuden köyhtymisen estämisessä. (Hakaste n.d.) Puurakentamisen kehittämällä voidaan vastata ilmastopoliittisiin tarpeisiin, sillä puun käyttö alentaa rakentamisen hiilijalanjälkeä, ja kehittämällä puun käyttöön liittyviä prosesseja voidaan tukea metsien kestävää käyttöä (Heino et al. n.d.).

Hiilidioksidi sitoo lämpöenergiaa ilmakehään: ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden ja lämpötilan välinen yhteys tunnistettiin jo 1800-luvun lopulla. Ihmisten toiminnan seurauksena ilmakehän hiilidioksidipitoisuus on kasvanut keskimäärin 2 prosenttia vuodessa viimeisten vuosikymmenten aikana. Suurin osa kasvusta syntyy fossiilisen hiilen polttoprosesseissa, joista ilmakehään vapautuu 7,8 gigatonnia hiilidioksidia vuodessa. (Bäck 2021)

Metsillä on suuri merkitys ilmastonmuutoksen torjunnassa, sillä kasvillisuuden ylläpitämä hiilen kierto vaikuttaa merkittävästi hiilidioksidin määrään ilmakehässä. Metsien hiilitase eli varastoituvan hiilen määrän muutos riippuu hiiltä vapauttavista ja sitovista prosesseista. (Bäck 2021)

Hiilinielujen, eli ilmakehästä kasvien yhteyttämisen seurauksena poistuvan hiilen, määrän lisäksi olennaista on, kuinka pitkäaikaisia hiilivarastot ovat. Metsästä otetun puuaineksen hiilen elinkaari on tällä hetkellä hyvin lyhyt, usein jopa alle viisi vuotta, ja vain kuudennes puuaineksesta päätyy pitempikestoiseen kiertoon esimerkiksi rakennusteollisuuden raaka-aineeksi. (Bäck 2021)

Puurakennukset toimivat pitkäaikaisina hiilivarastoina, ja lisäksi puun käyttö alentaa rakentamisen hiilijalanjälkeä korvatessaan muita hiilidioksidipäästöiltään suurempia materiaaleja kuten esimerkiksi betonia (Nykänen et al. 2017). Puurakentaminen voi alentaa rakennuksen elinkaaren alun hiilipiikkiä jopa 30 prosenttia uudisrakennushankkeissa betonirakentamiseen verrattuna (Metsäkeskus 2021).

Helmikuussa 2023 eduskunnan hyväksymän uuden rakentamislain keskeisessä osassa on ilmastaselvityksen ja vähähiilisyiden arviointimenetelmien vaatiminen rakennusluvan hakemisen yhteydessä. Koska puurakentamisen rakentamisvaiheen päästöt ovat selvästi betonirakentamista pienemmät, voi lakimuutos nostaa puurakenteiden kysyntää. Tavoitteet puurakentamisen osuuden kasvattamisesta ja markkina-aseman vahvistumisesta perustuvat suurelta osin teollisen puurakentamisen kehitykseen. (Koste et al. 2023) Teollisen puurakentamisen kehittämisen avulla rakentamisen materiaali- ja tuotantotehokkuutta voidaan parantaa, ja teollisen tuotannon lisääminen edesauttaa laadun ja kustannustehokkuuden kehittymistä (Heino et al. n.d.).

Puurakenteiden keveys on keskeisessä osassa puurakentamisen kilpailukyvyn kannalta, sillä se mahdollistaa laajuudeltaan suurempien sekä valmiusasteeltaan korkeampien elementtien kuljettamisen ja nostamisen. Samalla esivalmistusasteen nostaminen ja tuotannon siirtyminen tehtaisiin voivat tehdä rakennusprosessin hallinnasta helpompaa ja edistää rakennustuotannon laadun parantamista. (Koste et al. 2023)

Lisäksi rakennusten terveellisyyden painottamisen myötä rakennusvaiheen kosteudenhallintaan kiinnitetään erityistä huomiota. Korkean esivalmistusasteen hyödyntäminen helpottaa hankkeen kosteudenhallintaa, sillä tehdasolosuhteet ovat vakaat eivätkä elementit altistu sääolosuhteille (Gasparri et al. 2015). Optimitilanteessa elementit eivät kastu missään vaiheessa, mikä voi sekä nopeuttaa rakentamista että parantaa lopputuotteen laatua.

Nykyiset rakennusalan toteutusmuodot eivät täysimääräisesti vastaa teollisen puurakentamisen tarpeisiin. Rakennusala on voimakkaasti institutionalisoitunut ja betonirakentamisen käytännöt on sisäistetty alalla vahvasti. Puurakentamisen kilpailukykyä huonontaa projekteihin liittyvät osaamis- ja asenneongelmat, jotka juontavat koulutuksen painopisteisiin ja rakennusalalla vallitseviin tottumuksiin, jotka palvelevat puurakennusalaan heikosti. Erityisesti puurakenteiden esivalmistusasteen nostamisessa on havaittu useita haasteita, joiden vaikutukset näkyvät niin hankkeiden onnistumisessa kuin alalla toimivien yritysten kannattavuudessa. Alan sisäinen kilpailu vauhdittaa puurakenteiden kehittämistä, mutta toimijoiden ollessa vähissä ja uusien toimijoiden toimeen ryhtymisen ollessa vaikeaa, ei ala kehity yhteiskunnan vaatimusten mukana (Martinsuo et al. 2016).

Esivalmistusasteen nostamisen aiheuttamat haasteet liittyvät verkoston toimintalogiikan erilaisuuteen verrattuna perinteiseen rakentamiseen. Tähän asti rakentaminen on nähty projektituotantona, jossa jokaisella projektilla on omat tavoitteensa sekä oma määrätty aikataulunsa. Esivalmistusasteen nostamisen tavoitteena on siirtää merkittävä osa tuotannosta työmaalta tehtaalle, missä tehokkuus perustuu prosessien toistuvuuteen. Koska kohteet ja tuotettavat tilaelementit eroavat jonkin verran toisistaan, tarvitaan tuotantolinjastossa joustavuutta. Tuotanto pyritään tekemään erätuotantona, jossa tietty määrä elementtejä tuotetaan samoilla ratkaisulla ennen kuin linjastoa muokataan seuraavaa valmistuserää varten. Erätuotanto eroaa merkittävästi projektituotannosta ja vaatii rakennusosalta sopeutumista (kuva 1) (Stevenson 2018). Koska hankkeita ei kuitenkaan voida kokonaan siirtää tehtaalle, vaan rakennushankkeissa tulee aina olemaan myös projektituotannon piirteitä, vaatii esivalmistusasteen nostaminen prosessien huolellista yhteensovittamista.

		Tuotevariaatioiden määrä			
		Suuri	Keskimääräinen	Vähäinen	Erittäin vähäinen
Tuotettavien yksiköiden määrä	Pieni	Projektituotanto			
	Keskimääräinen		Erätuotanto		
	Suuri			Toistuva tuotanto	
	Hyvin suuri				Jatkuva tuotanto

Kuva 1. Prosessityypit (muokattu lähteestä Stevenson 2018)

Esivalmistusasteen ollessa korkea tulee koko projektiorganisaation ansaintalogiikkaan ja liiketoimintamalleihin sekä niiden muutokseen kiinnittää huomiota. Toteutuneista korkean esivalmistusasteen puurakennushankkeista saadun kokemuksen perusteella on selvää, että perinteisiä liiketoimintamalleja sekä hankkeiden toteutusmuotoja tulee kehittää, jotta ne palvelevat esivalmistusasteen nostamista paremmin.

Puurakentamiseen ja esivalmistusasteen nostamiseen liittyvät haasteet ovat kompleksisia, eikä isolla osalla alalla työskentelevistä ole tällä hetkellä valmiuksia niiden tunnistamiseen tai analysointiin. Tämä vaikeuttaa puurakentamiseen ja korkeaan esivalmistusasteeseen liittyvien riskien hallintaa ja projektien kustannuslaskentaa aiheuttaen hankkeisiin merkittävää hinnankorotuspainetta. Yritykset laskevat tarjouksiinsa riskiä ymmärtämättä täysin, mitä riskivaraus sisältää, mikä osaltaan heikentää puurakentamisen kilpailukykyä suhteessa muuhun rakennusalaan.

Rakennusalan vakiintuneiden käytäntöjen vaikutuksista puurakennusalan kehittymiseen ja mahdollisuuksiin ei ole tehty laajaa tutkimusta. Alan institutionaalisen ympäristön toiminnalle aiheuttamat haasteet ja rajoitteet on syytä ymmärtää, jotta alaa voidaan uudistaa niin, että se tukee puurakentamisen kehittymistä. Tämän vuoksi tässä työssä pyritään selvittämään, mitä haasteita rakennusalan institutionaalinen ympäristö asettaa puurakentamiselle.

1.2 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksessa tarkastellaan teollisen puurakentamisen toimintaympäristöä ja sen muutoksia. Koska rakennusala on voimakkaasti institutionalisoitunut, on muutoksen aikaansaaminen vaikeaa. Yhteiskunnan ajurit kohdistavat rakennusalaan kuitenkin voimakkaan muutospaineen, sillä puurakentamisen kilpailukyvyyn parantaminen ja teollisen tuotannon yhteensovittaminen projektituotannon toimintaprosessien kanssa edellyttävät muutoksia nykyisiin toimintamalleihin.

Toteutuneissa hankkeissa ilmenneiden haasteiden kartoittamisella ja analyysillä voidaan luoda kattava käsitys alan nykytilasta. Tutkimuksen tavoitteena on arvioida rakennus- alalla käytössä olevien toteutusmuotojen sopivuutta korkean esivalmistusasteen hankkeisiin, jotta tulevien hankkeiden läpivientiä voidaan kerätyllä tiedolla edesauttaa. Kuvailtujen haasteiden tunnistamiseksi ja alan nykykäytäntöjen selvittämiseksi päätutkimuskysymys muotoiltiin seuraavasti:

- i. Miten nykyiset toteutusmuodot soveltuvat puurakennushankkeisiin ja korkean esivalmistusasteen rakentamiseen?

Päätutkimuskysymyksen laajuuden ja moniulotteisuuden vuoksi aihetta lähestytään seuraavien tarkentavien tutkimuskysymysten avulla:

- a. Millaisia institutionaalisia haasteita puurakentamiseen liittyy?
- b. Millaisia toteutusmuotoja rakentamisessa käytetään?
- c. Millaisia toteutusmuotoihin liittyviä haasteita toteutuneissa puurakennushankkeissa on ollut?
- d. Miten toteutusmuotoja tulee projektien näkökulmasta kehittää puurakentamisen edistämiseksi?

Ensimmäisen tarkentavan tutkimuskysymyksen tavoitteena on kirjallisuuden avulla selvittää, millaisia haasteita institutionaaliin muutokseen liittyy (a). Institutionaalisten muutosten ymmärtämiseksi perehdytään institutionaaliseen teoriaan sekä toimintamalleihin. Tutkimuskysymyksen tavoitteena on luoda käsitys siitä, voidaanko puurakennusalan

haasteita kuvata institutionaalisen teorian avulla, ja millaisia kehittämiskohteita institutionalisoituneesta toimintaympäristöstä voidaan teorian perusteella löytää.

Toisen tarkentavan tutkimuskysymyksen avulla tarkastellaan rakennusalla käytössä olevia toteutusmuotoja (b). Toteutusmuotoihin liittyvän teorian ja eri muotojen välisten erojen kautta voidaan tulkita tutkimushaastatteluissa saatavia vastauksia, ja arvioida nykyisten toteutusmuotojen toimivuutta ja sopivuutta nykyisessä puurakentamisen toimintaympäristössä.

Kolmannen tarkentavan tutkimuskysymyksen tavoitteena on tutkimushaastatteluiden pohjalta kerätä ja kategorisoida toteutuneissa hankkeissa havaittuja haasteita (c). Tutkimuskysymyksen avulla voidaan luoda käsitys alan nykyisistä toimintamalleista ja niihin liittyvistä ongelmista. Tutkimuskysymyksellä päästään kiinni sekä puurakentamiseen että esivalmistusasteen nostamiseen liittyviin haasteisiin.

Neljännän tarkentavan tutkimuskysymyksen kautta on tarkoitus arvioida yleisellä tasolla, minkälaiset toteutusmuodot palvelisivat puurakentamista sekä esivalmistusasteen nostamista tulevaisuudessa (d). Yleisen tason tarkastelu antaa mahdollisuuden avata haastatteluissa esiin nousseita asioita laajemmin ja luo pohjan mahdollisille jatkotutkimushankkeille tulevaisuudessa.

2. TEOREETTINEN VIITEKEHYS

2.1 Institutionaalinen teoria

2.1.1 Organisaatiot järjestelminä

Organisaatiot ovat sellaisia instituutioita, joiden rajat ja jäsenet voidaan määrittää selkeiden kriteerien perusteella. Lisäksi organisaatioissa on periaatteet ja komentoketjut, jotka määrittävät vastuut organisaation sisällä. (Hodgson 2006) Hyvin suunniteltuina ja johdettuina ne ovat päätöksenteko- ja toimintajärjestelmiä, joita ohjataan kohti asetettuja tavoitteita rationaalisesti ja tehokkaasti (Hatch 2013).

Organisaatioteorian tutkimuksessa painotus on vuosikymmenten aikana vaihdellut rationaalisen ja luonnollisen organisaation välillä. Lisäksi organisaatioita on tarkasteltu sekä suljettuina että avoimina järjestelminä. (Scott 2003)

1900-luvun alussa organisaatiotutkimuksessa painotettiin suuntausta, jossa organisaatiot nähdään rationaalisina ja suljettuina järjestelminä (Scott 2003). Suuntauksen mukaan organisaatiot ovat tuotannollisia järjestelmiä, jotka tuottavat tuloksia tuotantopanoksia yhdistämällä. Toiminta edellyttää, että organisaatiolla on sekä resursseja että markkinoita. (Saksa 2007) Organisaation sosiaaliset rakenteet nähdään kaavamaisina. Tutkimussuuntauksen tavoitteena on määritellä organisaation päämäärät tarkasti. (Scott 2003)

1930-luvulle tultaessa organisaatiotutkimuksessa alaa sai suuntaus, jossa organisaatioita tutkittiin luonnollisina suljettuina järjestelminä (Scott 2003). Myös luonnollisessa suuntauksessa organisaatioiden nähdään tavoittelevan ennalta määritettyjä tavoitteita, mutta suuntauksessa painotetaan organisaatiossa toimivia yksilöitä ja heidän erilaisten pyrkimystensä merkitystä (Saksa 2007). Organisaatiot nähdään resursseina, jotka tarjoavat yksilöiden toiminnalle rakenteen (Scott 2003). Mallin mukaan organisaatio pyrkii selviytymään ja säilyttämään tasapainon, ja pyrkimys voi jatkua, vaikka nimenomaiset tavoitteet olisi jo saavutettu. Toisaalta selviytymispaine voi johtaa jopa organisaation tavoitteiden laiminlyöntiin tai vääristymiseen. (Scott & Davis 2007)

Avointen järjestelmien tutkimussuuntaus, jossa organisaatioiden sisäisten tekijöiden lisäksi painotetaan organisaation vuorovaikutusta ympäristönsä kanssa, yleistyi 1960-luvulla (Scott 2003). Avointen järjestelmien näkemyksessä organisaatiot ovat moniulotteisia toisistaan riippuvaisia järjestelmiä, jotka voivat aktiivisesti vaikuttaa ympäristöönsä

toisin kuin suljetuissa järjestelmissä (Saksa 2007). Tämä tukee myös näkemystä institutionaalisen toimintaympäristön sisäisestä erilaistumisesta sekä kilpailusta: organisaatioiden odotetaan tekevän strategisia valintoja myös institutionaalisen ympäristönsä suhteen (Scott 1991).

Tässä työssä organisaatioita käsitellään avoimina järjestelminä. Tutkimus painottuu organisaatioiden toimintaan toimintaympäristössään sekä toimintaympäristön muutoksiin organisaatioiden tavoitteiden sekä toiminnan kautta.

2.1.2 Instituutiot ja institutionaaliset ympäristöt

Instituution määritelmä ei ole yksiselitteinen, vaan tutkijat painottavat instituutioiden mikro- ja makrotason ominaisuuksia eri tavoin (Bresser & Millonig 2003). Uuden institutionalismin mukaan instituutiot ovat sosiaalisia malleja, jotka ovat saavuttaneet yleisen hyväksynnän ja muodostuneet vakiintuneiksi käytännöiksi tietyssä kontekstissa (Jepperson 1991). Ne ovat vakiintuneiden ja sulautuneiden sosiaalisten sääntöjen järjestelmiä, jotka jäsentävät sosiaalista vuorovaikutusta (Hodgson 2006). Kaikille instituutioille yhteistä on, että niillä useita ilmentymiä ajassa ja tilassa, ja instituutiot ovat luontaisesti prosessillisiä rakenteita sosiaalisissa järjestelmissä (Fararo & Skvoretz 1986). Instituutioiden voidaan nähdä olevan mitä tahansa kollektiivisesti hyväksytyjä sääntöjen tai käytäntöjen järjestelmiä, joiden avulla luodaan institutionaalisia faktoja ja jotka ohjaavat ihmisten toimintaa (Searle 2005, Tieteen termipankki 2015). Instituutioihin voidaan katsoa kuuluvan käyttäytymiseen liittyviä odotuksia, joiden rikkomisesta voi seurata sanktioita (Bresser & Millonig 2003).

Instituutiot voidaan jakaa karkeasti kahteen kategoriaan. Fundamentaaliset instituutiot (*fundamental institutions*) ovat yleisesti hyväksytyjä normeja ja arvoja, jotka ovat kehittyneet yhteiskunnallisella tasolla. Niitä noudatetaan pitkälti alitajuisella tasolla, sillä ne on sisäistetty niin vahvasti, että vaihtoehtoja on jopa vaikea kuvitella. Toissijaiset instituutiot (*secondary institutions*) on johdettu fundamentaalisten instituutioiden pohjalta vastaamaan tiettyihin yhteiskunnallisiin tarpeisiin. Tällaisia ovat esimerkiksi lait, sopimukset ja organisaatiot. Vaikka toissijaiset instituutiot ovat mukautuvampia kuin fundamentaaliset instituutiot, ja yksilöt ovat niistä yleisesti tietoisempia, ovat ne kuitenkin usein vahvasti sisäistettyjä institutionaalisessa ympäristössä. (Bresser & Millonig 2003)

Järjestelmän instituutioasema riippuu kontekstista. Useamman organisaatiotason organisaatioissa ylemmät tasot voivat olla instituutioita suhteessa organisaation alempiin tasoihin. Esimerkiksi yhteisöissä lakien mukaiset toimintamallit voivat olla instituutioita suh-

teessa muodollisen organisaation menettelytapoihin, jotka puolestaan voivat olla instituutioita sosiaalsiin käytäntöihin verrattuna. Instituutioasemaan vaikuttaa myös, kuinka läheinen järjestelmä on tarkastelunäkökulmasta. Lisäksi asian keskeisyys vaikuttaa siihen, onko kyseessä instituutio: erilaisissa järjestelmissä ytimet ovat usein instituutioita suhteessa järjestelmän reuna-alueisiin. (Jepperson 1991)

Kaikki instituutiot samanaikaisesti sekä mahdollistavat että rajoittavat toimintaa luomalla sille viitekehyksen (Jepperson 1991). Instituutioihin kuuluu olennaisena osana niiden rajoite-vapausdualismi. Toimintaa ja vuorovaikutusta ohjaavana järjestelmänä instituutio muodostaa toiminnalle institutionaalisen rakenteen, joka jonka sisällä toimijat voivat valita toimintoja sosiaalisesti rakenteellisista vaihtoehdoista. (Fararo & Skvoretz 1986)

Instituutiot voidaan hahmottaa regulatiivisten, normatiivisten ja kognitiivisten komponenttien kautta, jotka ovat vuorovaikutteisia toistensa suhteen. Komponentit määrittelevät instituution ominaisuuksia ja vaikuttavat institutionaalisen ympäristön toimijoihin eri tavoin. (Scott 1995)

Regulatiivinen komponentti (*regulative component*) keskittyy virallisiin ja epävirallisiin sääntöihin, joita valvotaan ja joiden rikkomisesta voi seurata sanktioita. Mahdollisten sanktioiden pelko saa toimijat ymmärtämään, että rikkomusten välttäminen tai ainakin vaikutelman säilyttäminen sääntöjenmukaisesta toiminnasta on heidän omien etujensa mukaista. (Bresser & Millonig 2003)

Normatiivinen komponentti (*normative component*) koostuu normeista ja arvoista, jotka määrittelevät sopivana ja toivottavana pidettävän käytöksen. Ne antavat toimijoille standardit, joiden avulla toimijat voivat arvioida, vertailla ja ohjata toimintaansa. Arvojen ja normien mukainen toiminta ei kuitenkaan perustu pakkoon, vaan niiden noudattamista pidetään moraalisenä velvollisuutena. (Bresser & Millonig 2003)

Kognitiivinen komponentti (*cognitive component*) voidaan määritellä kaikkien sisäistettyjen arvojen ja normien summaksi, johon vaikuttaa myös, miten yksilöt havaitsevat ja tulkitsevat todellisuutta sekä miten he reagoivat ympäristön ärsykkeisiin. Normatiiviseen komponenttiin verrattuna kognitiivinen komponentti korostaa sisäistettyjen instituution ominaisuuksien subjektiivisuutta. (Bresser & Millonig 2003)

Koska institutionaalinen ympäristö vaikuttaa voimakkaasti organisaation kilpailumenestykseen ja selviytymiseen, tulee institutionaalinen konteksti ottaa huomioon organisaatioiden strategisessa johtamisessa. Kilpailuetua voi olla kolmella eri tasolla: yksilötasolla, organisaation sisäisellä tasolla sekä organisaatioiden välisellä tasolla. Yksilö- ja organisaation sisäinen taso liittyvät organisaation sisäiseen institutionaaliseen ympäristöön,

kun taas organisaatioiden välisen tason kilpailuetu syntyy ulkoisessa institutionaalisessa kontekstissa. (Bresser & Millonig 2003)

Yksilötasolla kilpailukyky liittyy organisaation kognitiiviseen pääomaan eli organisaation päätöksentekijöiden tekemiin tulkintoihin ja heidän kognitiivisiin kykyihinsä. Organisaation sisäisellä tasolla syntyy organisaation normatiivista pääomaa, joka tarkoittaa organisaation institutionalisoituneista normeista, arvoista, rakenteista ja rutineista mahdollisesti muodostuvaa kilpailuetua. Organisaation ulkoisessa institutionaalisessa kontekstissa organisaatiolle voi muodostua kilpailuetua tuovaa regulatiivista pääomaa siitä, miten se käsittelee institutionaalisen ympäristön virallisia ja epävirallisia vaatimuksia. (Bresser & Millonig 2003)

Institutionaalinen teoria pyrkii selittämään yksilöiden ja organisaatioiden käyttäytymistä sekä mikro- että makrotasolla (Dacin et al. 2002). Teorian mukaan saman toimialan organisaatiot alkavat ajan kuluessa muistuttaa toisiaan. Teorian tavoitteena on myös selittää organisaatioiden muutosta sekä sitä, miksi saman alan organisaatiot pyrkivät keskenään samankaltaisuuteen. (Sandelin 2012)

2.1.3 Institutionalisoitumisen asteet ja institutionaalinen muutos

Rutiininomaisesti toistuvat toimenpiteet tukevat ja ylläpitävät instituutiota edistäen sen vahvistumista, ja instituution selviytyminen perustuu itseaktivoituviiin sosiaalisiin prosesseihin. Institutionaalisten käytäntöjen ylläpito vaatii suhteellisen vähän toimia: instituution pysyvyys eli mallin toteutuminen ei riipu merkittävästi kollektiivisesta mobilisaatiosta eikä se vaadi mobilisaation toistuvaa uudelleensuunnittelua tai aktivointia. Sen sijaan kollektiivinen toiminta tai ympäristön ärsyke voi häiritä jo olemassa olevaa prosessia. (Jepperson 1991)

Koska instituutiot vaikuttavat odotuksiin, pidetään niitä helposti itsestäänselvyyksinä. Kiistattomina pidettyjä asioita käsitellään ulkoisina ja objektiivisina rajoitteina riippumatta siitä, kokevatko ihmiset ymmärtävänsä rakenteen tai tiedostavatko he edes rakenteen olemassaoloa. Instituutiota voidaan pitää itsestäänselvyytenä, vaikka sitä ei suoraan havaita tai ajatella. Toisaalta rakennetta voidaan tarkastella perusteellisesti, ja sitä voidaan silti pitää kyseenalaistamattomana ulkoisena tekijänä. Itsestäänselvyys ei myöskään liity siihen, millaisena instituutio koetaan: rakennetta voidaan pitää positiivisena tai negatiivisena, tai sitä ei välttämättä arvioida ollenkaan, vaikka se koetaan itsestäänselvyydeksi. (Jepperson 1991)

Institutionalisoituminen tarkoittaa prosessia, jolla sosiaalinen malli saavuttaa instituution aseman (Jepperson 1991). Se tapahtuu usein sattumalta muiden rakenteiden luomisen sivutuotteena, eikä instituution säilyminen vaadi mittavia jatkotoimenpiteitä. Instituutiot iskostuvat verkostoihin yleisiksi käytännöiksi. Sen sijaan muutokset instituutiossa vaativat usein aktiivisia toimia ja aiheuttavat vastustusta, sillä yhden elementin muuttaminen verkostossa vaatii usein muutoksia myös muissa siihen liittyvissä elementeissä. (Zucker 1991)

Institutionalisoitumisella on eri asteita, jotka kuvaavat instituution todennäköistä kulttuurista pysyvyyttä (Zucker 1991). Institutionalisoitumisen asteen voidaan ajatella kuvaavan sitä, miten herkkä instituutio on sosiaaliselle interventiolle: instituutio on erittäin institutionalisoitunut, jos se asettaa instituution vastaiselle kollektiiviselle toiminnalle lähes ylittämättömän kynnyksen ja instituution prosesseja on vaikea estää tai muuttaa (Jepperson 1991).

Institutionaalisen pysyvyyden edellytyksiksi on tunnistettu instituution välittyminen seuraaville toimijoille, ylläpito sekä kyky vastustaa muutosyrityksiä. Institutionalisoitumisaste on sitä suurempi, mitä korkeampi on toimijapolvien välinen yhtenäisyys, mitä enemmän instituutiolla on ylläpitoa ja mitä vaikeampi instituutiota on muuttaa. (Zucker 1991) Kaiken kaikkiaan instituutio on vähemmän altis interventiolle, jos se on vahvasti sulautunut toiminnan viitekehykseen. Sulautumista lisää, jos instituutio on ollut käytössä pitkään ja muut toimintaympäristön käytännöt ovat sopeutuneet siihen tai jos instituutio on keskeisessä asemassa toiminnan kannalta. (Jepperson 1991)

Institutionalisoitumisen aste riippuu myös siitä, pitävätkö kollektiivin jäsenet instituutiota itsestään selvyytenä. Lisäksi linkittyminen yleisiin periaatteisiin ja sääntöihin tai sidoksiksi rajoituksiin kuten sosiaalisesti eksogeeniseen moraaliseen auktoriteettiin tai esimerkiksi luonnonlakeihin vähentää instituution alttiutta muutosyrityksille. Tällöin instituutiota ei välttämättä yritetä kyseenalaistaa, jolloin se ei ole yhtä herkkä haasteille ja puuttumiselle, vaan pysyy todennäköisemmin institutionalisoituneena. Kyseenalaistamishalun puute saattaa johtua myös vaihtoehtoisten instituutioiden tai periaatteiden puutteesta. (Jepperson 1991)

Instituutioiden pysyvyyttä on perinteisesti tarkasteltu käyttäen alajärjestelmien tai normatiivisen kehyksen lähestymistapaa. Alajärjestelmien lähestymistavassa tutkimus keskittyy erillisiin instituutiorypäisiin, joilla on omat norminsa, ja jokainen alajärjestelmä muodostaa erillisen osan instituutiotypologiassa. Käytetyt typologiat eli luokittelujärjestelmät vaihtelevat, mutta alajärjestelmien lähestymistavan tutkimuksessa instituutioiden pysy-

vyydelle on tunnistettu kaksi selittävää tekijää: instituution mukainen toiminta voi olla toiminnallinen välttämättömyys, tai siihen voi johtaa itsestä lähtevä palkkion tavoittelu. Määritelmiä on kritisoitu paljon, sillä pysyvyyttä käytetään usein indikaattorina välttämättömyydelle ja toiminnallista välttämättömyyttä on vaikea arvioida erillään pysyvyydestä. Toisaalta osa instituutioiden toimista vaatii sanktioita ja osa ei, joten suora sosiaalinen valvonta ei täysin selitä instituution pysyvyyttä. (Zucker 1991)

Normatiivisen kehyksen lähestymistavassa ajatellaan, että instituutiot säilyvät, koska niihin liittyvät normit ovat yhteisiä. Ulkoista motivaattoria yhdenmukaisuuden saavuttamiseksi ei tarvita, koska keskeiset instituutiot sisäistetään vahvasti. Normatiivisen kehyksen lähestymistavassa ei kuitenkaan ole keinoja erottaa, mitkä prosessit ovat institutionalisoituneet. Vain sisäistetyn normit voivat olla institutionalisoituneita, mutta sitä, mitkä normit ovat tärkeimpiä sosiaalisessa järjestelmässä, ei voida mitata yksiselitteisesti. (Zucker 1991)

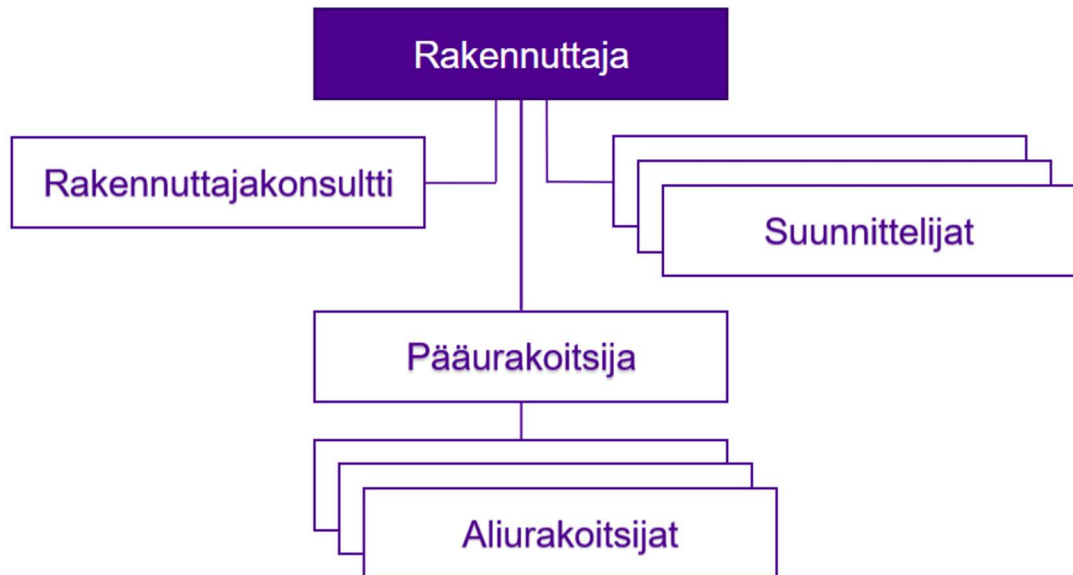
Institutionaalisella muutoksella on useita erilaisia prosesseja. Näistä voidaan erottaa institutionalisoitumisen eli instituution muodostumisen (*institutional formation*) lisäksi kolme muuta päätyyppiä: instituution purkautuminen (*deinstitutionalization*), uudelleeninstitutionalisoituminen (*reinstitutionalization*) ja instituution kehittyminen (*institutional development*). Instituution purkautuminen on päinvastainen prosessi institutionalisoitumiselle. Purkautuneen instituution sosiaalinen malli ei enää aktivoidu itsestään, vaan vaatii toimia toteutuakseen. Uudelleeninstitutionalisoituminen tarkoittaa prosessia, jossa instituutio purkautuu yhdestä institutionaalisesta mallista ja siirtyy toiseen institutionaaliseseen muotoon, joka toimii eri periaatteilla ja säännöillä. Instituution kehittämisessä olemassa oleva instituutio muuttaa muotoaan säilyttäen instituutioasemansa. (Jepperson 1991)

2.2 Rakennusalalla käytössä olevat toteutusmuodot ja sopimusmallit

2.2.1 Pääurakkamuodot

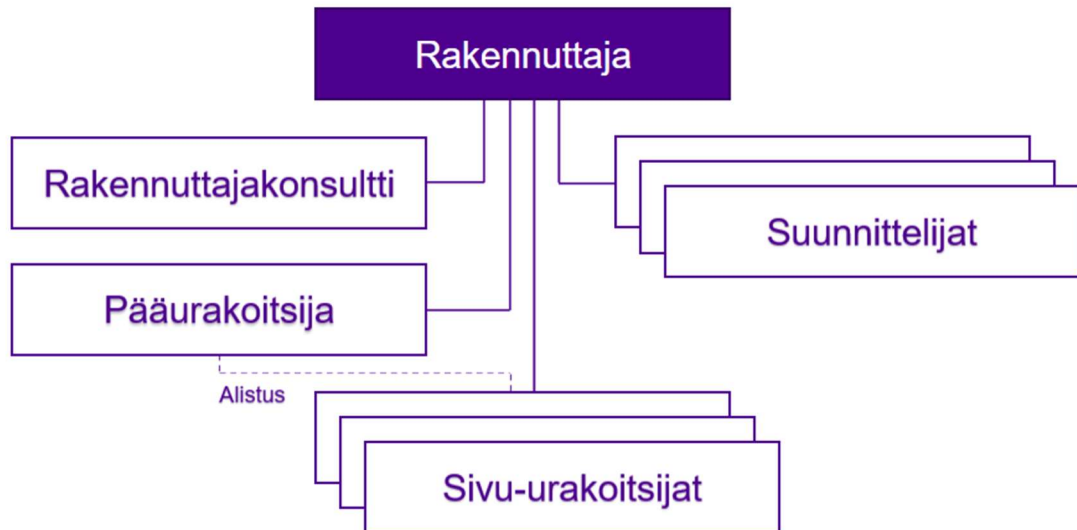
Pääurakkamuodoissa rakennuttaja tekee suunnittelusta ja rakentamisesta erikseen sopimukset ja vastaa hankkeen johtamisesta. Tyypillisesti rakennuttaja valitsee ensin arkitehdin sekä muut suunnittelijat, jotka laativat hankkeen suunnitelmat. Suunnitelmien perusteella kilpailutetaan rakennustöiden toteutus ja valitaan urakoitsija. Usein pääurakka-muotoisissa hankkeissa urakoitsijakilpailutuksessa valintaperusteena käytetään halvinta hintaa, mutta rakennuttaja voi käyttää myös neuvottelumenettelyä urakoitsijan valinnassa. (Junnonen & Kankainen 2017)

Pääurakkamuodoissa erikoisurakat voidaan teettää eri tavoin. *Kokonaisurakassa* rakennuttaja solmii pääurakoitsijan kanssa koko rakennusurakan kattavan kokonaisurakkasopimuksen (kuva 2). Tarvittaessa pääurakoitsija solmii aliurakkasopimukset erikoisurakoitsijoiden kanssa. (Junnonen & Kankainen 2017)



Kuva 2. Osapuolet ja sopimussuhteet kokonaisurakassa (muokattu lähteestä Junnonen & Kankainen 2017)

Jaetussa urakassa rakennuttaja valitsee hankkeeseen rakennusurakoitsijan lisäksi muita toimijoita – esimerkiksi erikoisurakoitsijoita tai materiaalityöntekijöitä – toteuttamaan rakennuttajan määrittelemiä osakokonaisuuksia, ja tekee jokaisen toimijan kanssa erillisen sopimuksen (kuva 3). Yleensä jaetussa urakassa rakennusurakoitsija toimii hankkeen pääurakoitsijana, jonka vastuulle muiden toimijoiden töiden yhteensovitus ja koordinointi siirretään alistussopimuksella. (Junnonen & Kankainen 2017)



Kuva 3. Osapuolet ja sopimussuhteet jaetussa urakassa (muokattu lähteestä Junnonen & Kankainen 2017)

Sekä kokonais- että jaetussa urakassa rakennuttaja vastaa suunnittelusta kokonaisuudessaan, mikä tekee pääurakkamuodoista vahvasti rakennuttajajohtoisia. Myös suunnittelun virheet sekä puutteet ovat rakennuttajan vastuulla. Koska suunnittelu ja toteutus tapahtuvat erillään toisistaan ja urakoitsijat otetaan mukaan vasta toteutussuunnitelmien valmistuttua, urakoitsijoiden asiantuntemus jää hyödyntämättä eikä parhaisiin suunnittelu- ja toteutusratkaisuihin välttämättä päästä. (RT 10-11223) Tämä saattaa johtaa siihen, että rakentaminen ei ole niin tehokasta kuin olisi mahdollista ja suunnitelmia saataan joutua tekemään uudelleen. Suunnittelun ja toteutuksen pitäminen erillään voi lisätä sekä projektin kestoa että kustannuksia. (Fischer et al. 2017)

Koska urakka kilpailutetaan vasta kun toteutusratkaisut on valittu, urakkakilpailussa eroja syntyy pääasiassa vain hankintojen sekä työsuoritusten kustannuksista. Hankkeen kustannukset määrittyvät pitkälti suunnittelun kustannusohjauksen perusteella. Parhaiten pääurakkamuodot toimivat laajuudeltaan ja vaativuudeltaan tavanomaisissa kohteissa, joissa epävarmuutta aiheuttavien asioiden merkittävyys on pieni ja rakennuttajan tavoitteet voidaan määrittää selkeästi. (RT 10-11223)

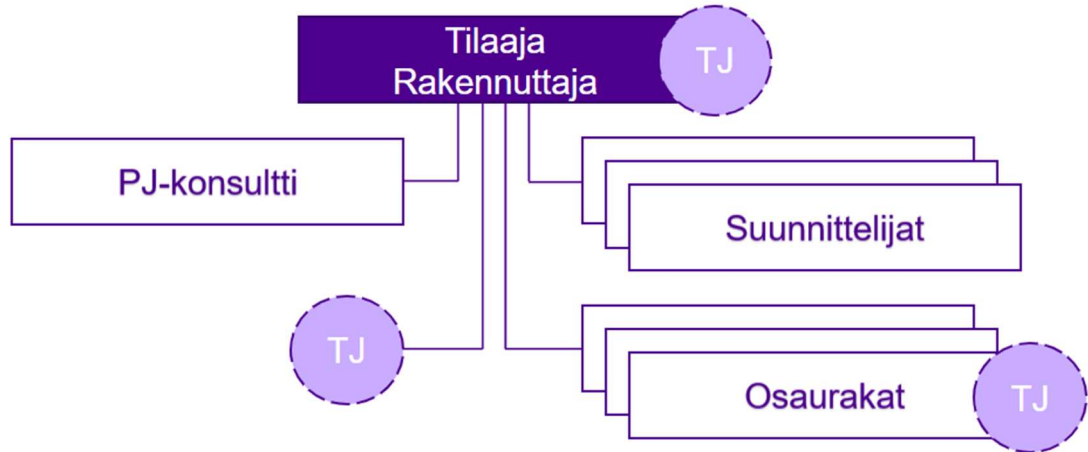
Kokonaisurakassa kokonaisurakoitsijan vastuulla ovat työmaan johto, rakennustyöt sekä rakentamisen vaatimat hankinnat. Kokonaisurakoitsija kilpailuttaa tarvittaessa omat alurakoitsijansa ja vastaa myös näiden työstä. Rakennuttaja solmii urakkasopimuksen ainoastaan kokonaisurakoitsijan kanssa. Jaetussa urakassa rakennuttaja voi vaikuttaa

pääurakoitsijan lisäksi sivu-urakoitsijoiden valintaan ja vastaa urakoiden jakamisesta, sisällöstä sekä yhteensovittamisesta. Rakennuttajan mahdollisuudet vaikuttaa aliurakoihin ovat molemmissa pääurakkamuodoissa rajalliset. Pääurakkamuodot ovat paljon käytettyjä, ja osapuolten tehtävät ja roolit ovat yleensä selkeitä kaikille hankkeen osapuolille. (RT 10-11223)

2.2.2 Projektinjohtomuodot

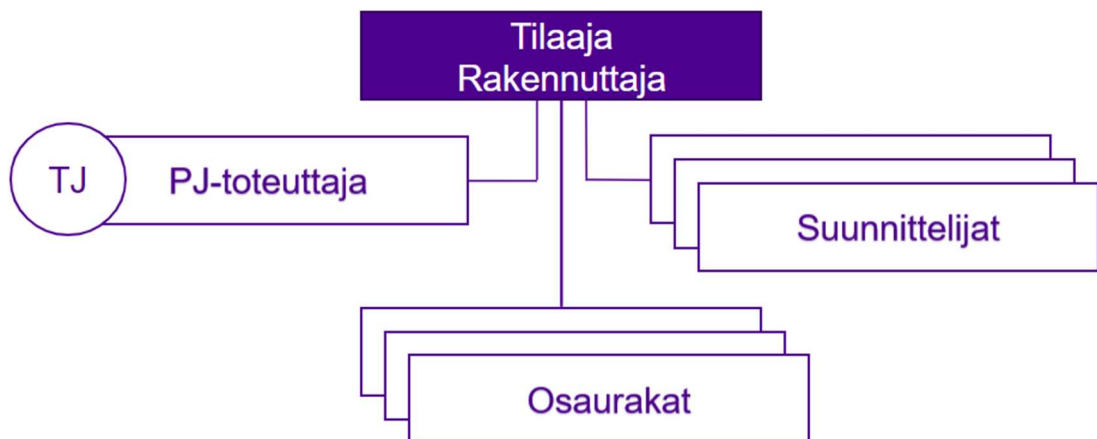
Projektinjohtomuotoisissa hankkeissa pj-toteuttaja ja rakennuttaja toimivat läheisessä yhteistyössä. Rakennustyöt jaetaan useisiin osiin, jotka kilpailutetaan erikseen suunnittelun edetessä. Hankkeen pilkkominen mahdollistaa suunnittelun, hankinnan ja rakentamisen yhdistämisen ja limittämisen, jonka ansiosta voidaan saavuttaa aikataulusäästöjä. (RT 10-11223)

Projektinjohtorakennuttamisessa rakennuttaja toteuttaa hankkeen omalla projektinjohdolla tai täydentää organisaatiotaan ulkopuolisella projektinjohtokonsultilla (kuva 4) (Junnonen & Kankainen 2017). Rakennuttaja hankkii sekä suunnittelun että toteutuksen, ja hankintasopimukset tehdään rakennuttajan nimiin. Suunnittelu ja rakentaminen sekä urakoiden jakaminen ovat rakennuttajan vastuulla; urakoitsijat vastaavat omista osaurakoistaan. Projektinjohtorakennuttamisessa rakennuttajan nimiin tehtävien hankintasopimusten määrä voi kasvaa merkittävän suureksi, ja vaiheistus saattaa hidastaa rakennusprosessia. (RT 10-11223) Työnjohtovastuu (TJ) voi projektinjohtorakennuttamisessa olla joko rakennuttajalla, sisällytettynä johonkin osurakkaan tai se voidaan hankkia erillisenä työnä (Junnonen & Kankainen 2017).



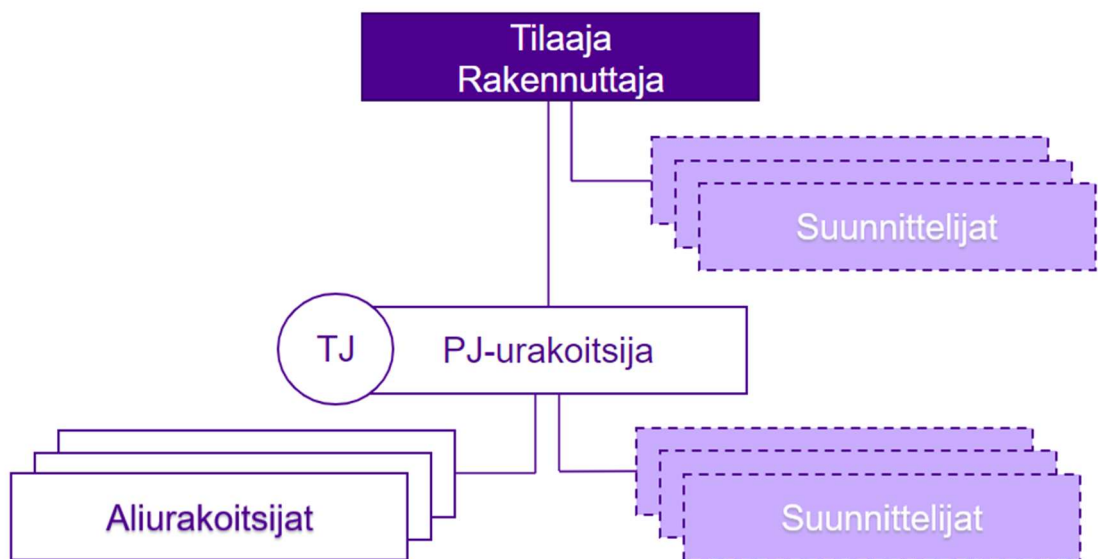
Kuva 4. Osapuolet ja sopimussuhteet projektinjohtorakennuttamisessa (muokattu lähteestä Junnonen & Kankainen 2017)

Projektinjohtopalvelussa projektinjohtototeuttajana toimiva konsultti toimii rakennuttajan edustajana päätoteuttajan roolissa (kuva 5). Projektinjohtopalvelusta vastaavan konsultin tehtäviin kuuluvat yleensä projektinjohtotehtävät, työmaan johtaminen, rakennustöiden valvonta, vastaanottoon ja käyttöönottoon liittyvät tehtävät sekä takuuajan tehtävät. Hankinnat tehdään kuitenkin rakennuttajan nimiin: hankintojen suuri määrä voi hidastaa projektin etenemistä. Projektinjohtototeuttajan asema sekä vastuut ovat konsulttityön mukaiset. (RT 10-11223)



Kuva 5. Osapuolet ja sopimussuhteet projektinjohtopalvelussa (muokattu lähteestä Junnonen & Kankainen 2017)

Projektinjohtourakoinnissa hankintasopimukset tehdään projektinjohtourakoitsijan nimiin, ja hanke voidaan toteuttaa pääurakkamuotojen tavoin kokonais- tai jaettuna urakana (kuva 6). Suunnittelusopimukset voidaan tehdä joko rakennuttajan tai pj-urakoitsijan nimiin. Pääurakkamuotoihin verrattuna keskeisiä eroja ovat suunnittelun ja rakentamisen limittyminen sekä rakennuttajan vahva osallistuminen hankkeeseen lopullisen päätösvallan säilyessä rakennuttajalla sekä suunnitelmien sekä hankintojen osalta. (RT 10-11223) Projektinjohtourakoitsijan kontrolloidessa projektin aliurakoitsijoita, myös tilaajan toivomat suunnitelmien muutokset on helppo saattaa kootusti koko projektiorganisaation tietoon (Love et al. 2008).



Kuva 6. Osapuolet ja sopimussuhteet projektinjohtourakassa (muokattu lähteestä Junnonen & Kankainen 2017)

Projektinjohtomuodot eroavat toisistaan siinä, mikä projektinjohto-organisaation rooli on hankkeessa. Projektinjohtorakennuttamisessa rakennuttaja hyödyntää ulkopuolisen konsultin osaamista, mutta konsultilla ei ole roolia työnjohdossa. Projektinjohtopalvelussa konsultin eli projektinjohtototeuttajan tehtäviin kuuluu myös työmaan johtaminen, vaikka hankinnat tehdäänkin edelleen rakennuttajan nimiin. Projektinjohtourakoinnissa puolestaan myös hankinnat tehdään projektinjohtourakoitsijan nimiin, vaikka lopullinen päätäntävalta hankinnoista on edelleen rakennuttajalla. (Junnonen & Kankainen 2017)

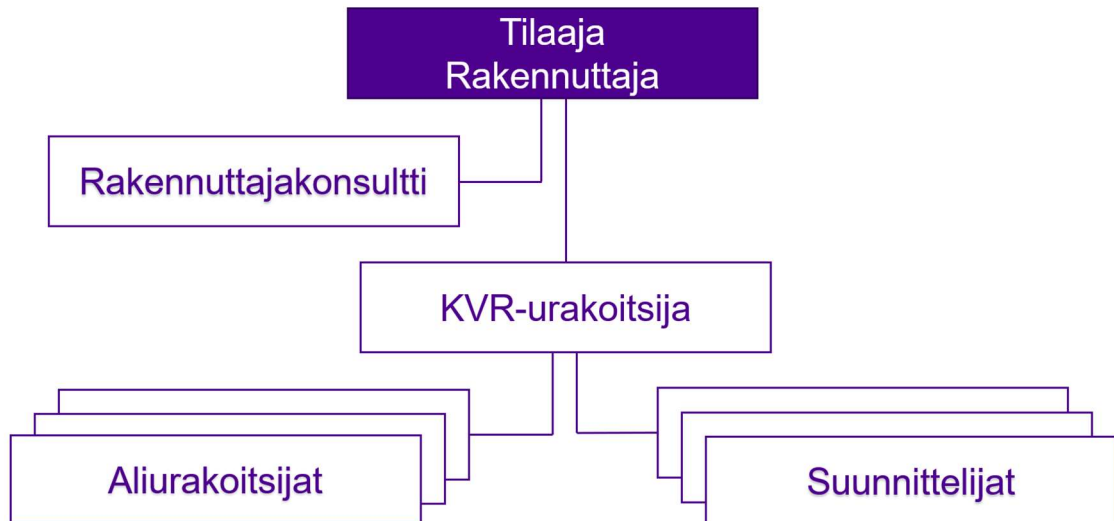
Projektinjohtomuotojen hyvinä puolina nähdään, että tilaaja on vuorovaikutuksessa pääasiassa projektinjohto-organisaation kanssa (Love et al. 2008). Tämä helpottaa tilaajan

vaatimusten toteuttamista ja toisaalta edesauttaa projektin läpivientiä laadullisesti ja taloudellisesti sovittujen tavoitteiden mukaisesti (Tenah 2001). Projektinjohtomuotoisessa toteutuksessa suunnittelu ja rakentaminen limittyvät aikataulullisesti, joten projektin läpiviennin kokonaisajassa saavutetaan säästöjä suhteessa pääurakkamuotoon. Toisaalta limittyminen vaatii tarkkaa aikataulutusta, jotta tarvittavat suunnitelmat ovat valmiita, kun tuotanto niitä tarvitsee. Lisäksi hankkeen lopullista hintaa on vaikea määrittää ennen viimeisen osakokonaisuuden varmistumista. Projektinjohtomuodot sopivat pääasiassa vain suurille hankkeille, sillä pienien hankkeiden kannattavuus kärsii projektiosapuolten määrän kasvaessa. (Love et al. 2008)

2.2.3 Suunnittele ja rakenna -muodot

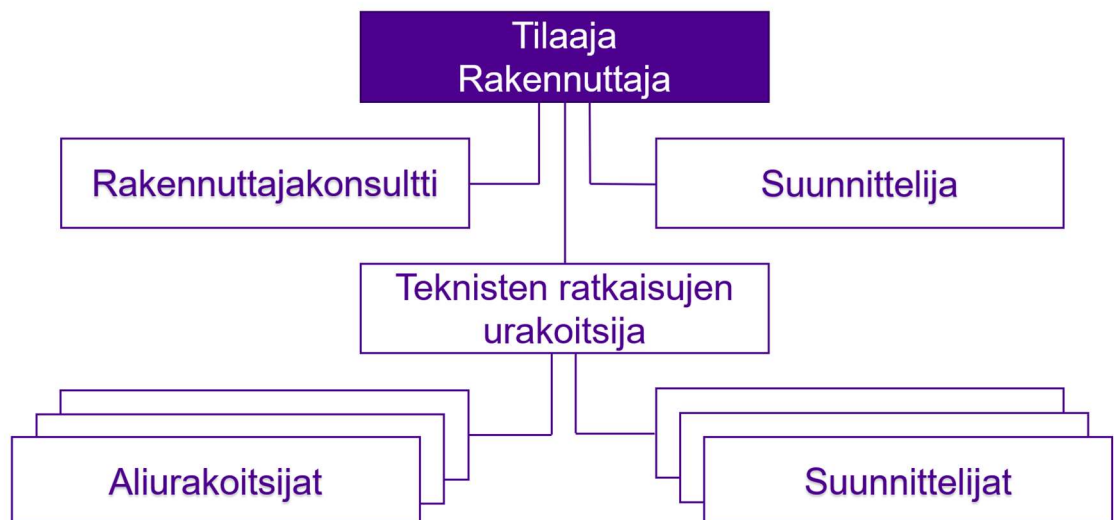
Suunnittele ja rakenna -urakassa urakoitsija vastaa sekä hankkeen suunnittelusta että toteuttamisesta. Rakennuttaja asettaa hankkeen tavoitteet ja kilpailuttaa suunnittelun ja rakentamisen yhtenä kokonaisuutena. Urakoitsija ja tämän alaisuudessa toimivat suunnittelijat kehittävät yhteistyössä tavoitteisiin vastaavan ratkaisun ja tekevät tarjouksen. SR-urakat voidaan jakaa tarjouskilpailun tavoitteiden ja valintaperusteiden mukaan laadutuspainotteiseen, edullisuuspainotteiseen ja hintapainotteiseen SR-urakkaan. (RT 10-11223)

Kokonaisvastuurakentamisessa rakennuttaja solmii sopimuksen vain KVR-urakoitsijan kanssa, joka vastaa hankkeen toteutuksen lisäksi myös ehdotus-, yleis- ja toteutussuunnittelusta (kuva 7). Suunnittelun ja rakentamisen vastuuttaminen samalle osapuolelle mahdollistaa toteutettavuuden sekä toteutuskustannusten tehokkaan huomioonottamisen suunnitteluratkaisuissa. KVR-urakkaan liittyviä haasteita ovat muun muassa suunnittelun ja lopputuloksen laatutason tarkka määrittäminen kilpailutusvaiheessa sekä toisistaan poikkeavien tarjousten vertailu. Lisäksi haasteena voivat olla rakennuttajan rakentamisvaiheen aikaiset muutokset. Kun tavoitteiden määrittelyssä onnistutaan hyvin, voidaan KVR-urakalla saavuttaa kustannustehokkaita ja laadullisesti hyviä tuloksia. (RT 10-11223)



Kuva 7. Osapuolet ja sopimussuhteet KVR-urakassa (muokattu lähteestä Junnonen & Kankainen 2017)

Teknisten ratkaisujen urakassa teknisten ratkaisujen suunnittelu sisällytetään rakennusurakkaan tai muuhun selkeään osakokonaisuuteen, jolloin kyseinen urakoitsija myös vastaa teknisten ratkaisujen suunnittelusta, toteuttamisesta, toteuttamiseen liittyvistä hankinnoista sekä töiden yhteensovittamisesta (kuva 8). Rakennuttaja vastaa tarjouspyynnön suunnitelmista. Tuoteosakaupalla tarkoitetaan laajuudeltaan pientä teknisten ratkaisujen urakkaa. (RT 10-11223)



Kuva 8. Osapuolet ja sopimussuhteet teknisten ratkaisujen urakassa (muokattu lähteestä Junnonen & Kankainen 2017)

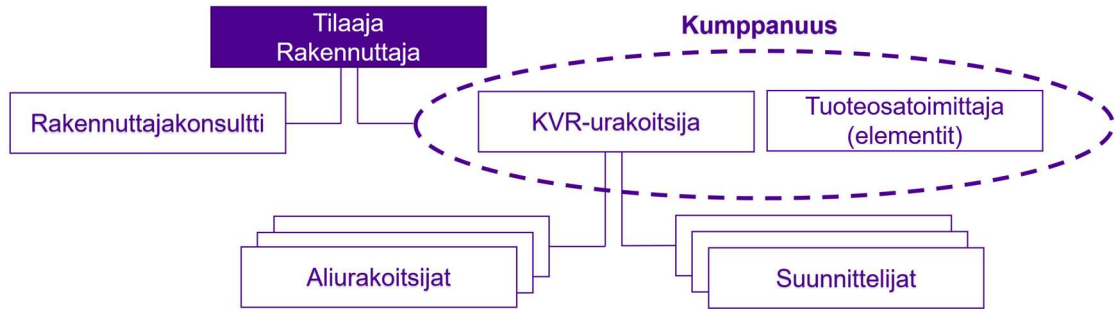
SR-urakoiden vahvuutena on urakoitsijan ja suunnittelijan muodostama yhteenliittymä. Yhteenliittymän vuoksi suunnittelun ja urakoitsijan väliset ongelmatilanteet on mahdollista ratkaista heti kun ne tunnistetaan, eikä niistä välttämättä ehdi kehittyä suuria ongelmia. Suunnittelun ja tuotannon tehdessä yhteistyötä voidaan rakentaminen aloittaa ennen kuin kaikki suunnitelmat ovat valmiita, mikä nopeuttaa projektin läpivientä. Myös suunnitelmien muuttaminen on sujuvampaa kuin pääurakkamuodoissa. Parhaimmillaan yhteistoiminta nostaa hankkeen tehokkuutta, madaltaa hintaa ja parantaa laatua. Urakoitsija pystyy vaikuttamaan suunnitelmiin, jolloin ne ovat myös urakoitsijan toiveiden mukaisia ja niiden rakennettavuus on hyvä. Tilaajan tulee määrittellä vaatimuksensa ja toiveensa mahdollisimman selkeästi, jotta voidaan varmistua siitä, että SR-urakoitsija toteuttaa hankkeen tilaajan toiveiden mukaisesti. Riskinä on, että epäselvä vaatimusten määrittely aiheuttaa epätoivotun lopputuloksen. Lisäksi tilaaja saattaa tarvita erillisen suunnittelijan tai konsultin tarjouspyyntövaiheessa, jotta tarjouspyynnössä pystytään määrittelemään tilaajan tarpeet riittävän tarkasti. (Tenah 2001)

2.2.4 Yhteisvastuumuodot

Rakennusallalla suunnittelun ja rakentamisen eriyttämisen sekä halvimman hinnan suosimisen tarjousvertailussa on tunnistettu johtavan osapuolten väliseen vastakkainasetteluun rakennushankkeissa (Nicholson 1991). Tähän ongelmaan on pyritty vastaamaan kehittämällä erilaisia yhteisvastuumuotoja, joissa tavoitteena on kaikkien osapuolten kannalta hyvä lopputulos (Lahdenperä 2012).

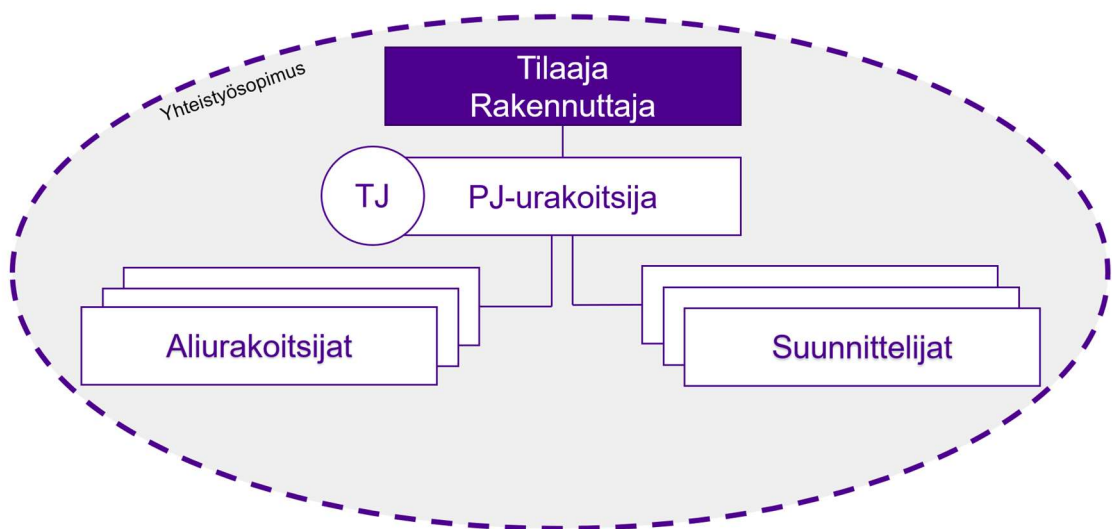
Tyypillisiä piirteitä yhteisvastuumuodoille ovat esimerkiksi keskeisten osapuolten mukaan tuleminen hankkeen aikaisessa vaiheessa, rahavirtojen läpinäkyvä käsittely, riskien ja palkkioiden jakaminen osapuolten kesken sekä päätöksenteko yhteistyössä. Näitä sovelletaan toteutusmuodosta riippuen vaihtelevassa määrin. (Lahdenperä 2012)

Hankekumppanuudessa sovitaan yhteiset päämäärät, joita tavoitellaan sopimusmallien ja jatkuvan parantamisen kautta. Sopimuksessa voidaan määrittää yhteiset kannustimet hankkeelle, ja hankekumppanuudessa voi olla mukana kaksi tai useampia organisaatioita (kuva 9). (Junnonen & Kankainen 2017) Vastuut jaetaan yleensä samoin kuin projektinjohtomalleissa suunnittelijoiden ja päätoteuttajan ollessa sopimussuhteessa rakentajaan. Osapuolet eivät yleensä jaa riskejä, eikä riskejä siirretä osapuolelta toiselle. Hankekumppanuussopimus voidaan tehdä myös toisen urakkamuodon sopimuksen lisäksi, jolloin kumppanuussopimuksen tarkoituksena on puhtaasti lisätä yhteistyötä asettamalla yhteiset tavoitteet ja pelisäännöt hankkeelle. (RT 10-11223)



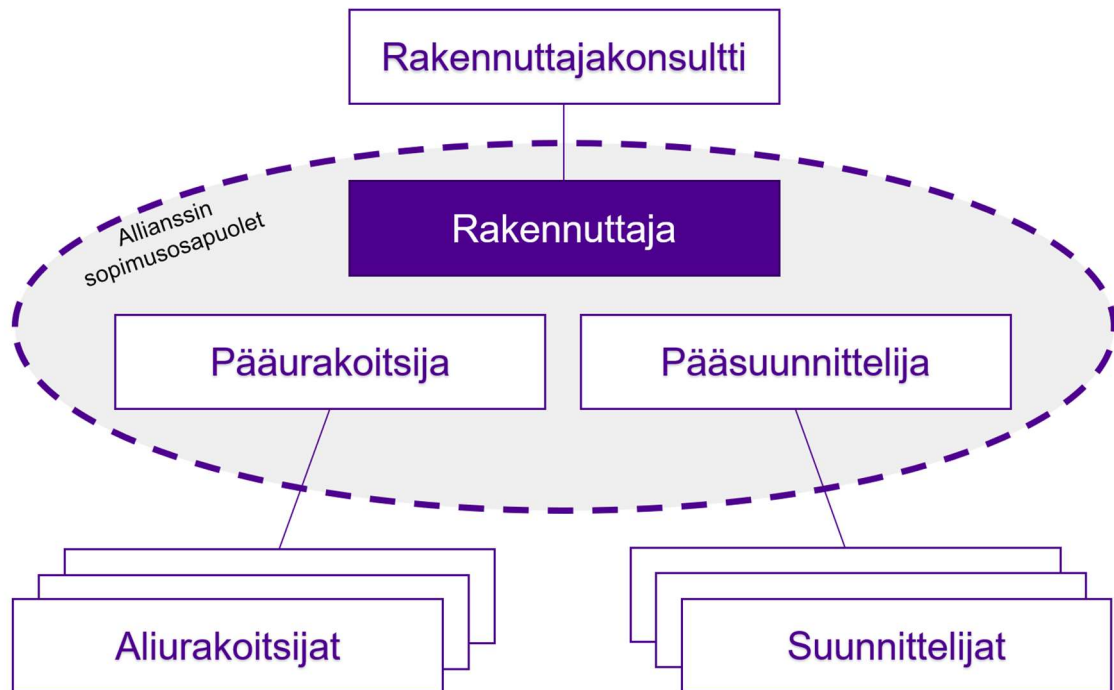
Kuva 9. Esimerkki osapuolista ja sopimussuhteista KVR-urakassa, jossa urakoitsijalla ja tuoteosatoimittajalla on kumppanuussopimus

Integroidussa projektitoteutuksessa osapuolten – vähintään rakennuttajan, suunnittelijan ja urakoitsijan – menestys riippuu projektin onnistumisesta. IPT-mallien sopimuksissa osapuolet sopivat yhteisistä tavoitteista, toimintamalleista sekä riskien ja palkkioiden jakamisesta. Osapuolten palkkiojärjestelmään voidaan liittää laadullisia tekijöitä, jolloin ne voivat vaikuttaa taloudelliseen tuloksenjakoon. Integroidussa projektitoteutuksessa keskeistä on osapuolten valinta aikaisessa vaiheessa, osapuolten osaamisen laaja hyödyntäminen sekä prosessin kannalta parhaat järjestelmät. Rahavirtoja käsitellään IPT-malleissa läpinäkyvästi. (RT 10-11223) Esimerkkejä integroidusta projektitoimituksesta ovat *yhteistoimintaurakka*, jossa perinteisen urakkasopimuksen lisäksi osapuolet laativat yhteistyösopimuksen (kuva 10), sekä *allianssi*, jossa kaikkien osapuolten kesken laaditaan vain yksi yhteinen sopimus (Lean Construction Institute Finland n.d.).



Kuva 10. Esimerkki osapuolista ja sopimussuhteista yhteistoimintaurakassa

Allianssimalli on pisimmälle viety yhteistoiminnallinen toteutusmuoto (Lean Construction Institute Finland n.d.). Siinä tilaaja ja palveluntuottajat muodostavat yhdessä allianssin eli organisaation, joka vastaa yhdessä hankkeen onnistumisesta jakaen hankkeeseen liittyvät riskit sekä mahdollisuudet (kuva 11). Allianssin vastuulle kuuluvat muun muassa suunnittelu, rakentaminen, aikatauluttaminen ja aikataulun noudattaminen, kustannukset sekä laatu. Hankkeen tavoitteet asetetaan yhteistyössä osapuolten kesken, eivätkä osapuolten tavoitteet ja toiminta saa olla ristiriidassa allianssin yhteisten tavoitteiden kanssa. Allianssimalli perustuu siihen, että hankkeen onnistuminen on kaikkien osapuolten etu. Projektiallianssi soveltuu parhaiten hankkeisiin, jotka ovat erityisen suuria tai vaativia ja joihin liittyy paljon epävarmuutta. (RT 103239)



Kuva 11. Esimerkki osapuolista ja sopimussuhteista allianssimallissa

Yhteisvastuumuodoissa osapuolet vastaavat yhdessä suunnitelmista, rakentamisesta, aikataulusta sekä kustannuksista. Yhteisvastuun laajuus riippuu valitusta yhteisvastuumuodosta, mutta niitä yhdistää, että osapuolet tekevät muihin urakamuotoihin verrattuna laajempaa yhteistyötä ja muodoissa pyritään siihen, että hankkeen onnistuminen kokonaisuutena on kaikkien osapuolten edun mukaista. (Junnonen & Kankainen 2017) Sopimusrakenteella pyritään varmistamaan, että hankkeen kannalta parhaan lopputuloksen saavuttaminen on myös kaikkien osapuolten kannalta paras lopputulos. Hanke-

kumppanuudessa sopimusmallit vastaavat KSE- ja YSE-pohjaisia sopimuksia. Projektiallianssissa yleisiä sopimusehtoja ei ole, ja sopimuksen voi riitauttaa vain rikollisesta toiminnasta. (RT 10-11223)

Onnistunut yhteistyö edellyttää osapuolilta oppimista sekä sopeutumista vallitsevaan toimintaympäristöön. Yhteistyö toimijoiden välillä riippuu muodollisten integraatiomekanismien lisäksi osapuolten edustajien välisistä vuorovaikutussuhteista, eikä yhtä oikeaa mallia tehokkaaseen kumppanuuteen ole olemassa. (Bresnen & Marshall 2002) Esimerkiksi ulkomaisten urakoitsijoiden ja suunnittelutoimistojen välisestä yhteistyöstä Kiinassa tehdyssä tutkimuksessa ylimpien johtajien mahdollisimman pieni vaihtuvuus tunnistettiin yhdeksi tärkeimmistä tekijöistä yhteistyön onnistumisen taustalla (Xu et al. 2005). Yhteisvastuumuodot soveltuvat monimutkaisiin tai poikkeuksellisen laajoihin hankkeisiin, joissa riskejä ja mahdollisuuksia on paljon (Junnonen & Kankainen 2017).

3. METODIIKKA

3.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimus toteutetaan kvalitatiivisena eli laadullisena tutkimuksena, sillä tarkoituksena on ymmärtää ja tulkita aiheeseen liittyviä ilmiöitä laajasti ja syvällisesti hankkeen eri osapuolten kannalta. Tutkimuskysymysten asettelulla pyritään kuvaamaan puurakentamisen nykytilaa sekä esivalmistamiseen liittyvää problematiikkaa toimintaympäristössä.

Kvalitatiivisissa tutkimusmenetelmissä painotetaan tutkittavan asian syvällistä ymmärtämistä ja tulkintaa kvantitatiivisen mittaamisen sijaan (Anttila 2014). Laadullisessa tutkimuksessa asioita tutkitaan niiden luonnollisessa ympäristössä yrittäen ymmärtää ja tulkita ilmiöitä toimijoiden niille tuomien merkitysten perusteella. Laadullinen tutkimus lähtee tutkittavaan aiheeseen liittyvien sosiaalisten rakenteiden ymmärtämisestä, ja tutkimuksessa otetaan huomioon aiheeseen liittyvien osapuolten perspektiivit sekä jokapäiväiset käytännöt ja kokemukset. (Flick 2007)

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa tarkastellaan kirjallisuuskatsauksen avulla tutkimusaiheen teoreettista viitekehystä. Teoreettinen viitekehys koostuu formaalista teoriasta sekä substanssiteoriasta. Formaalina teoriana käytetään institutionaalista teoriaa, jonka avulla kuvataan organisaatioiden käyttäytymistä toimintaympäristöissään sekä tähän liittyviä ilmiöitä. Substanssiteoriassa käsitellään rakennusosalalla käytössä olevia hankkeiden toteutusmuotoja ja niiden soveltuvuutta erilaisiin projekteihin.

Formaalit teoriat ovat abstrakteja ja kuvaavat tarkasteltavaa ilmiötä yleisellä tasolla. Niille on tyypillistä, että teorioita voidaan hyödyntää universaalisti eri tieteenaloilla. Substanssiteoriat liittyvät sisällöllisesti suoraan tutkittavaan ilmiöön, ja haastatteluissa tuotettua aineistoa tulkitaan niistä muodostuvan sisällöllisen viitekehyksen kautta. (Juhila n.d.)

Tutkimuksen toisessa osuudessa haastatellaan case-hankkeissa mukana olleita hankkeosapuolia. Haastattelut toteutetaan puolistrukturoituina teemahaastatteluina, joissa vastaamisen tapa on vapaa ja tilaa jää vastata niin laajasti kuin haastateltava kokee tarpeelliseksi (Hyvärinen et al. n.d.). Haastatteluissa korostuvat eri teemat siitä riippuen, mitkä asiat kukin haastateltava kokee merkityksellisiksi kokonaisuuden kannalta. Tällä pyritään siihen, että haastatteluiden pohjalta pystytään muodostamaan kokonaiskuva alan nykytilanteesta ja saadaan ymmärrys niistä teemoista, jotka korostuvat haastatteluissa.

3.2 Tutkimusaineiston tuottaminen ja analysointi

Tutkimusaineisto koostuu teemahaastatteluista, jotka toteutettiin marraskuun 2021 ja heinäkuun 2022 välisenä aikana. Haastateltaviksi valittiin case-hankkeissa mukana olleita henkilöitä, jotka toimivat hankkeissa monipuolisesti eri tehtävissä. Haastateltavat koostuivat rakennuttajaorganisaatioiden edustajista, suunnittelijoista, rakennusliikkeiden edustajista sekä puuelementtitoimittajista. Lisäksi tutkimukseen haastateltiin konsulttia, joka toimii myös tutkimusryhmän tutkijana. (Taulukko 1)

Kaikkiin haastateltaviin oltiin yhteydessä ennen haastatteluiden aloittamista, ja heidän kanssaan sovittiin osallistumisesta tutkimukseen. Tutkimuksen tarkoitus kerrottiin haastateltaville etukäteen. Tutkimukseen osallistuvien haastateltavien henkilöllisyyttä ei paljasteta tutkimuksessa. Tutkimuksen tekemisessä noudatetaan Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohjetta hyvästä tieteellisestä käytännöstä Tampereen yliopistoyhteisön ohjeiden mukaisesti.

Taulukko 1. Tutkimuksen haastateltavat

Haastateltava	Luokitus	Ajankohta	Kesto
H1	tilaelementtitoimittaja	4.1.2022	1:22:41
		10.1.2022	1:00:41
H2	tasoelementtitoimittaja	14.3.2022	1:10:12
H3	rakennuttaja	11.5.2022	0:50:25
H4	rakennesuunnittelija	8.4.2022	1:04:46
H5	arkkitehti	29.3.2022	0:56:28
H6	rakennuttaja	15.12.2021	0:48:05
		22.12.2021	0:53:48
H7	urakoitsija	30.11.2021	1:05:30
H8	urakoitsija	15.12.2021	0:34:50
H9	konsultti	8.7.2022	1:39:32

Aineisto tuotettiin haastatteluissa haastateltavien ja haastattelijoiden vuorovaikutuksessa. Haastatteluissa noudatettiin teemoihin perustuvaa haastattelurunkoa. Haastattelulomake lähetettiin haastateltaville haastattelukutsun yhteydessä, mutta haastateltavien ei oletettu valmistautuvan haastatteluihin etukäteen.

Haastattelut nauhoitettiin, ja nauhoitteet litteroitiin. Haastateltavien yksityisyyden suojaamiseksi heidän nimensä anonymisoitiin muotoon H1-H9.

Aineiston sisällönanalyysi aloitettiin lukemalla kirjallinen tutkimusaineisto eli haastatteluliitteroinnit. Lukemisen yhteydessä muodostui yleiskuva aineistosta ja alustava näkemys aineiston pääteemoista, joiden perusteella aineistoa lähdettiin purkamaan ja järjestämään. Luokittelua tarkennettiin tutkimuksen edetessä, kun ymmärrys esille nousevista teemoista parani.

Tutkimuksen tavoitteena oli tunnistaa puurakentamiseen liittyvät haasteet, joihin voidaan vaikuttaa toteutusmuodon valinnalla. Ensin aineistoa suodatettiin niin, että kohdat, joihin ei liittynyt haasteita, rajattiin pois aineistosta. Tämän jälkeen aineistosta tunnistettiin ne haasteet, jotka liittyvät puurakentamiseen ja joihin toteutusmuodon valinta vaikuttaa. Pääluokiksi tunnistettiin rakennushankkeen ajalliseen suunnitteluun ja ohjaamiseen liittyvät haasteet ja hankkeen kannattavuuteen liittyvät haasteet. Aineistoon perehtymisen yhteydessä havaittiin, että osaamiseen liittyvät haasteet hankkeissa ovat niin merkittäviä, että niiden sivuuttaminen ei ole tutkimuksen tavoitteen kannalta mielekäästä. Kolmanneksi pääluokaksi nostettiin puurakentamisen osaamiseen liittyvät haasteet.

Aineiston sisällönanalyysin edetessä pääluokkien alle päädyttiin seuraavanlaiseen luokitteluun:

- Pääluokka 1: Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaaminen
 - o Alaluokka 1.1: Hankkeen alkuvaihe ja toteutusmuodon valinta
 - o Alaluokka 1.2: Prosessien yhteensovittaminen tilaelementtihankkeissa
 - o Alaluokka 1.3: Osapuolten roolitus
- Pääluokka 2: Hankkeen kannattavuus
 - o Alaluokka 2.1: Riskienhallinta
 - o Alaluokka 2.2: Kustannushallinta
- Pääluokka 3: Kokemus ja osaaminen
 - o Alaluokka 3.1: Puurakentamisen hankeosaaminen
 - o Alaluokka 3.2: Puurakentamisen tekninen osaaminen

Aineisto pilkottiin ja järjesteltiin uudelleen edellä esiteltyjen luokkien mukaisesti. Luokituksen sisällä aineistosta eroteltiin vielä erityisesti tilaelementtirakentamiseen liittyvät haasteet yleisesti puurakentamiseen liittyvistä haasteista. Tämän jälkeen muodostettiin alaluokkien sisäiset rakenteet, ja analyysi kirjoitettiin tekstimuotoon.

Case 1

Ensimmäinen case-hanke on vuonna 2021 valmistunut puukerrostalokohde. 8-kerroksisessa kohteessa on yhteensä 70 asuntoa, joiden koot vaihtelevat 30,5 neliömetrin yksio-
östä 42 neliömetrin perheasuntoon. Kohteen hyötysuhde on 1,43 bruttoalan ollessa 3302
bruttoneliometriä. Hanke toteutettiin tilaelementeistä. Urakkamuotona käytettiin kevytali-
anssia, jossa allianssin osapuolina olivat tilaajan lisäksi pääurakoitsija, tuoteosatoimit-
taja sekä suunnittelijat. Tilaaja hankki tilaelementit suoraan tuoteosatoimittajalta. Ky-
seessä on tämän tilaajaorganisaation ensimmäinen puukerrostalokohde.

Case 2

Toinen case-hanke on kahdesta 6-kerroksisesta puukerrostalosta koostuva koko-
naisuus, joka valmistui vuonna 2022. Kohteessa on yhteensä 120 asuntoa, joiden koot
vaihtelevat 27 neliömetrin ja 42,5 neliömetrin välillä. Kohteen bruttoala on 6043 brutto-
neliometriä ja hyötysuhde 1,55. Kerrostalot toteutettiin tilaelementoituina, ja urakkamu-
otona oli kevytallianssi, joka vastasi pääpiirteittäin case 1:n kevytallianssia.

Case 3

Kolmas case-hanke koostuu kuudesta rankarunkoisesta puukerrostalosta, joiden yh-
teenlaskettu kerrosala on 14 373 kerrosneliometriä. Asuntoja kohteessa on yhteensä
195. Ensimmäinen talo valmistui kesäkuussa 2021 ja viimeinen talo helmikuussa 2022.
Hankkeessa oli kaksi tilaajaa. Urakkamuotona hankkeessa käytettiin KVR-urakkaa.

4. TUTKIMUKSEN TULOKSET

4.1 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaaminen

4.1.1 Hankkeen alkuvaihe ja toteutusmuodon valinta

Haastatteluissa korostui hankkeen alkuvaiheen kehittämiseen sekä suunnitteluun varattavan ajan merkitys. Hankkeen alkuvaihe nähtiin erityisen tärkeänä hankkeen onnistuneen läpiviennin ja lopputuloksen kannalta.

H9: Kaikki pitäisi ennakoida huomattavasti paljon enemmän sen verkoston ja liiketoimintamallien kannalta. Suunnittelutyö limittyy eri osapuolten kesken, joka aiheuttaa päällekkäisyyttä suunnitteluun, aikatauluihin ja tekijöitä on enemmän.

Koska puurakentamisessa ei ole vakioituja ratkaisuja tai standardeja, jokaisessa hankkeessa kaikki yksityiskohdat täytyy suunnitella erikseen. Puurakennushankkeissa suunnitteluun tulee varata enemmän resursseja verrattuna betonielementtirakentamiseen.

H7: Toivois tietysti sitä standardointia siihen lisää, ettei se ois aina et soitanpas äänitekniselle suunnittelijalle, - -, no kuinkas palo, mites nää nyt kitataan ja kaikki muut, - -, minkälainen on se kipsilevyrakenne vaikka alakatossa.

Lisäksi eri toimijat toteuttavat puuhankkeita eri tavoin. Eri toimijoiden käyttämät runkojärjestelmät ja -detaljit voivat poiketa merkittävästi toisistaan. Tämän vuoksi puuelementit hankitaan usein suunnittelua sisältävinä tuoteosatoimituksina. Koska tuoteosatoimittajavalinta vaikuttaa osaltaan suunnitteluratkaisuun, tulee tuoteosatoimittaja valita jo hankkeen alkuvaiheessa.

H8: Joka - - toimittajalla on vähän niinkun oma detaljiikka mitenkä he talojen elementtejä tekee, niin se vaan aiheuttaa nyt sen, että kun kohdetta lähdetään suunnittelemaan niin melkein siinä vaiheessa tarviis olla tiedossa että mistäs ne elementit oikein tulee että ne saadaan matchaamaan.

Toisaalta elementtitoimittajan aikaisen valitsemisen nähtiin vaikeuttavan hankkeen kilpailuttamista ja alan kehittymistä. Standardoimattomuus ja eri toimijoiden erilaiset ratkaisut aiheuttavat sen, että perinteisellä tarjouspyyntömenettelyllä, jossa suunnitelmat on tehty pitkälle ennen elementtitoimittajan kilpailuttamista, ei välttämättä saada yhtään tarjousta. Suunnitteluvaiheessa on kuitenkin valittu joku rakennejärjestelmä, mikä asettaa eri toimittajat epätasa-arvoiseen kilpailuasetelmaan.

H5: Ja on ollu kohteita, mis esimerkiks ei oo ollu sitä kumppania alusta asti mukana ja on tavallaan ajateltu, - - että voidaan laittaa tavallaan normaali urakkalaskentapaketti liikkeelle niinku betonitaloissakin, että tehdään lupaan asti, sit tehdään urakkalaskentakuvat, pannaan urakkakuvat jakeluun, niin ei tuu yhtään tarjousta. Tai jos tulee, niin sieltä tulee vaan yks, tavallaan, jonka järjestelmälle se on niin sanotusti tehty.

H6: Se, ettei niitä toimittajia ei kauhean monia ole ja niiden vertailukelpoisuus on varmaan todella hankalaa, että sitten jotenkin oletan, että urakoitsija on joutunut aika varhaisessa vaiheessa sitten päättämään, että kenen kanssa sitten niitä kauppoja hieroo, eikä niin, että pystyisi jotenkin tasavertaisesti kilpailuttamaan erilaisia toimijoita, koska niiden toimittajien tuotteet on niin erilaisia ja sitten toimitus-sisällöt.

H7: Ne joutuu hyvin aikasessa vaiheessa hekin ottamaan, minkälaisilla suunnitel-milla he meinaa sen kilpailu-urakan tehdä, niin siinä joudutaan aikasessa vai-heessa niin sanotusti ottamaan huomioon, että minkälaisella järjestelmällä se on tarkoitus toteuttaa. Et tän kumppanin valinta, minkälaisella reunaehdoilla tehdään sitä lopullista suunnittelua.

Mikäli hankkeeseen valitaan elementtitoimittaja, jonka rakennejärjestelmä ei sovellu alkuperäisiin suunnitelmiin, joudutaan suunnitelmat tekemään uudelleen vastaamaan valitun toimittajan järjestelmää. Suunnitelmien uusiminen voi venyttää hankkeen aikataulua merkittävästi. Etenkin tilaelementtihankkeissa tulee kiinnittää jo alkuvaiheessa huomiota siihen, että kohde on ylipäättään elementoitavissa.

H5: Tuotantopuoli pitäis saada tosi hyvis ajoissa siihen liikkeelle, että päästään käymään - - sen valitun kumppanin reunaehdot ja semmoset tärkeet asiat läpi.

H1: Ja ensimmäinen kommentti oli - -, että jos te haluatte lähteä tilaelementillä tätä tekee, niin meidän pitää lähteä kokonaan piirtää tätä uudestaan. - - Tosi paljon tehtiin ylimääräistä suunnittelutyötä - -, hankkeet saatto venyä tosi paljon pidemmiksi verrattuna alkuperäiseen ajatukseen.

Elementtitoimittajan osaamisen hyödyntäminen hankkeen alkuvaiheessa tunnistettiin välttämättömäksi hankkeen onnistumisen kannalta. Tällä tavoin pystyttiin varmistamaan suunnitelmien toteutettavuudesta ja tilaelementtihankkeissa suunnitelmien soveltuvuudesta teolliseen tuotantoon. Jotta elementtitoimittajan osaaminen voidaan hyödyntää hankkeen suunnitteluvaiheessa, puuelementit kannattaa hankkia suunnittelua sisältävänä tuoteosatoimituksena. Tällöin hankkeen toteutusmuodon tulee tukea elementtitoimittajan tavallista suurempaa roolia hankkeessa.

H2: Mutta et se on ehkä, tai ainaki toivottais ite, et se ois enemmän vielä semmonen kumppanuushanke. Koska mä nään, että siinä - - olis semmosia kaikille osapuolille ulosmitattavia hyötyjä siinä, että se puurakenteiden tuoteosatoimittaja pääsis siihen keskusteluun aika aikases vaihees mukaan.

Tärkeimmät esiinnousseet asiat hankkeen alkuvaiheesta:

- hankkeen alkuvaiheen kehittämisen merkitys korostuu
- suunnitteluvaiheeseen on varattava enemmän aikaa
- elementtitoimittajan osaaminen tulee hyödyntää aikaisessa vaiheessa

Hankkeen alkuvaihe nähtiin haastatteluissa yhtenä tärkeimmistä tekijöistä puurakennushankkeen onnistumisen kannalta. Eri toimijoiden osaamisen tuominen hankkeeseen jo alkuvaiheessa mahdollistaa rakennejärjestelmien tehokkaan käytön, yhteensovittamiseen liittyvien ongelmien havaitsemisen hyvissä ajoin sekä sen, että hanke pystytään viemään läpi mahdollisimman sujuvasti.

4.1.2 Prosessien yhteensovittaminen tilaelementtihankkeessa

Haastatteluissa nostettiin esiin, että tilaelementtihankkeissa ero suunnittelun ja työmaatoteutuksen sekä elementtitehtaan prosessien välillä korostuvat. Tehtaalla kapasiteetin määrittää tehtaan läpimenoaika, kun taas työmaan ja suunnittelun kapasiteetit määräytyvät pitkälti työryhmän ja henkilöstön mukaan. Toisaalta tuotannon siirtyessä yhä enemmän työmaalta tehdassaliin, ei muutoksia voida toteuttaa enää työmaalla yhtä paljoa kuin aiemmin. Esivalmistusasteen nostaminen edellyttää myös suunnitelmien korkeampaa valmiusastetta tuotannon alkaessa.

Rakennushankkeen muille osapuolille hankkeen viivästymisen vaikutus on pieni, mutta tehtaalle se voi pahimmillaan tarkoittaa tehtaan tyhjäkäyntiä ja johtaa merkittäviin taloudellisiin haittoihin. Jotta hanke voi olla kaikille osapuolille kannattava, tulee tehtaan käyttöasteen olla korkea.

H1: Ainakin tällä hetkellä tilanne on se, että se kallein palikka käyttää tyhjäkäynnillä on tietysti tehdas, jolloin se ohjaa siihen että sen tehtaan pitäis ajaa aika kovalla käyttöasteella. - - Me tiedetään projektimaailmasta, että joku rakennusluvan saaminen, kuukausi plus miinus johonkin suuntaan voi olla pieni juttu hankkeelle, että siirtyy kuukaudella vaikka rakennusluvan saaminen eteenpäin, mutta

tehtaalle se tarkoittaa noin 10 prosentin vuosituotantoa ja käytännössä sen vuoden taputtelua tuloksellisesti.

Tehtaan käyttöaste saadaan pidettyä korkealla varmistamalla, että tehtaalla on ajoissa käytettävissä tarvittavat tuotantopanokset kuten suunnitelmat. Tällöin hankkeen pullonkaulana on tehtaan kapasiteetti.

H1: Ja silloin sen myynnin tehtävä on vastata siitä, että pullonkaulat niihin hankkeisiin muodostuu sinne tehtaalle, ja täähän on niinkun todella epätyypillinen tapa ajatella, jos mietitään perinteistä rakennushanketta.

Tehtaan kapasiteetti määräytyy tuotantolinjan läpimenoajan mukaan ja liiketoiminta perustuu kapasiteetin myymiseen. Jotta tehdas voi toimia mahdollisimman suurella kapasiteetilla, tulee sen pystyä suunnittelemaan kapasiteetin käyttö: milloin kapasiteettia tarvitaan ja kuinka pitkä kapasiteettivarauksen tulee olla. Jotta hankkeen tarve tuotantokapasiteetille voidaan täyttää, tulee projektin osapuolten pystyä sitoutumaan tehtaan kapasiteettivaraukseen. Kapasiteettivarauksen käyttäminen edellyttää, että tarvittavat suunnitelmat valmistuvat aikataulun mukaisesti ja ovat tehtaan käytettävissä.

H1: Meillä on tehtaalla tiettyjä tuotantoaikoja, me myydään tehtaan kapasiteettia. Et se, että jos nyt ei olla liikkeellä ja ei olla valmiita sitoutumaan siihen kapasiteetin hankkimiseen, niin se tarkoittaa sitä että silloin se hanke siirtyy eteenpäin. Tai toinen tyypillinen tilanne, että suunnittelut ja aineistot ei oo vaikka valmiita silloin kun ne on sovittu että ne on valmiit, niin se pahimmillaan johtaa siihen että se tehtaan varaus laukee.

Välttääkseen viivästyimisestä aiheutuvan kapasiteetin vajaakäytön, tehdas voi yrittää nostaa toisen projektin elementit tuotantoon. Tämä voi tarkoittaa hankkeelle monen kuukauden viivästymistä, kun elementtitehtaan kapasiteettivaraus menetetään ja hanke siirtyy seuraavaan ajankohtaan, jolloin elementtitehtaalla on kapasiteettia vapaana hankkeen käyttöön.

H1: Sinne pyritään nostaa joku muu projekti tuotantoon. - - Tilaajan pitää ymmärtää, et jos ei he pysty sitä kapasiteettia käyttämään, niin se voi siirtyä vaikka puolella vuodella eteenpäin se elementtien valmistaminen.

Haastatteluissa kuitenkin todettiin, että käytännössä tällaisia varaprojekteja ei yleensä ole, sillä valmiita suunnitelmia ei pidetä projektipankissa odottamassa. Esimerkiksi seuraavana tuotantoon tulevan projektin elementtituotannon suunniteltu aloitusajankohta voi olla vasta useamman kuukauden kuluttua, eivätkä projektin suunnitelmat ole vielä valmiit.

H1: [Toisen projektin nostaminen tuotantoon] ei oo ehkä näin helppoo todellisuudessa, et se että kun ne pitää oikeesti olla valmiina suunnitelmat, niin ei siellä pidetä varastossa niinkun varaprojekteja.

Kapasiteettivaraukseen sitoutumisen merkitys korostuu tilaelementtihankkeissa etenkin Suomessa, koska tehtaiden kapasiteetit ovat pieniä. Koko tehtaan kapasiteetti varataan yhdelle projektille kerrallaan, jolloin projektin viivästyminen seisauttaa tehtaan. Koska rakennettavat kohteet ovat erilaisia eikä standardointia ole olemassa, elementtejä ei myöskään voida tehdä varastoon.

H9: Suomessa tommainen moduulitehdas pystyy tekemään noin 5 moduulia per viikko. Ja jos sulla on sitten se 70 moduulia [hankkeessa] - - niin se ottaa sieltä yli 3 kuukauden [tehdaskapasiteetin] ainakin. Jos sulla on 100 moduulia per viikko niinku tehdaskapasiteetti mahdollinen niin ne voi ajaa sitä vaikka yhdeksälläkymmenellä moduulilla per viikko, jolloin aina sulla on pieni puskuri, kun joku hanke myöhästyy tai joku hanke pitäisi saada aikaisemmin liikkeelle. - - Joku hanke muuttuu aikataulullisesti, niin se ei ole silti ongelma. Siihen syntyy joustoo niinku sen kapasiteetin kautta. Mutta tuommoinen 5 moduulia per viikko, niin siinä ei ole mitään joustoja mihinkään päin, että se on joko tyhjänä kuukauden jos hanke - - vaikka siirtyisi rakennusluvan tai jonkun muun suunnittelun ongelman takia, se siirtyisi eteenpäin niin todennäköisesti tilaelementtitoimittajalla on tehdaskapasiteetti tyhjänä niin kauan kunnes se hanke siinä ilmaantuu että ei ne pysty ottaa sen kenenkään muunkaan hanketta tilalle.

Tehtaan toiminnan kannalta on olennaista, että projektiorganisaatio pystyy sitoutumaan tehtaan kapasiteettivaraukseen. Tällöin hankeosapuolten täytyy tuottaa oma aineistonsa niin, että tehdas pystyy hankkeelle varattuna aikana toimimaan täydellä teholla. Aikataulun varmuuden merkitys korostuu, koska viivästykset ja niistä aiheutuva kapasiteettihukka vaikuttavat tehtaan toimintaan merkittävästi. Tehtaan kapasiteettisuunnittelun kannalta on olennaisempaa, että aikataulu on mahdollisimman tarkka kuin että tuotanto päästään aloittamaan mahdollisimman aikaisin. Aikataulun ei tarvitse olla tiukka vaan tarkka.

H1: Kun me ollaan niin aikakriittisessä tekemisessä, jolloin pitäis tietää milloin mikäkin tapahtuu, niin ehkä se suurin pullonkaula on sekä nyt vaikka ARA:n rahoituskäsittelyssä, tai rakennusluvan saamisessa tai tilaajan investointipäätös. On se mikä tahansa näistä, niin meidän pitäis pystyä jokaiselta näiltä taholta saamaan se indikaatio, että jos asiat on kunnossa ja jos hanke on jiirissä sovitulla tavalla, niin [kuinka] kauan se käsittelyaika on. Meille olis itse asiassa parempi...

Sanotaan nyt vaikka se Ara esimerkiksi, niin vaikka se Ara-käsittely kestää kuukauden pidempään kuin se tänä päivänä kestää, niin kunhan me tiedetään pomminvarmasti, että minä päivänä se päätös tulee, niin se on meille parempi tilanne, jotta me voidaan oikeesti ne seuraavat prosessin vaiheet aikatauluttaa ja käydä kaupalliset neuvottelut ja tehdä, mutta se on se odotuksen tila on se kaikista huonoin, ettei varmasti tiedetä.

Tehtaan kapasiteettiin sitoutuminen edellyttää, että suunnitelmat ovat ajoissa riittävän pitkällä. Mitä korkeampaa esivalmistusastetta tavoitellaan, sitä pidemmällä suunnittelun täytyy olla jo ennen elementtituotannon aloittamista. Esimerkiksi huoneiston väliseinien paikkoja tai väliseinämateriaaleja voidaan matalamman esivalmistusasteen rakentamisessa tarvittaessa muuttaa vielä työmaavaiheen aikana ilman, että se aiheuttaa merkittävää lisätyötä. Tilaelementtikerroksissa tällaisia muutoksia ei voida yhtä helposti tehdä, vaan sisätyövaiheen suunnitelmien tulee olla lopullisia jo elementtituotannossa. Jos tehtaalla halutaan tehdä valmiita pintoja, on pintamateriaalit hankittava jo ennen elementtituotannon aloittamista. Tällöin myös asukasmuutokset täytyy olla tiedossa hyvissä ajoin, jotta tieto muutoksista voidaan ottaa huomioon hankintoja tehtäessä. Jos hankkeen läpimenoaika tehtaalla on esimerkiksi kaksi kuukautta ja hankinnat täytyy tehdä kolme kuukautta ennen kuin tuotanto tehtaalla alkaa, täytyy asukasmuutokset olla tiedossa jo viisi kuukautta ennen kuin elementtien asentaminen työmaalla alkaa. Tämä poikkeaa huomattavasti matalamman esivalmistusasteen kohteista, joissa asukasmuutoksia voidaan tehdä vielä rakennustöiden alettua työmaalla.

H1: Käytännössä kaikki kohteen hankinnat pitää olla kolme kuukautta ennemmin kun tuotanto tehtaalla käynnistyy valmiina ja tehtynä, jotta tavarat ehtii tulemaan, jotta me voidaan aloittaa valmis tekeminen. - - Ja se, jos vertaa tämmöseen perinteiseen RS-maailmaan, asukkaiden toiveiden toteuttaminen... Se onnistuu tilaelementtikerrostaloissakin, mut se aikajänne pitää ymmärtää, että millon tehtaalla pitää tietyt asiat olla valmiina, jotta ne voidaan tehtaalla asentaa.

Esivalmistusasteen nostaminen rakentamisessa vaikuttaa merkittävästi hankkeen päätöksentekoaikatauluun. Koska rakentamisesta iso osa tapahtuu jo ennen työmaavaihetta, myös hankinnoista yhä suurempi osa tehdään jo ennen elementtituotannon aloittamista. Näihin hankintoihin vaikuttavien suunnitelmien tulee olla valmiina, jotta hankinnat perustuvat lukittuihin materiaalivalintoihin ja -määriin. Suunnittelu-aikataulu suhteessa muuhun rakennushankkeen aikatauluun muuttuu, sillä suunnitelmien valmiusasteen tulee olla korkea jo tuotannon alussa.

Tehtaan liiketoimintamallin ymmärtäminen ja yhteensovittaminen hankkeen muiden toimijoiden toimintamalleihin nähtiin edellytyksenä sille, että hankkeen taloudelliset tavoitteet voidaan saavuttaa ja kaikki osapuolet voivat olla tyytyväisiä lopputulokseen. Tehtaan kapasiteettivaraukseen sitoutumisen lisäksi myös esivalmistusasteen nostaminen vaikuttaa merkittävästi hankkeen päätöksentekoaikatauluun.

Tärkeimmät esiinnouset asiat erilaisten prosessien yhteensovittamisesta:

- suhteellisen lyhytkin tyhjäkäynti voi olla tehtaan kannattavuudelle kriittistä
- jotta tehtaan kapasiteetti voidaan hyödyntää suunnitellusti, tulee aikataulu pystyä suunnittelemaan tarkasti, ja kaikkien osapuolten on pystyttävä sitoutumaan aikatauluun
- suunnitelmien valmiusasteen tulee olla tuotannon alkaessa sitä korkeampi, mitä korkeampaa esivalmistusastetta tavoitellaan
- esivalmistusasteen nostaminen vaikuttaa merkittävästi hankkeen päätöksentekoaikatauluun, koska muutosten toteuttaminen vaikeutuu merkittävästi heti, kun tuotanto on aloitettu

Eri hankeosapuolten prosessien yhteensovittaminen tunnistettiin haastatteluissa kriittiseksi tilaelementtihankkeen onnistumisen kannalta. Tehtaan kapasiteetin hyödyntämiseksi aikataulun tarkka määrittäminen ja siihen sitoutuminen on erittäin tärkeää. Suunnitteluvaiheessa täytyy tunnistaa, että hankeosapuolten tuotantoprosessit ovat erilaisia, ja niiden yhteensovittaminen tulee suunnitella huolellisesti. Lisäksi tulee huomioida, että tilaelementtihankkeissa päätöksentekoaikataulu on erilainen tasoelementtihankkeisiin verrattuna, sillä iso osa tuotannosta tapahtuu jo tehtaalla. Tämä vaikuttaa merkittävästi hankkeen päätöksentekoaikatauluun.

4.1.3 Osapuolten roolitus ja suunnitteluvastuu

Koska etenkin tilaelementeissä on valmistajakohtaisia eroavaisuuksia ja elementtitoimittajalla on paras tieto omista tuotteistaan, tulee elementtitoimittajan osaaminen hyödyntää kohteen suunnittelussa. Usein elementtitoimittaja tekee myös kohteen elementtisuunnittelun. Epäselvä rajanveto elementtisuunnittelijan ja kohteen päärakennesuunnittelijan tehtävien välillä on aiheuttanut hankkeissa päällekkäisyyksiä.

Suunnittelu jaetaan useimmiten moduulien sisäiseen ja ulkoiseen suunnitteluun. Elementtisuunnittelija tekee yksittäisen moduulin suunnittelun ja päärakennesuunnittelija

vastaa koko rakennuksesta kokonaisuutena. Näiden täydellistä erottamista ei nähty haastatteluissa mahdollisena, vaan suunnittelijoiden välisen tiedonvaihdon tulee olla sujuvaa suunnittelun onnistumiseksi.

H8: Sanotaanko näin, että rakennesuunnittelun ja puuelementtisuunnittelun se rajapinta, että mitä kuuluu rakennesuunnitteluun ja missä vaiheessa siirrytään puuelementtisuunnitteluun, niin siinä on ollut haastetta siinä rajanvedossa. Mihin asti pitää rakennesuunnittelijan tehdä laskelmat ja mistä eteenpäin sitten puuelementtisuunnittelijan, joka tässä tapauksessa on puuelementin valmistaja sekä puuelementtiasentaja.

H4: Tai se tuli sillä tavalla, että tuoteosatoimittaja teki moduulin sisäisen suunnittelun, kuitenkin rakennesuunnittelija teki taas sitten moduulin ns. ulkopuolisen suunnittelun, mutta sitten kun niitä on vaikea ottaa silleen erilleen kokonaan, että kun toinen tekee kokonaisjäykistyslaskelmalla, tietyillä otaksumilla, ja sitten heidän otaksumat pitää tilaelementtipuolella sitten tavallaan... Et he tekee otaksuman, joka pitää toisen laskelmin todistaa.

Rajanveto ja suunnitteluvastuu nousivat esiin myös detaljisuunnittelussa. Tuoteosatoimittajalla on usein oma detailjiikka, jota he ovat tottuneet käyttämään, mutta vastatesaan kohteen rakenneteknisestä suunnittelusta rakennesuunnittelijan tulee hyväksyä tuoteosatoimittajan detailjiikka. Toisaalta tuoteosatoimittaja voi myös kommentoida rakennesuunnittelijan detailjipiirustuksia ja ehdottaa niihin muutoksia: tässäkin tapauksessa rakennesuunnittelijan tulee tarkastaa ja piirtää muutokset puhtaaksi sekä kantaa niistä vastuu.

H4: Oikeestaan kyse on just siitä, että tunnistettas, miten syvällisesti, miten pitkälle tarvii esimerkiks rakennesuunnitelmaa päivittää, ja miten paljon taas sitten tuoteosatoimittaja antaa sitä valmista dataa. Parhaimmillaanhan tietysti, että on tietyllä tavalla suunniteltu, joku detailjiikkaa tehty, ja tuoteosatoimittaja tuo, että täs on mejän detailjiikka, ja tehdään nämä näin. He tavallaan tuo suoraan sen materiaalin jo sieltä itseltään. Sitten vastakohtana voi olla, että me haluttas tehdä tää näin, ja sitten tulee joku tämmönen sähköposti, ja joku tämmönen [suunnittelijan] oma detailjinippu, johon on päälle piirretty, että me haluttas tehdä tää näin. Sit [suunnittelijan] pitää päivittää se, ja sitten se, mitä ei monestikaan ymmärretä, niin [suunnittelijan] pitää tavallaan myös se hyväksyä piirtämällä se päälle uudestaan, ja toimittamalla omalla [nimiöllään], jollon [suunnittelija] myös kantaa vastuun, että se ratkasu toimii.

Osa haastateltavista koki, että eri toimijoita on liikaa, ja suunnittelun koettiin pirstaloituvan usealle eri toimijalle. Koska yksittäisen suunnittelualan työn edistäminen on kiinni muiden suunnittelijoiden aikatauluista, suunnittelijoiden määrän kasvaessa myös riski viivästyksiin kasvaa, jolloin suunnitteluun kuluva kokonaisaika pitenee. Haastatteluissa todettiin, että huono tiedonkulku suunnitteluosapuolten välillä voi pahimmillaan johtaa ongelmalliseen lopputulokseen, jolla saattaa olla jopa rakennuksen turvallisuuteen liittyviä vaikutuksia. Tuoteosatoimittajan mahdollisimman suuri rooli nähtiin yksinkertaisena keinona, jolla voidaan sujuvoittaa suunnittelun etenemistä.

H2: - - se mikä eniten kasvaa, on ehkä kuitenkin sitten se, että se koko puurakenteiden suunnitteluvastuu on, sisältäen puurakenteiden vastaavan päärakennesuunnittelijan tehtävät, niin se olisi sitten meillä tuoteosatoimittajana.

Suunnitteluroolien vastuurajojen hämärtyminen ja tiedonkulun puutteet hidastavat suunnittelua ja kasvattavat hankkeeseen liittyviä riskejä. Suunnittelun keskittäminen nähtiin yhtenä vaihtoehtona vastata näihin haasteisiin.

Tärkeimmät esiinnousseet asiat osapuolten roolituksesta:

- elementtisuunnittelun ja rakennesuunnittelun rajapinnat eivät ole yksiselitteisiä
- elementtitoimittajan detaljiikka vaikuttaa molempiin suunnittelualoihin
- tiedonkulun tulee olla saumatonta, jotta eri suunnittelualojen sekä tuotannon yhteensovittaminen onnistuu

Haastatteluissa huomattiin, että puurakennushankkeissa eri suunnitteluosapuolten väliset rajapinnat ovat usein hankkeissa epäselviä. Varsinkin elementti- ja rakennesuunnittelun välinen rajapinta vaatii erityistä huomiota, jotta suunnittelusisällöissä ei ole päällekkäisyyttä tai aukkoja. Elementtitoimittajilla on usein oma detaljiikkansa, jolloin elementtitoimittajan suunnitteluosaamista tarvitaan heti hankkeen alkuvaiheessa, ja yhteistyön tulee jatkua saumattomasti koko hankkeen ajan.

4.2 Hankkeen kannattavuus

4.2.1 Riskienhallinta

Haastatteluissa tunnistettiin, että puurakentamiseen liittyy riskejä. Useat riskeistä liittyvät siihen, että puurakentaminen on ainakin joillekin projektiorganisaation osapuolille uutta eikä projektien läpivientiin ole vakiokäytäntöjä. Riskien tarkempi tunnistaminen koettiin kuitenkin haastavaksi. Riskienjaosta ei päästä keskustelemaan avoimesti, kun riskiä pii- lotetaan eri riveille ilman selkeää käsitystä siitä, mitä riskit todellisuudessa ovat.

Esimerkiksi suunnittelijat hinnoittelevat tarjoukseen toimittajariskiä hankeorganisaation kokemattomuuden perusteella. Kokemattomuuden nähtiin aiheuttavan paljon lisätyötä suunnittelijoille, kun hankkeessa täytyy lähteä liikkeelle perusasioiden läpikäynnistä ja tarvittaessa opettaa muita hankeosapuolia. Koettiin, että projektinjohdon kokematto- muus aiheuttaa todennäköisesti epävarmuutta, hidastaa päätöksentekoa ja johtaa suun- nittelijoiden suurempaan rooliin, kun he joutuvat konsultoimaan tavallista enemmän. Li- säksi suunnittelijat eivät yleensä halua antaa tarjouksia hankkeista, joiden suunnittelusi- sällön laajuus on epävarma. Tämä tarkoittaa, että suunnittelijoita ei ole helppo saada mukaan tuotekehittämistä sisältäviin hankkeisiin, tai ainakaan he eivät mielellään anna tarjouksia, jotka sisältävät kehittämistä.

H1: Nyt se on parantunut ihan niinkun viimeisen vuoden aikana, mut sanotaan niinkun viis vuotta sitten, niin tarjouksia oli vaikea saada ja ne mitkä oli, niin niissä oli sitten kyllä aika paljon sitä toimittajariskiä hinnoiteltu sisään.

H1: Semmosta niinkun tuotekehityskulmaa varsinkaan isoilta toimijoilta oli vaikee saada tarjoukseen, et se oli niinkun yks kynnykskysymys.

Vastaava ilmiö näkyi myös tuotantopuolen toimijoiden vastauksissa. Haastatteluissa tun- nistettiin, että puurakentamiseen liittyy enemmän riskejä asian uutuuden vuoksi, ja hank- keissa tehtiin isompia riskivarauksia.

H8: Toki niinkun tohon yhteiseen pilottihankkeeseen on sitten varauduttu ehkä vähän... Miten mä nyt sanoisin? Reilummilla riskivarauksella, että on niinkun tie- dostettu että varmasti tulee tilanteita ettei oo osattu suunnitella tai että ei oo jotain muistettu sitten sisällyttää aliurakoihin.

H7: No ku tää oli meidän ensimmäinen kohde puukerrostalorakentamisena ja tän mittaluokan hankkeena yleisestikki ottaen, - - nii kyl me riskivaroja otettiin, et kyl me riskivaraa varattiin enemmän, mitä ehkä normaaliin betonikerrostalorakenta-

miseen liittyen, tunnistettiin tämmösiä, että sieltä voi tulla, tää on meidän ensimmäinen kohde, iso hanke organisaatiolle kaiken kaikkiaan, puukerrostalorakentamisessa sieltä tämmösiä yllätyksiä voi tulla, nii kyllä me siihen riskivaraa vähän enemmän otettiin. On ollu ihan fiksu ratkasu sinänsä kyllä.

Riskivarausten tarve tunnistettiin, mutta ongelmaksi koettiin, että riskejä ei osattu yksilöidä. Riskivarausten summa saattaa olla kohtuuttoman suuri, kun yleiselle riskille on keksitty kokonaissumma ilman käsitystä siitä, mistä se koostuu. Koska hankeosapuolet tekevät omia riskivarauksiaan ilman riskien tarkempaa yksilöintiä, vaarana on, että samoihin riskeihin on varauduttu useamman hankeosapuolen toimesta, ja riskivaraukset voivat olla osittain päällekkäisiä.

H7: me ei mihkään jaoteltu niitä riskejä, kun me sitä riskivaraa mietittiin, me otettiin, totta kai me vähän [saman konsernin toisen yhtiön] kanssa keskusteltiin siitä asiasta, missä siel yllätyksiä voi tulla, - - mut tällasia erillisiä, että johkin kohdistuvia, nii ei me osattu vaikka siihen maarakentamiseen, että nyt me otetaan maarakentamiseen 100 000 riskivaraa, kylhän se oli enemmänki yleinen riskivara koko hankkeeseen nähden.

H3: Meillä on ollut hintojennousuralli. Meillä on ollut Ukrainan tilanne. Meillä on ollut korona. Meillä on mennyt tilamoduulitoimija konkurssiin. Eliikkä [todella paljon] pahoja asioita. Sen lisäksi meillä on ollut työmaalla ennen käyttöönottoa viemäri vahinko. Meillä on ollut lämmitysverkoston vuoto, meillä on ollut käyttöveden vuoto ja sitten meillä laukes alkuvuokosta sprinkleri vielä siellä. Eli meillä on kaikki mahdolliset ollu, mitä siellä vaan voi olla. Nyt kun me katotaan ja ennustetaan sitä hanketta, niin se on tällä hetkellä puolitoista kuukautta myöhässä, mutta se alittaa budjetin 80 000:lla. Ja sit nää kaikki otetaan huomioon, niin nyt sit voidaan sanoa että sinänsä [todella] hyvä asia että se pysyy budjetissa, mut voidaan kysyä että onko laskettu pikkasen pulleeks meidän budjetti, koska jos aatellaan et tällaiset olosuhteet mitä siellä tapahtuu, niin olishan sen hinnan pitänyt nousta jo [todella paljon].

Tärkeimmät esiinnousseet asiat puurakennushankkeisiin liittyvistä riskeistä:

- hankeosapuolet tunnistavat, että puurakennushankkeisiin liittyy paljon riskejä, mutta eivät osaa yksilöidä niitä
- riskiä lasketaan sisään tarjouksiin ilman, että riskejä eritellään tai analysoidaan

Koska hankeosapuolet sisällyttävät tarjouksiinsa riskivarausta, mutta eivät osaa tarkasti yksilöidä riskejä, joihin varaukset liittyvät, on riskivarausta vaikea analysoida. Projektioorganisaation on vaikea hahmottaa kokonaiskuvaa, eikä riskienhallinnasta ja -jaosta päästä keskustelemaan osapuolten kesken. Tämä johtaa siihen, että hankkeen kokonaiskustannuksista merkittävä osa voi olla eri osapuolten riskivarausta. Koska riskivarausta ei päästä analysoimaan, kilpailukyky suhteessa muuhun rakennusalaan heikenee.

4.2.2 Kustannushallinta

Kun rakentamisen esivalmistusastetta nostetaan, iso osa työstä siirtyy työmaalta tehtaalle. Nykyiset nimikkeistöjärjestelmät, kuten Talo80 ja Talo2000, eivät palvele tilaelementtirakentamista, koska ne eivät ota huomioon tehtaalla tehtävää rakennustyötä. Näissä nimikkeistöissä elementtihankinta esitetään yhtenä kustannuseränä, eikä tilaelementin kustannusten muodostumiseen päästä kiinni. Elementtituotannon kustannusrakenteen pilkkominen nimikkeistöjen mukaan ei palvele elementtitoimittajaa, sillä tehtaalla kannattavuuden näkökulmasta on mielekkäämpää tutkia tehtaalla kustannusrakennetta eli kiinteitä ja muuttuvia kustannuksia suhteessa tuotettavaan määrään. Tilaelementtirakentamiseen ei ole olemassa valmista tarjouslomaketta tai laskentamallia, jonka avulla eri toimijoiden tarjouksia voitaisiin vertailla.

H6: [Urakoitsija] on joutunut aika varhaisessa vaiheessa sitten päättämään, että kenen kanssa sitten niitä kauppia hieroo, eikä niin, että pystyisi jotenkin tasavertaisesti kilpailuttamaan erilaisia toimijoita, koska niiden toimittajien tuotteet on niin erilaisia ja sitten toimitussisällöt niin, että onhan sillä hirveä merkitys, mutta sitten se mennään vähän niin kuin sen kyseisen puuelementti- tai sen puutuotteiden toimittajan konseptin mukaisesti, että sitten se KVR-urakoitsija joutuu sopeutumaan siihen konseptiin.

Kokemuksen puutteesta johtuen rajanveto tehtaalla ja työmaalla suoritettavien tehtävien välillä jää usein tarjousvaiheessa epäselväksi, minkä vuoksi molemmat puolet saattavat laskea samojen työvaiheiden kustannuksia omiin tarjouksiinsa. Hyvänä esimerkkinä voidaan käyttää sähkötoiden jakamista tehtaalla osuuden ja työmaa-asennusten välillä.

H1: Sillon jos on eri linjan urakoitsijoita, eri linjan tilaelementtitehdas, niin on se riski [pääallekkäisten kustannusten laskennasta] todellisuudessa olemassa. - - Sähkötoiden hinnoittelu on ollut jo monta vuotta tällöinen esimerkinomaisesti aika haastava kokonaisuus, kun me tehdään tilaelementtitehtaalla ihan asunnon ryhmäkeskusta ja sähköjä myöten koko sähköistys valmiiksi ja sitten työmaalla

tulee vaan pystynousut ja pääsähkökeskus, niin kun sä lasket nää yhteen, niin se on työmaalla paikan päällä nikkaroituun verrattuna ollut puolitoista - kaks kertaa se työmaan hinta.

Toisaalta tunnistettiin myös, että työmaalle jäävä osuus töistä on niin pieni, että tehokkuus heikkenee perinteiseen kohteeseen verrattuna. Koska työmaalle jäävä osuus asennuksista on pienempi, kiinteiden kustannusten osuus kasvaa, ja kustannukset suhteessa tehtävään työmäärään ovat suuremmat. Lisäksi urakoitsijat eivät myöskään välttämättä ole kiinnostuneita tarjoamaan kovin pientä urakkaa.

H1: Jonkun verran siinä tulee varmasti tehokkuustappioo siitä että tulee yksittäisiä kytkentöjä lisää, kun puhutaan siitä työmaan urakasta, mut suurempi osa tässä varmasti näyttelee sitä, että sulla tulee sinne kiinteitä kuluja ja pystyt tarjoamaan tietyn määrän kohteita myös sähköpääurakoitsijana, jolloin sä haluat tietyn liikevaihdon siitä kohteesta, jolloin välttämättä toimijoilla ei oo intressiä tarjota vaan sitä pienempää työtä mikä sinne työmaalle on jääny.

Tärkeimmät esiinnousseet asiat kustannushallinnasta tilaelementtihankkeissa:

- nykyiset nimikkeistöjärjestelmät eivät sovellu korkean esivalmistusasteen rakentamiseen
- koska yhtenäistä kustannuslaskentatapaa ei ole, on tarjousten vertailu vaikeaa
- eri urakoitsijat ja tehdas saattavat laskea osittain päällekkäisiä kustannuksia omiin kustannuslaskelmiinsa

Tällä hetkellä käytössä olevat nimikkeistöjärjestelmät ja kustannuslaskentatyökalut eivät palvele korkean esivalmistusasteen rakentamista. Koska kustannuslaskentaan ei ole yksiselitteistä tapaa ja urakkarajat eivät ole vakiintuneita, lasketaan hankkeissa samojen työvaiheiden kustannuksia helposti päällekkäin useampiin urakkasisältöihin.

4.3 Kokemus ja osaaminen

4.3.1 Puurakentamisen hankeosaaminen

Puurakentamisen osuus kaikista hankkeista on vielä matala, ja vain pienellä määrällä alalla eri organisaatioissa työskentelevistä henkilöistä on kokemusta puurakennushankkeista. Tämä kokemusvaje näkyy hankkeissa, kun hankeorganisaatiossa ei aina ole ymmärrystä puurakentamisen erityispiirteistä.

Haastatteluissa nostettiin esiin, että tällä hetkellä harvalla tilaajaorganisaatiolla on riittävästi osaamista ja ymmärrystä puurakentamisen erityispiirteistä, jotta he pystyisivät kilpailuttamaan hankkeen ja ohjaamaan suunnittelua onnistuneesti. Tilaajaorganisaatio voi paikata omaa osaamisvajettaan käyttämällä hankkeessa rakennuttajakonsulttia, mutta kokeneista konsulteistakin on pulaa. Toisaalta urakkamuoto voidaan valita niin, että suunnittelunohjauksen tehtävät ovat esimerkiksi urakoitsijan vastuulla, jolloin tilaajan kokemattomuus ei ole yhtä merkittävä tekijä, mutta myös urakoitsijaorganisaatioissa on vastaavaa osaamispulaa.

H5: Tilaajilla ei valitettavast oo sitä ymmärryst vielä, että mitä kaikkee se vaatii ja et kuinka pitkälle ne lonkerot pitää mennä ja niin, et mikä on tää kilpailutuksen mahdollisuuksien taso. Niin tavallaan heil ei oo viel valitettavast päässy muodostumaan sellast, että he pystyis edes pyytämään sitä tarjousta niin, että he yksiselitteisest sais sieltä sellasen voittavan ehdotuksen. Tai toinen vaihtoehto on tietenki sitte se, että meil on tavallaan rakennuttajakonsultti. Se on toinen vaihtoehto. Et on riittävän osaava ja kaiken kaikesta suurin piirtein ymmärtävä rakennuttajakonsultti, joka sitte tavallaan hoitaa sen kilpailutuksen tilaajien puolesta. Mut tämänönen linkki siihen tarvitaan joka tapaukses, tilaajan puolella ei oo sitä osaamista.

H2: Mutta se mikä mun mielest puuttuu tietyl tapaa, on ehkä niis hankkeissa semmonen laaja kokemus siitä kun, ehkä ne... Se, varsinki siin vaihees ku aletaan lähestyyn sitä toteutussuunnittelua - - se urakoitsijan suunnittelunohjaus, työmaaorganisaatio... - - Se on niin sellasta äidinmaidossa perittyä se semmosen tavallaan sen deltapalkin ja ontelolaatan kanssa rakentaminen. Siis se, ei siellä tarvi keskustella siitä et mahtuiks toi putki tost palkin alta, ku kaikki vähän niinku suurin piirtein tietää minkä kokosia ja näkösiä ne asiat on.

Tilaajien osaamisvaje korostuu entisestään tilaelementtihankkeissa, kun puurakentamisen lisäksi osaamista tarvitaan tilaelementoinnista. Tilaajilla ei aina ole ymmärrystä tilaelementtirakentamisen reunaehdoista tai siitä, onko suunnitteluratkaisu ylipäättään toteutettavissa tilaelementeillä.

H1: Sillon kun mä alotin ensimmäisten tilaelementtihankkeiden tekemisen, niin vähän rumasti sanottuna aika peruscase oli semmonen, että tilaaja oli piirtänyt arkkitehdilla kuvat ja pyysi, että pitää laskee hinta betonisena ja puisena näille samoille kuville. Ja ensimmäinen kommentti oli kun käytiin ne kuvat läpi, että eihän tätä voi tilaelementoida ollenkaan.

Tilaelementtihankkeissa tarvitaan lisäksi erilaista osaamista liiketoimintamalleista, koska rakentamisen prosessi muuttuu huomattavasti. Tällä hetkellä hankkeen alkuvaiheessa

joudutaan käymään paljon tavallista enemmän keskustelua, jotta varmistutaan siitä, että kaikilla on riittävä ymmärrys liiketoimintaympäristöstä, jossa toimitaan.

H1: Nostan sen nyt vielä uudestaan esille sen tavallaan liiketoimintaosaamisen. - Et käytännössä kun on lähdetty asiakkaiden kanssa neuvottelemaan ensimmäisistä hankkeista, niin meillähän lopputulos on ollut se, että me on jouduttu lähtemään ihan sopimusmalleista, maksuerätaulukoista, vakuutusjärjestelyistä, vakuusjärjestelyistä. - - tässä [tilaelementtirakentamisessa] pitää ihan kauppalakiin ja sinne asti käydä perusteita läpi ja kerrata että perusteet on kunnossa, jotta on edellytykset käydä sitä liiketoimintamallia yhdessä asiakkaiden kanssa läpi.

Haastatteluissa todettiin myös, että kun puurakennushankkeessa tulee haasteita, kokeamaton projektiorganisaatio syyttää ongelmista puuta materiaalina. Todellisuudessa kyse on usein siitä, että on totuttu betonirakentamiseen eikä ymmärretä puurakentamisen erityispiirteitä.

H2: Ja sit siinä, jos tavallaan siinä hankeryhmäs ei välttämättä oo sitten laajaa kokemusta tästä, niin sit se äkkiä muljahtaa vähän siihen, et sitä ei nähdä sitä, et se on erilaista... Niin siit tuleeki äkkiä semmonen, et se on puurakentamisesta aiheutuva ongelma. Vaikka se on ennemminki vaan se, että ne reunaehdot on vähän erilaisia ja sitä kautta ne suunnitteluratkasut on erilaisia. Et onhan meillä ne reunaehdot siellä toisessakin tekemisessä, mutta ne on vähän toisen tyyppiset.

Haastatteluissa nousi esiin, että välillä hankkeissa keskitytään liikaa puurakenteisiin ja toteutustapaan, jolloin perimmäinen tavoite eli asuntotuotanto hämärtyy. Esimerkiksi tilaelementtihankkeissa saattaa käydä niin, että puurakenteet saadaan toimiviksi ja pohjaratkaisu sellaiseksi, että se voidaan tilaelementoida järkevästi. Taloudellisesti hyvään lopputulokseen ei kuitenkaan päästä, jos esimerkiksi brutto-nettotehokkuus ei ole hyvällä tasolla.

H1: Tullaan siihen hankekehityksen kultaiseen sääntöön, että brutto-nettotehokkuus pitäis olla kunnossa, että pitäis saada myytävää kuitenkin keskimäärin enemmän kuin muuta tilaa mitä tekee - - seuraava ymmärryksen aste olis se, että mitkä ratkaisut johtaa brutto-nettotehokkuuteen, että aika paljon törmää vielä sellaseen... Nyt kun tehdään puusta, niin siitä ei tarviis niinkun välittää. Et tehdään sitten isoja käytäviä ja hukataan niitä KEM:ejä sinne. Se tavallaan se ymmärrys, että tää on rakentamista ihan siinä missä kaikki muukin, että edelleen meillä on sama KEM-määrä käytössä, kun ihan missä tahansa muussakin hankkeissa. Se on ehkä se... Nyt jos taas kärjistää tosi pahasti, niin se on ehkä se kipupiste minun mielestä.

Tärkeimmät esiinnouset asiat puurakentamisen hankeosaamisesta:

- organisaatioissa on laajasti hankeosaamisvajetta hankerooliin katsomatta
- osaamisvaje koskee niin puurakentamista yleisesti kuin korkean esivalmistusasteen rakentamistakin
- pahimmillaan osaamisvaje johtaa siihen, että hankkeissa keskitytään liiaksi uusiin asioihin, ja unohdetaan rakennushankkeen perimmäiset tavoitteet

Kaiken kaikkiaan hankeosaamisessa nähtiin puutteita niin tilaaja-, urakoitsija- kuin konsulttiorganisaatioissakin. Puurakentamisen osaamista ja kokemusta tarvitaan lisää sekä taso- että tilaelementtipuolella. Tehokas asuntotuotanto pitäisi myös puurakennushankkeissa nähdä päämääränä ja puurakentaminen vain keinona saavuttaa se.

4.3.2 Puurakentamisen tekninen osaaminen

Haastatteluissa todettiin, että hankeosaamisen lisäksi osaamisvajetta on myös puurakenteiden teknisessä suunnittelussa ja toteutuksessa. Puutteita havaittiin niin arkkitehtisuunnittelun, rakennetekniikan kuin työmaatoteutuksen osaamisessa. Osa ongelmista johtuu suoraan teknisen osaamisen puutteesta, mutta haastatteluissa tunnistettiin myös, että puurakentaminen vaatii tiiviimpää osapuolten välistä yhteistyötä kuin betonirakentaminen, koska alalla ei ole vakiintuneita käytäntöjä. Käytäntöjä ei ole myöskään rakennusvaiheeseen, jolloin suunnitteluvaiheessa täytyy ottaa suunnitelmien toteutettavuus eri tavalla huomioon kuin betonirakentamisessa. Onnistunut suunnitteluvaihe edellyttää suunnittelijoilta enemmän keskustelua myös toteuttavan osapuolen kanssa.

H3: Ongelma on se että meillä on tietotaitovaje ihan valtava, - - ihan puhtaasti substanssiosaamisen kanssa ongelmaa. Meillä ei ole tällä hetkellä semmosia toimijoita, jotka kykenevät samalla tasolla toimittamaan puurakentamista kun betonirakentamista. - - Me joudutaan oikeesti käymään suunnittelijoita opettamaan mitä me ollaan haluamassa ja miten ne suunnitellaan, elikkä me otetaan tavallaan tuoteosatoimittajia ja moduulitoimittajia ja CLT-materiaalitoimittajia ja me otetaan suunnittelijoita ja laitetaan ne yhteen ja sanotaan, et voisitteko nyt please keskustella keskenänne, et me halutaan tällanen tuote.

H6: Eli tavallaan se, että vaikka noita osataan suunnitella, niin tavallaan se suunnittelun käytäntöön vieminen tai suunnitelmien käytäntöön vieminen vaatii yhtä paljon osaltaan.

Merkittävänä tekijänä hankkeen onnistumisen kannalta nähtiin eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensovittaminen. Puurakentamisessa toleranssit ovat pienempiä kuin betonirakentamisessa. Yhteensovittamisen merkitys korostuu entisestään tilaelementtirakentamisessa, jossa toleranssit ovat vielä pienempiä. Kaikkien suunnittelualojen tulisi hyödyntää tietomallintamista, jotta tarvittavat törmäystarkastelut voidaan suorittaa.

H3: Suunnittelussa nykyaikaisten suunnittelumetodien hyödyntäminen, eli käytännössä mallintaminen ja ennen kaikkea törmäystarkastelu - aivan ykkösprioriteetit. Ei voi suostua siihen, että kukaan suunnittelijaosapuoli toteaa että hän ei mallinna. - Käytännössä kun me puhutaan valmiista maailmasta ja meidän toleranssit on millimetritoleransseja moduulirakentamisessa, niin se yhteensovittamisen tärkeys on oikeesti tosi korkealla. Et siinä mielessä perinteinen, vanhanaikainen suunnittelu ei vaan oo enää mahdollista.

H9: Toisaalta siellä toteutusvaiheessa tai suunnitteluvaiheessa yhteensovittaminen. Niin ehkä pitäisi ajatella niin, että mikään ei osu kohdalleen, yksikään läpimenoa ei osu kohdalleen, niin ehkä se pitäisi olla niinku lähtökohta ja sitten jos sain osumaan niin se on pisteet kotiin.

Toisaalta tunnistettiin, että osapuolten parempi ymmärrys puurakentamisen erityispiirteistä ja reunaehdoista parantaa suunnitelmien laatua. Etenkin puurakenteiden ja talotekniikan yhteensovittaminen nähtiin puurakentamisen mittatoleranssien vuoksi erityistä huomiota vaativana asiana. Laajempi ymmärrys puurakenteiden suunnittelun kokonaisuudesta johtaa siihen, että myös eri tekniikka-alojen yhteensovittaminen on helpompaa.

H2: Eliikkä mun mielestä kaks tärkeintä pointtia olis se, että tavallaan arkkitehdeille saatas ymmärrys näistä erilaisista runkojärjestelmistä ja niiden tehokkaasta käytöstä. Ja toinen on sitte talotekniikan sovittaminen siihen puukerrostaloon runkojärjestelmästä riippumatta. Sil on mun mielestä tosi isoja laadullisia ja kustannusvaikutuksia sil talotekniikan sovittamisella. Ja siihen mun mielestä on tosi huonosti aineistoa ja osaamista.

Lisäksi puurakentamisessa akustiikka-, värähtely- ja palosuunnittelun merkitys korostuu, ja näiden alojen osaamista tarvitaan lisää. Suunnitteluosaamista tarvitaan myös puurakenteiden jäykistämisessä, rakenteiden painumien huomioimisessa sekä elinkaarisuunnittelussa. Vakiintuneiden käytäntöjen puuttuessa myös detaljisuunnittelu vaatii enemmän osaamista, kun detaljit suunnitellaan jokaiseen kohteeseen erikseen. Erityisesti suunnittelijoiden tulee kiinnittää huomiota detaljien toimivuuden lisäksi niiden rakennettavuuteen.

H3: Isoimpana on palotekniset suunnittelijat. Sitten olis sprinkleriasiantuntijat. Sitteen tulee akustiikka. Noi on oikeestaan ne kolme isointa poikkeavaa.

Koska puurakentaminen vaatii vielä paljon uutta osaamista ja useilla osapuolilla on vasta vähän kokemusta puuhankkeista, eroavat myös käytännöt laajasti toisistaan. Kattavaa standardointia ei ole, minkä vuoksi samoilla lähtötiedoilla voidaan päätyä hyvinkin erilaisiin lopputuloksiin. Tämä aiheuttaa hankkeissa hankaluuksia ennustettavuuden ja riskienhallinnan suhteen, sillä esimerkiksi suunnittelijavalinta voi vaikuttaa merkittävästi suunnitteluratkaisuun ja hankkeen kustannuksiin.

H1: Mut ehkä se suuri juttu oli se, tai on edelleen, että kun eri toimijat kaikki käyttää samaa eurokoodia, niin oikeestaan suunnittelualasta riippumatta, niin päädytään kyllä hyvin erilaisiin suunnitteluratkaisuihin riippuen siitä kuka sen suunnittelun tekee. Sillä on kyllä ihan dramaattinen merkitys, niinkun jo ihan hankkeiden kannattavuuteen. Ääriesimerkkinä, että joku suunnittelija saattaa mitoittaa että alimmissa kerroksissa pitää olla 120-millinen CLT-levy kahdeksankerroksissa kerrostalossa, jos on tämmönen normaalimassa, ja toinen suunnittelija on sitä mieltä että 80-millinen levy riittää, niin siinä tulee jo 50 pinnaa lisää materiaalikustannusta ihan suoraan, ja sitten siihen kaikki menetetyt huoneistotilat ja kerrostehokkuudet ja kaikki kun aletaan laskea, niin se oli yhtäkkiä [merkittävä] summa riippuen siitä kumman suunnittelijan valitsit kohteeseen.

Tärkeimmät esiinnoitettavat asiat puurakentamisen teknisestä osaamisesta:

- puurakentamisessa ja etenkin tilaelementtirakentamisessa mittatoleranssit ovat huomattavan paljon pienempiä kuin mihin betonirakentamisessa on totuttu
- osapuolten kommunikaatio ja laaja ymmärrys puurakentamisen reunaehdoista parantavat hankkeen onnistumismahdollisuuksia
- puurakentaminen edellyttää lisää osaamista erikoissuunnittelualoilla
- standardien tulkinnanvaraisuus saattaa johtaa suunnittelijoista riippuen hyvin erilaisiin suunnitteluratkaisuihin, ja jo suunnittelijavalinnalla voi olla merkittäviä kustannusvaikutuksia

Haastatteluissa korostui alan yleinen tekninen osaamisvajae. Osaajia on vähän, ja monet alalla toimivat henkilöt ovat kokemattomia. Lisähaasteita tuottaa sekä suunnittelun että rakentamisen käytäntöjen vakiintumattomuus, ja suunnitteluvaiheessa tulee kiinnittää erityistä huomiota erikoissuunnittelualoihin, talotekniikan yhteensovittamiseen sekä ra-

kenteiden toteutettavuuteen. Nykyisten standardien tulkinnanvaraisuus voi johtaa hyvin-kin erilaisiin suunnitteluratkaisuihin, ja tulkinnanvaraisuudella voi olla jopa merkittäviä kustannusvaikutuksia.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Haastatteluiden perusteella tunnistettiin, että rakennusalalla tällä hetkellä käytössä olevat toteutusmuodot eivät tue puurakentamista. Toisaalta alan toimintaympäristö on voimakkaasti vakiintunut betonirakentamisessa toimiviksi havaittuihin käytäntöihin, ja nykyisten käytäntöjen muuttaminen vaatii aktiivista työtä sekä resursseja.

Case-hankkeissa tunnistettujen haasteiden taustalla voidaan tunnistaa kaksi pääasiallista syytä:

- i) Teollisen puurakentamisen alalla ei ole vakiintuneita käytäntöjä, ja alan osaajia on vähän.
- ii) Korkean esivalmistusasteen rakentamisen erityispiirteitä ja esivalmistusasteen nostamisen vaikutuksia hankkeen prosesseihin ei ymmärretä.

Puurakentamisessa vakiintuneiden käytäntöjen puute aiheuttaa esimerkiksi sen, että eri elementtitoimittajien detaljiikat eroavat merkittävästi toisistaan, ja elementtitoimittaja on valittava heti hankkeen alkuvaiheessa suunnitelmien yhteensopivuuden varmistamiseksi. Toisaalta standardien tulkinnanvaraisuuden vuoksi myös rakennesuunnitteluratkaisut voivat erota merkittävästi toisistaan. Suunnittelualojen rajapinnat eivät ole vakiintuneita, ja suunnittelusisältöihin tulee kiinnittää erityistä huomiota sopimuksia tehtäessä. Puurakentamisessa myös urakkarajapintoja tulee suunnitella uudelleen detaljiikan muuttuessa.

Alan osaamispuula näkyy hankkeissa. Eri suunnittelualojen osaajista on pulaa, ja osaamisvaje näkyy myös toteuttajaorganisaatioissa. Hankkeiden alkuvaiheessa joudutaan käyttämään aikaa siihen, että hankeosapuolet opettelevat puurakentamisen erityispiirteitä ja varmistavat olevansa yhteisymmärryksessä hankkeen tavoitteista. Hankeosapuolilla ei välttämättä ole etukäteen ymmärrystä siitä, minkälaisia puurakentamisen reunaehdot ovat ja miten puu rakennusmateriaalina vaikuttaa eri suunnittelualoihin.

Tilaaajaorganisaatioiden kokemattomuus hankaloittaa hankkeiden kulkua entisestään. Tilaajalla tulee olla ymmärrys siitä, mitä ollaan tilaamassa, minkälaisia reunaehtoja hankkeeseen liittyy ja mitä erityispiirteitä tarjouspyyntövaiheessa tulee osata ottaa huomioon. Jos tarjouspyyntöaineisto ei ole toteutuskelpoinen ja yksiselitteinen, voi tarjousten saaminen olla vaikeaa. Jos tarjouksia saadaan, on niiden vertailu usein hankalaa. Tilaajaorganisaatioissa ei myöskään välttämättä ole osaamista sisällöltään poikkeavien tarjousten vertailemiseen.

Suunnittelijavalintaa tehtäessä tulee suunnittelua kilpailuttavan organisaation osana myös arvioida suunnittelijoiden suunnittelukapasiteetin riittävyyttä. Suunnittelija ei välttämättä osaa arvioida suunnittelun työmäärää, jos hanke sisältää paljon kehittämistyötä. Hankkeen onnistumisen kannalta myös tilaajan kannattaa kiinnittää erityistä huomiota siihen, paljonko suunnittelutunteja tarjouksiin on laskettu suhteessa kohteen vaativuuteen. Tarjouspyynnössä on hyvä eritellä, onko tilaajalla halukkuutta tehdä hankkeen yhteydessä kehittämistyötä.

Lisäksi organisaation tulee myös tiedostaa suunnittelijoiden kokemuksen vaikutus suunnittelunohjauksen tarpeeseen. Mikäli hankkeeseen valitaan suunnittelijoita, joilla ei ole kokemusta vastaavista hankkeista, tarvitaan suunnittelunohjaukselta enemmän resursseja ja osaamista. Tämä tulee ottaa huomioon suunnittelutarjousten vertailussa.

Tilaaajaorganisaatiot yrittävät usein paikata organisaatioidensa osaamisvajetta ulkopuolisen rakennuttajakonsultin avulla. Tällä hetkellä kokeneita puurakentamiseen erikoistuneita rakennuttajakonsultteja on kuitenkin vähän, joten myös rakennuttajakonsultin valintaan tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Puurakennushankkeissa on merkittäviä vaikeuksia tunnistaa hankkeisiin liittyviä riskejä. Kokemuksen puute aiheuttaa hankeosapuolissa epävarmuutta, joka johtaa korkeisiin riskivarauksiin. Riskin aiheuttajia ei kuitenkaan osata yksilöidä, eikä riskejä voida kohdistaa millekään työvaiheelle tai kustannuspaikalle. Tämä tekee riskien analysoinnista mahdollonta. Koska riskejä ei tunnisteta, on niiden hallinta vaikeaa.

Koska riskejä ei osata yksilöidä, on niiden analysointi ja jakaminen hankeorganisaation kesken mahdollonta. Pahimmillaan useat hankeosapuolet tekevät omiin tarjouksiinsa päällekkäisiä riskivaroja varautuessaan samantyyppisiin riskeihin. Koska riskivaraukset eivät ole läpinäkyviä eikä niiden sisältö ole hankeorganisaation tiedossa, ei riskienhallinnasta päästä keskustelemaan avoimesti. Hallitsemattomat ja päällekkäiset riskivaraukset voivat kasvattaa hankkeiden urakkahintaa merkittävästi, mikä heikentää puurakentamisen kilpailukykyä suhteessa muuhun rakentamiseen.

Esivalmistusasteen nostaminen korostaa edellä mainittujen haasteiden merkitystä entisestään. Tilaelementtirakentamisessa vakiintuneita käytäntöjä on vielä vähemmän ja elementtitoimittajien detajitikat eroavat toisistaan vielä enemmän. Tilaelementtitehtailla on usein omaa suunnitteluosaamista, jota kannattaa hyödyntää suunnitelmien toteutettavuuden optimoimiseksi. Tilaelementtirakentamisessa erityisesti rakenne- ja elementtisuunnittelun rajapintaan tulee kiinnittää huomiota.

Esivalmistusasteen nostaminen hämärtää toteutusvaiheen urakkarajoja osan työstä siirryessä työmaalta tehtaalle ja tasoelementtihankkeissa työmaalla toteutettavien selkeiden työvaihekokonaisuuksien pilkkoutuessa tehtaalla tehtäviin ja työmaalla toteutettaviin vaiheisiin. Lisäksi urakoiden jakautuessa vastuukysymysten ennakointi ja määrittäminen tulee tehdä huolellisesti. Esimerkiksi sähkötoista merkittävä osa pystytään tekemään jo elementtitehtaalla. Työmaalle jäävien sähköasennusten osuus on pieni, eikä jäljelle jäävän työmäärän arviointi ole välttämättä helppoa. Työmaalla joudutaan tekemään enemmän yksittäisiä asennuksia, jolloin asennusten yksikköhinta saattaa olla korkeampi. Toisaalta sähköurakoitsijat eivät välttämättä ole edes motivoituneita tarjoamaan kovin pientä urakkaa, mikä vaikuttaa sekä tarjousten saantiin että tarjoushintoihin.

Myös osaamisvaje korostuu esivalmistusastetta nostettaessa. Tilaelementtirakentamisessa reunaehdot ovat vielä tiukemmat, koska tilaelementointi asettaa tarkempia vaatimuksia rakennuksen pohjaratkaisulle sekä rakennejärjestelmälle. Tilaelementointi vaikuttaa myös talotekniikan toteutukseen esimerkiksi huoneistokohtaisen ilmanvaihdon ollessa yksinkertaisin ratkaisu tilaelementtikohteessa. Kokonaisuudessaan tilaelementtirakentamisen yleistyminen edellyttäisi laajempaa ymmärrystä toteutustavan erityispiirteistä sekä lisää osaamista kaikilla suunnittelualoilla.

Tilaelementtirakentamisessa myös erilaisten prosessien yhteensovittaminen vaatii hankeorganisaatiolta uudenlaista osaamista. Tilaelementtitehtaiden tuotantokapasiteettien ollessa verrattain pieniä yksi hanke varaa tehtaan kapasiteetin pitkäksi aikaa, jolloin viivästykset hankkeen tuotantoon saamisessa vaikuttavat merkittävästi tehtaan toimintaan. Pienellä kapasiteetilla toimivat tehtaat ovat alltiita tuotannon heilahteluille, ja lyhytkin tyhjäkäyttö voi tuhota tehtaan tuloksen.

Toisaalta tehtaiden pieni kapasiteetti tarkoittaa myös, että tilausjono voi olla pitkä ja uuden projektin saaminen tuotantoon voi viedä aikaa. Tehdaskapasiteetin saatavuus voi määrittää koko hankkeen aikataulun, mikä ei ole tilaajan tavoitteiden mukaista.

Projektin sujuvan läpiviennin varmistamiseksi hankeosapuolten tulee osata varata tehdaskapasiteetti hyvissä ajoin ja tehtyyn kapasiteettivaraukseen tulee pystyä sitoutumaan. Tilaelementtirakentamisessa tulee osata varautua myös kapasiteettivarauksen laukeamiseen ja tehtaan tyhjäkäyntiin liittyviin riskeihin.

Yhtenä ratkaisuna näihin haasteisiin tunnistettiin hankkeen alkuvaiheeseen panostaminen. Kun alkuvaiheessa käytetään aikaa ja resursseja hankkeen tavoitteiden, lähtötietojen, toteutustapojen sekä projektiorganisaation käytäntöjen läpikäyntiin, voidaan ennaltaehkäistä useita tunnistettuja haasteita.

Alkuvaiheessa hankkeen eri prosessit tulee yhteensovittaa huolellisesti. Työmaan rakentamisaikataulu tulee suunnitella niin, että eri rakentamisvaiheet eivät mene päällekkäin vaan mesta on valmis ja rauhoitettu kullekin työvaiheelle. Tilaelementtihankkeissa tehdään tuotannon aikataulu suhteessa elementtiasennukseen vaatii erityistä tarkkuutta, sillä elementtien ollessa suuria, niiden varastointi on tasoelementtejä hankalampaa.

Jotta elementtitehdas voi aloittaa tuotannon sovitus- ja aikataulussa, tulee hankkeen hankintojen olla aikataulussa. Tasoelementtirakentamisessa vain suhteellisen pieni osuus hankinnoista on tehty ennen elementtituotannon aloittamista, mutta tilaelementtirakentamisessa, jossa suuri osa työstä tehdään tehtaalla, tulee hankintojen olla tehtynä huomattavasti aikaisemmassa vaiheessa.

Hankinta-aikataulun jaksottuessa eri tavalla, tulee myös suunnittelu- ja aikatauluun muutoksia. Jotta hankintoja voidaan tehdä, tulee suunnitelmien olla toteutussuunnitelmia. Sen lisäksi, että hankkeen pohja- ja rakenneratkaisujen tulee olla valmiita elementtituotannon alkaessa, tulee tilaelementtirakentamisessa myös pintamateriaalien ja muiden perinteisesti sisärakennusvaiheen materiaalivalintojen olla valmiita.

Koska toteutussuunnitelmien tulee olla valmiina hyvissä ajoin ennen elementtituotannon aloittamista, jotta hankinnat ehditään tehdä, tulee myös hankkeen päätöksentekoaikatauluun muutoksia. Esivalmistusasteen nostaminen vaikuttaa koko hankkeen aikatauluun sekä eri prosessien yhteensovittamiseen.

Hankkeen alkuvaiheessa on tärkeää panostaa myös hankkeen riskienhallintaan, mikä edellyttää riskien tunnistamista, tarkempaa analysointia sekä riskien suuruuden arviointia. Lisäksi hankkeen alkuvaiheessa tulee päättää riskienhallintakeinoista sekä vastuun jakamisesta. Avoimella keskustelulla hankeosapuolten kesken voidaan päästä laajempaan ymmärrykseen hankkeeseen liittyvistä riskeistä sekä välttää päällekkäisiä riskivauroja.

Hankkeen alkuvaiheessa on eduksi, että suunnittelijat sekä toteuttajat pääsevät keskustelemaan keskenään mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Suunnittelijoiden aikainen osallistaminen sekä vuoropuhelu mahdollistavat sen, että arkkitehtisuunnitelmat ovat sekä rakenneteknisesti mahdollisia ja elementoitavissa kustannustehokkaasti. Erityisesti tilaelementtikohteissa rakenne- ja elementtisuunnittelijan aikainen yhteistyö on välttämätöntä, jotta suunnittelualojen välinen rajapinta saadaan sovittua tarkasti. Lisäksi eri suunnittelualojen aikaisella yhteensovittamisella sekä vuoropuhelulla myös talotekniikan yhteensovittaminen helpottuu. Osapuolten välinen kommunikaatio ja laaja ymmärrys puurakentamisen reunaehdoista parantavat hankkeen onnistumismahdollisuuksia, ja tämä saavutetaan vain panostamalla osapuolten väliseen yhteistyöhön heti hankkeen alussa.

Yksi keino varmistaa riittävä alkuvaiheeseen panostaminen voisi olla projektin aikajanan pidentäminen, jolla voitaisiin pienentää prosessien yhteensovittamiseen liittyvää riskiä. Esimerkiksi suunnittelu-aikataulua pidentämällä voitaisiin pienentää riskiä siitä, että suunnitelmat eivät valmistu ajoissa ja tehtaan kapasiteettivarausta ei voida hyödyntää. Projektin tuotannon aloittamisen siirtäminen saattaa kuitenkin vaikuttaa toimijoiden kykyyn sitoutua kustannuksiin ja aiheuttaa uusia kustannusriskivarausta.

Tilaelementtitehtaan riskienhallintaa voitaisiin parantaa myös lisäämällä joustavuutta tuotannonohjaukseen projektien aikataulumuutosten suhteen. Yksi keino tähän voisi olla esimerkiksi se, että tehtaalla olisi muutakin liiketoimintaa projektituotannon tilaelementtien valmistamisen lisäksi. Tällöin tehtaan kapasiteettia voitaisiin hyödyntää projektiliiketoiminnan ohella ja sen katkosten aikana, eivätkä tilauskannan vaihtelusta ja hankkeiden aikataulumuutoksista aiheutuvat riskit olisi yhtä merkittäviä tehtaan liiketoiminnalle.

Haastatteluissa toteutusmuodoista puurakennushankkeisiin sopivimpina nähtiin erilaiset yhteisvastuu- ja KVR-muodot. Yhteisvastuumuotojen etuna on yhteistyön helpottuminen ja avoimuuden lisääntyminen, kun kaikki hankeosapuolet ovat samalla puolella ja hankkeen onnistuminen on kaikkien etu. Riskit jaetaan hankeorganisaation kesken ennalta sovitusti, ja ongelmanratkaisuhaluus yhdessä osapuolten kesken paranee. Toisaalta yhteisvastuumuodot ovat organisaatorakenteeltaan raskaita ja pienissä hankkeissa raskas hankeorganisaatio muodostaa helposti merkittävän osuuden hankkeen kustannuksista.

KVR-urakan etuna on, että se on toteutusmuotona alan toimijoille tuttu ja rakenteeltaan yhteisvastuumuotoja kevyempi. Jos KVR-urakoitsijan osaaminen riittää hankkeen suunnittelunohjaukseen ja läpivientiin, päästään KVR-muodoissa hyödyntämään toteutuspuolen osaaminen suunnittelussa tehokkaasti. KVR-urakka soveltuu erityisesti hieman pienempiin ja yksinkertaisempiin hankkeisiin kuin raskaammat yhteisvastuumuodot.

Tilaelementtikohteissa ison osan tuotannosta tapahtuessa elementtitehtaalla, voi tilaelementtitoimittaja toimia KVR-urakoitsijana. Tällöin ongelmaksi voi kuitenkin muodostua elementtitoimittajan kokemuksen ja resurssien riittävyys koko hankkeen läpivientiin. Tarve toimia KVR-urakoitsijana nostaa uusien tilaelementtivalmistajien alalle tulon kynnystä resurssivaatimustensa vuoksi. Ylipäänsä KVR-muoto vaatii urakoitsijalta enemmän resursseja ja osaamista esimerkiksi pääurakkamuotoihin verrattuna.

Haastatteluidenkin perusteella voidaan rakennusalan tunnistaa olevan voimakkaasti institutionalisoitunut ja betonirakentamisen käytäntöjen iskostuneen syvälle osaksi rakentamisen kulttuuria. Betonirakentamista ja nykyisiä toimintamalleja ei juuri kyseenalaisteta, ja uudet innovaatiot kokevat muutosvastarintaa.

Puurakentamisen edistämiseksi rakennusalan institutionaalisen ympäristön on muututtava. Institutionaalinen muutos voi tapahtua instituution kehittymisen kautta, jolloin nykyiset prosessit muuttuvat paremmin puurakentamista tukeviksi säilyttäen instituutioasemansa. Tällainen muutos on hienovaraista ja tapahtuu liukuvasti ajansaatossa. Pitkällä aikavälillä muutos saattaa tapahtua myös spontaanisti ilman aktiivisia toimia asian edistämiseksi.

Toinen vaihtoehto institutionaaliselle muutokselle on instituution purkautuminen, jossa nykyisiin toimintatapoihin perustuva instituutio purkautuu ja tilalle otetaan uusia toimintamalleja. Uusien toimintamallien käyttöönotto ja ylläpitäminen vaatii aktiivisuutta alan toimijoilta, kunnes käytännöt vakiintuvat ja tapahtuu uudelleeninstitutionalisoituminen, jolloin uudet toimintatavat institutionalisoituvat.

6. YHTEENVETO

Tutkimuksen tavoitteena oli tunnistaa puurakentamisen kehittymiseen liittyviä haasteita ja selvittää, miten rakennusalan nykyiset toimintamallit vaikeuttavat puurakentamisen yleistymistä sekä esivalmistusasteen nostamista rakennushankkeissa. Tutkimuksen tavoitteena oli myös esittää alustavia ratkaisuja havaittuihin haasteisiin alan tässä kehitysvaiheessa. Aihetta lähestyttiin rakennusalalla yleisesti käytössä olevien toteutusmuotojen kautta. Teoriaosuudessa käsiteltiin lisäksi institutionaalista ympäristöä ja sen vaikutuksia alan toimintatapojen kehittymiseen.

Puurakentamiseen liittyviä haasteita kartoitettiin haastattelututkimuksella. Haastateltavat valittiin puurakentamisen parissa erilaisissa tehtävissä työskentelevistä henkilöistä. Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina. Haastattelujen tuloksia analysoitiin ja niiden pohjalta muodostettiin kokonaisvaltainen käsitys alan toimintamalleihin ja liiketoimintaympäristöön liittyvistä ongelmakohtista.

Tutkimuksessa havaittiin rakennusalalla olevan useita haasteita, jotka hidastavat puurakennusalan kehittymistä heikentäen sen kilpailukykyä suhteessa muuhun rakentamiseen. Haasteista merkittävä osa aiheutuu siitä, että rakennusala on institutionalisoitunut. Alalla käytössä olevat toimintamallit ovat voimakkaasti sisäistettyjä, ja niiden rajoitteiden tunnistaminen sekä niiden kyseenalaistaminen on hankalaa. Tämä vaikeuttaa toimintatapojen kehittymistä sekä uusien toimintatapojen käyttöönottoa.

Tutkimuksen perusteella merkittävimmät kehityskohteet ovat teollisen puurakentamisen vakiintuneiden käytäntöjen ja osaamisen puute sekä ymmärryksen lisääminen esivalmistusasteen nostamisen vaikutuksista. Ennen kuin osaamista ja kokemusta tulee lisää, täytyy hankkeissa panostaa niiden alkuvaiheeseen. Alkuvaiheen vuoropuhelussa hankkeosapuolet sopivat mahdollisimman tarkasti hankkeen yksityiskohdista. Tässä vaiheessa on erityisen tärkeää hahmottaa, miten hankkeen erityispiirteet vaikuttavat kuhunkin osapuoleen ja osapuolten väliseen yhteistoimintaan.

Nykyiset toimintamallit eivät tue puurakentamista, sillä ala vaatii paljon kehitystyötä ja esivalmistusasteen nostaminen vaatisi koko toimintalogiikan uudelleensuunnittelua. Toteutusmuodon valinnalla voidaan tukea hankkeiden onnistumista, eivätkä toteutusmuodot välttämättä vaadi suuria muutoksia. Toteutusmuodon valinnassa on syytä ottaa huomioon, että se tukee uuden kehittämistä ja luo edellytykset yhteistyölle sekä varmistaa

riittävät resurssit hankkeen alkuvaiheessa. Tutkimuksen perusteella sopivimmat toteutusmuodot tällä hetkellä puurakennushankkeisiin ovat erilaiset yhteisvastuu- sekä kokonaisvastuurakentamismuodot.

Tutkimusta voidaan jatkaa selvittämällä, minkälaisen institutionaalisen ympäristön kehittynyt ja hyvin toimiva puurakennusala vaatii toimiakseen. Erityisesti tilaelementtitehtaiden toiminnan järjestäminen Suomen liiketoimintaympäristössä edellyttää lisätutkimusta. Myös suunnittelijoiden ja muiden hankeosapuolten välisen yhteistoiminnan helpottaminen ja kehittäminen vaatii syvällisempää tutkimista muun muassa rajapintojen osalta. Nykyiset allianssimallit soveltuvat parhaiten suurien ja teknisesti monimutkaisten hankkeiden toteutusmuodoksi. Allianssimallien kehittämistä tutkimalla voitaisiin niiden käyttöä laajentaa myös pienempiin hankkeisiin, joissa haasteina voivat olla esimerkiksi liiketoimintamallien yhteensovittaminen ja kokonaan uusien ratkaisujen kehittäminen.

LÄHTEET

- Anttila, P. (2014). *Tutkimisen taito ja tiedon hankinta*. Saatavissa (viitattu 11.5.2022): <https://metodix.fi/2014/05/17/anttila-pirkko-tutkimisen-taito-ja-tiedon-hankinta>
- Bresnen, M. & Marshall, N. (2002). The engineering or evolution of co-operation? A tale of two partnering projects. *International Journal of Project Management*, Vol. 20(7), pp. 497–505. DOI: 10.1016/S0263-7863(01)00043-6.
- Bresser, R. K. F. & Millonig, K. (2003). Institutional capital: competitive advantage in light of the new institutionalism in organization theory. *Schmalenbach Business Review*, Vol. 4(3), pp. 220–241. DOI: 10.1007/BF03396675.
- Bäck, J. (2021). Saadaanko ilmasto kuntoon metsien avulla? Teoksessa: Honkimäki, L. (toim.). *Kuinka maailma pelastetaan? – Kohti kestävämpää tulevaisuutta*. 1. painos. Helsinki, Suomi: Gaudeamus. ss. 51–66. ISBN: 978–952-345-121-6.
- Dacin, M. T., Goodstein, J. & Scott, W. R. (2002). Institutional theory and institutional change: Introduction to the special research forum. *Academy of Management Journal*, Vol. 45(1), pp. 45–56. Saatavissa: <https://jstor.org/stable/3069284>
- Fararo, J. T. & Skvoretz, J. (1986). *Action and institution, network and function: The cybernetic concept of social structure*. In: Randolph, N. J. (ed.), *Sociological forum*, Vol. 1(2), pp. 219-250. DOI: 10.1007/BF01115738.
- Fischer, M., Ashcraft, H., Reed, D. & Kahndoze, A. (2017). *Integrating project delivery*. Hoboken, New Jersey, USA: Wiley. 560 pp. ISBN: 1-118-41538-8.
- Flick, U. (2007). *Designing qualitative research*. Los Angeles, California, USA: SAGE Publications. 130 pp. DOI: <https://dx.doi.org/10.4135/9781849208826.n1>.
- Gasparri, E., Lucchini, A., Mantegazza, G. & Mazzucchelli, E. S. (2015). Construction management for tall CLT buildings: From partial to total prefabrication of façade elements. *Wood Material Science & Engineering*, Vol. 10(3), pp. 256-275. DOI: 10.1080/17480272.2015.1075589.
- Hakaste, H. *Rakentamisen kiertotalous*. Ympäristöministeriö. Saatavissa (viitattu 3.6.2022): <https://ym.fi/rakentamisen-kiertotalous>
- Hatch, M. J. (2013). *Organization theory: Modern, symbolic, and postmodern perspectives*. 3rd ed. Oxford, United Kingdom: Oxford University Press. 351 pp. ISBN: 978-0-19-964037-9.
- Heino, P., le Roux, S. & Humphreys, I. *Puurakentamisen ohjelma*. Ympäristöministeriö. Saatavissa (viitattu 3.6.2022): <https://ym.fi/puurakentaminen>
- Hodgson, G. M. (2006). What are institutions? *Journal of economics*, Vol. 40(1), pp. 1–25. DOI: 10.1080/00213624.2006.11506879.
- Hyvärinen, M., Suoninen, E. & Vuori, J. *Haastattelut*. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) *Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietovarasto [ylläpitäjä ja tuottaja]. Saatavissa (viitattu 9.4.2023): <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/laadullisen-tutkimuksen-aineistot/haastattelut/>

- Jepperson, R. L. (1991). Institutions, institutional effects, and institutionalism. In: Powell, W. & DiMaggio, P. (eds.), *The New Institutionalism in Organizational Analysis*, pp. 143–163.
- Juhila, K. Laadullinen tutkimus ja teoria. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) *Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja]. Saatavissa (viitattu 9.4.2023): <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/metodit/laadullinen-tutkimus/laadullinen-tutkimus-ja-teoria/>
- Junnonen, J.-M. & Kankainen, J. (2017). *Rakennuttaminen*. 5. painos. Helsinki: Rakennustieto Oy. 127 s. ISBN: 978-952-267-145-5.
- Järvinen, L., Kaufmann, D., Laine, S., Mattila, H., Mänty, A., Pantsar, M., Peljo, J. & Sorasahi, H. (2017). *Uhri, sopeutuja vai ratkaisujen tarjoaja? – Suomen mahdolliset roolit globaalissa kestävyyskriisissä*. Helsinki, Suomi: Sitra. 40 s. ISBN: 978-952-347-020-0. Saatavissa: <https://media.sitra.fi/2017/11/23054820/uhrisopeutujavairatkaisujen-tarjoaja.pdf>
- Koste, O., Neuvonen, A. & Perälä, E. (2023). Puurakentamisen tulevaisuus -loppuraportti. Demos Helsinki. Saatavissa: https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/c6a6a9dc-0592-494e-82cd-00ec8d20065e/ab767032-1b60-4f24-be97-3bfe1b8c7f56/RA-PORTTI_20230308111645.pdf
- Lahdenperä, P. (2012). Making sense of the multi-party contractual arrangements of project partnering, project alliancing and integrated project delivery. *Construction Management and Economics*, Vol. 30(1), pp. 57–79. DOI: 10.1090/01446193.2011.648947.
- Lean Construction Institute Finland. *Integroidut toteutusmuodot edistävät Lean-ajattelua*. Saatavissa (viitattu 25.4.2022): <http://lci.fi/toteutusmuodot/>
- Love, P., Davis, P., Baccarini, D., Wilson, G. & Lopez, R. (2008). *Capital Works Procurement: The Selection of a Building Procurement Method*. Report. Cooperative Research Centre for Construction Innovation. Brisbane, Australia.
- Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. & Lyly-Yrjänäinen, J. (2016). *Teollisuustalouden kehittyvässä liiketoiminnassa*. 1. painos. Helsinki, Suomi: Edita Publishing Oy. 399 s. ISBN: 978-951-37-6826-3.
- Metsäkeskus. (2021). *Puurakentamisen hiilijalanjälkiverailut*. Saatavissa: <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/puurakentamisen-hiilijalanjalkiverailut.pdf>
- Nicholson, J. (1991). Rethinking the competitive bid. *Civil Engineering*, Vol. 61(1), pp. 66-68.
- Nykänen, E., Häkkinen, T., Kiviniemi, M., Lahdenperä, P., Pulakka, S., Ruuska, A., Saari, M., Vares, S., Cronhjort, Y., Heikkinen, P., Tulamo, T. & Tidwell, P. (2017). *Puurakentaminen Euroopassa*. Espoo: Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. 121 s. ISBN: 978-951-38-8534-2. Saatavissa: <https://vtt.fi/julkaisut>
- RT 10-11223. (2016). *Talonrakennushankkeen kulku: Toteutusmuodot*. Rakennustieto Oy.
- RT 103239. (2020). *Allianssimalli hankkeen toteutusmuotona: Allianssimallin yleiskäyttö*. Rakennustieto Oy.

Saksa, J.-M. (2007). *Organisaatiokenttä vai paikallisyhteisö: OP-ryhmän strategiat institutionaalisten ja kilpailullisten paineiden ristitulessa*. Väitöskirja. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, kauppatieteellinen tiedekunta. 298 s.

Sandelin, J. (2012). *Institutionaaliset ja taloudelliset paineet alihankintaverkoston sopimussuhteissa*. Pro gradu -tutkielma. Lapin yliopisto, yhteiskuntatieteiden tiedekunta. 85 s.

Scott, W. R. & Davis, G. F. (2007). *Organizations and organizing: rational, natural, and open system perspectives*. Boca Raton, Florida, USA: Taylor & Francis. 452 pp. ISBN: 9781138091542.

Scott, W. R. (2003). *Organizations: rational, natural, and open systems*. 5th ed. Upper Saddle River, New Jersey, USA: Prentice Hall. 430 pp. ISBN: 0-13-121803-4.

Scott, W. R. (1995). *Institutions and organizations*. Thousand Oaks, California, USA: Sage. 178 pp. ISBN: 0-8039-5652-5.

Scott, W. R. (1991). Unpacking institutional arguments. In: Powell, W. & DiMaggio, P. (eds.), *The New Institutionalism in Organizational Analysis*, pp. 164–182.

Searle, J. R. (2005). What is an institution? *Journal of institutional economics*, Vol. 1(1), pp. 1–22. DOI: 10.1017/S1744137405000020.

Stevenson, W. J. (2018). *Operations Management*. 13th ed. New York, New York, USA: McGraw-Hill Education. ISBN: 978-1-259-92181-0.

Tenah, K. (2001). Project Delivery Systems for Construction: An Overview. *Cost Engineering*, Vol. 43(1), pp. 30–36.

Tieteen termipankki. (2015). Taloustiede: instituutio. Saatavissa (viitattu 6.5.2023): <https://tieteentermipankki.fi/wiki/Taloustiede:instituutio>

Xu, T., Smith, N. J. & Bower, D. A. (2005). Forms of collaboration and project delivery in Chinese construction markets: Probable emergence of strategic alliances and design/build. *Journal of management in engineering*, Vol. 21(3), pp. 100-109. DOI: 10.1061/(ASCE)0742-597X(2005)21:3(100).

Zucker, L. G. (1991). The role of institutionalization in cultural persistence. In: Powell, W. & DiMaggio, P. (eds.), *The New Institutionalism in Organizational Analysis*, pp. 83–107.