



RAKENNUSHANKKEEN LOPPUUNSAATTAMISEN TEHOSTAMINEN

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Tuotantotalous, Tuotannon johtaminen diplomityö

2023

Aleksi Yletyinen

Tarkastaja: Tutkijaopettaja Petri Niemi

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUT Teknis-luonnontieteellinen

Tuotantotalous

Alexi Yletyinen

Rakennushankkeen loppuunsaattamisen tehostaminen

Tuotantotalouden diplomityö

2023

81 sivua, 16 kuvaa ja 20 taulukkoa

Tarkastaja: Tutkijaopettaja Petri Niemi

Avainsanat: rakentaminen, loppuunsaattaminen, viimeistely, projektinjohtaminen

Julkisuudessa käydään usein keskustelua rakennushankkeiden epäonnistumisesta. Tämän työn yhteydessä heräsi mahdollisuus tutkia megahankkeen loppuunsaattamisprosessia ja haastatella sen avainhenkilöitä. Tutkimus toteutettiin kvantitatiivisena läpikäyntinä case hankkeen virhe- ja puutehavaintojen määristä eri ajankohtina sekä haastattelemalla avainhenkilöitä.

Tämän työn tarkoituksena oli tunnistaa syitä rakennushankkeiden viimeistelyn haasteiden takana ja millä työkaluilla rakentamisen loppuunsaattamista voitaisiin tehostaa. Lisäksi työssä kartoitettiin käytössä olleita lean-työkaluja ja menetelmiä ja pohdiskeltiin niiden hyödyllisyyttä hankkeen loppuunsaattamisen näkökulmasta.

Tutkimus pohjustetaan teorialla rakennushankkeista ja niiden vaiheista, rakennusalan projektinhallinnasta sekä Lean-ajattelusta. Teoriaosuudessa on kiinnitetty huomiota näihin osalualueisiin varsinkin rakennuttajan ja rakennusalan näkökulmasta.

Työn tuloksena syntyi käsitys eri lean-työkalujen soveltumisesta ja hyödyllisyydestä rakennushankkeen ja sen loppuunsaattamisen johtamiseen tilaajan näkökulmasta tarkasteltuna. Lisäksi syntyi eräänlainen muistilista asioista, joita olisi hyvä huomioida määritettäessä rakennushankkeen kaupallisia asiakirjoja.

ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT

School of Engineering Science

Industrial Engineering and Management

Alexi Yletyinen

Enhancing of finishing processes in civil engineering projects

Master's thesis

2023

81 pages, 16 figures and 20 tables

Examiner: Associate professor Petri Niemi

Keywords: Civil engineering, accomplishment, finishing, lean

In public conversation there is often discussion about unsuccessful civil engineering projects. With this thesis there came an opportunity to research the finishing process of a civil engineering megaproject and interview project key personnel. This study was carried through as a quantitative analysis of a case projects fault-findings during and by interviewing the key personnel of the case project.

The function of this thesis was to recognize reasons behind unsuccessful finishing processes and what tools could ease the finishing processes. In addition to the thesis there was charting of applied lean methods and tools and how useful those tools and method were considering the finishing processes.

This thesis is established with theory of civil engineering projects and chapters in them, civil engineering project management and lean thinking. The theory is written specifically keeping in mind the viewpoint of constructor in the civil engineering industry.

As a result of the thesis perception was made about the use of lean tools and applying them to civil engineering projects and its finishing processes from the viewpoint of a constructor. In addition, checklist was generated about things that were good to notice when defining commercial documents in civil engineering.

ALKUSANAT

Tämän työn valmistuessa myös opintoni ovat päättymässä ja oikeastaan ensimmäistä kertaa aikuisiällä olen sellaisessa tilanteessa, missä minulla ei ole samaan aikaan palkkatyötä ja opintoja hoidettavana.

En olisi päässyt opinnoissani tähän pisteeseen ilman lukuisten ihmisten apua, kiitos teille kaikille. Erityinen kiitos esihenkilölleni Jarmo Paunoselle tsemppaamisesta tämän työn kanssa ja tasaisesta muistuttamisesta työn etenemisestä. Lisäksi haluan kiittää tutkijaopettaja Petri Niemeä työn ammattimaisesta ja joustavasta ohjaamisesta.

Erityinen kiitos perheelleni, Melissalle ja Amalialle siitä, että olette tuoneet uuden tarkoituksen elämäni ja jaksaneet tsemppata minua tämän diplomityön kanssa.

Espoossa 14.3.2023

Aleksi Yletyinen

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Alkusanat

1	Johdanto.....	7
1.1	Tutkimuksen taustaa.....	7
1.2	Tavoitteet ja rajaus	8
1.3	Tutkimuksen metodologia.....	9
1.4	Raportin rakenne	11
2	Rakennushankkeet ja niiden vaiheet	12
2.1	Rakennusprojektit	12
2.2	Rakennushankkeen vaiheet	13
2.3	Rakennusprojektien toteutusmuodot.....	14
3	Projektinhallinta rakennusalalla	21
3.1.1	Projektin kokonaisuuden hallinta.....	21
3.1.2	Projektin laajuuden ja tavoitteiden hallinta	22
3.1.3	Projektin aikahallinta	22
3.1.4	Projektin kustannushallinta.....	23
3.1.5	Projektin laadunhallinta	24
3.1.6	Projektin resurssihallinta.....	25
3.1.7	Projektiviestinnän hallinta	25
3.1.8	Projektin riskienhallinta.....	26
3.1.9	Projektin hankintojen ja sopimusten hallinta.....	26
3.1.10	Projektiosapuolten sitouttaminen ja hallinta.....	27
3.1.11	Projektin turvallisuus ja ympäristönhallinta	27
3.1.12	Projektin taloudellinen hallinta.....	28
4	Lean	29
4.1	Lean filosofia	29
4.2	Lean menetelmät ja työkalut	30
4.2.1	Gemba-läpikävely	30

4.2.2	Arvovirtakuvaus.....	31
4.2.1	PDCA-sykli.....	32
4.2.2	5S	32
4.2.3	Tilannejohtaminen	33
4.2.4	Kanban	34
4.2.5	A3-ongelmanratkaisu	36
4.2.6	5 x Miksi	36
4.2.7	Kata-malli	37
4.2.8	Päiväkokoukset	37
4.2.9	Ishikawa-kaaviot	38
4.2.10	Systeemiarkkityypit	39
4.2.11	Last Planner	40
4.2.12	Big Room.....	42
4.2.13	Työpajatyöskentely	43
4.2.14	Tilaajan tavoitteisiin toimitus	43
4.2.15	Tahtituotanto	45
4.3	Lean rakentamisessa.....	46
5	Tutkimuksen toteutus	47
5.1	Case-esittely	47
5.1.1	Hankeosa 1	51
5.1.2	Hankeosa 2.....	52
5.1.3	Hankeosa 3.....	53
5.1.4	Hankeosa 4.....	54
5.1.5	Hankeosa 5.....	55
5.1.6	Hankeosat 1-5 yhteensä	56
5.2	Haastattelut.....	62
5.2.1	Käytetyt menetelmät	64
5.2.2	Loppuunsaattamisen haasteet	69
5.2.3	Lisää arvoa asiakkaalle	71
6	Johtopäätökset	73
7	Yhteenveto.....	76

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen taustaa

Tämän tutkimustyön taustalla vaikutti varsin yleinen käsitys varsinkin julkisten rakennushankkeiden epäonnistumisesta. Selvitysmies Erkki Virtasen vuonna 2017 tekemä selvitys valtion rahoittamien rakennushankkeiden ongelmien ratkaisemiseksi paljastaa, että rakennushankkeet epäonnistuvat jopa pääsääntöisesti (Hekkala 2017). Rakennushankkeiden haasteena on usein niiden monimutkaisuus. Useat eri osapuolet tai vaihtoehdot voivat aiheuttaa merkittäviä riskejä rakennushankkeiden onnistumiselle (RAKLI, 20217). Virtasen selvityksen mukaan vajavainen suunnittelu sekä projektinjohtotaitojen puute ovat suurimpia syitä ongelman takana (Hekkala 2017).

Huono projektinjohtaminen on erittäin haitallista, koska se muodostaa pullonkaulan koko rakennusalan kehitykselle (Saarinen 2022). Rakennusalan työn tuottavuus on samalla tasolla, kuin 1970-luvulla, vaikka arvonlisäykseen perustuva työtuottavuus on yli nelinkertaistunut teollisuudessa. Palvelualallakin työn tuottavuus on noussut, vaikka ala vaatii paljon työvoimaa. Teknologia on kehittynyt paljon sitten 1970-luvun, mutta rakennusallalla tuottavuus ei ole noussut. (Lohilahti 2017)

Pienikin kehitysloikka rakennusallalla olisi merkittävä huomioiden rakennusalan koon kansallisella tasolla ajatellen. Esimerkkinä vuonna 2020 rakentamisen osuus Suomen bruttokansantuotteesta oli noin 8 prosenttia ja rakennusinvestoinnit kattoivat noin 60 prosenttia kaikista investoinneista (Vainio & Nippala, 2021, 2).

Mahdollisuus analysoida keskenään samankaltaisten ja saman aikaisesti toteutettujen hankkeosien dataa on kiehtovaa. Tämän tutkimuksen case-esimerkin hankeosat on rakennettu hyvin pitkälti samaan aikaan ja ovat peruseriaateiltaan hyvin samankaltaisia, joten ne ovat keskenään rakennushankeosiksi hyvinkin vertailukelpoisia. Toki on monta asiaa, mitkä täytyy huomioida eroavaisuuksina niiden välillä. Harvoin silti päästään paneutumaan miljardi-luokan megahankkeen rakentamiseen ja sen toteumadataan.

Rakentamisessa moni ongelma kulminoituu aikatauluun. Aikataulun pettäessä kustannukset kasvavat ja laatukin kärsii aikataulua kirittäessä. Isoissa hankkeissa on samat ongelmat kuin muissakin rakennushankkeissa eli kustannusten ja aikataulun pitäminen. Isoissa ja moniulotteisissa hankkeissa vaikutukset moninkertaistuvat, koska niissä on usein monia päällekkäisiä työvaiheita ja -kohteita. Megahankkeet ovat ainutkertaisia ja niissä voi tulla vastaan haasteita, joita ei olla ennen kohdatta ja tällöin monistettavuutta ja esimerkkiä ei voi hakea muualta. (Saarinen 2022)

Tämä tutkimus on Sweco PM Oy:lle toimeksiantona tehty selvitystyö. Työ toteutetaan analysoimalla kvantitatiivisesti case-esimerkkihankkeen aikana laaditut virhe- ja puutehavainnot. Case-esimerkkihankkeessa on ollut käytössä tilannejohtamisen konsepti minkä ansiosta dataa rakentamisaikaisesta toteutumisesta on runsaasti. Virhe- ja puutehavaintomäärien analysoinnin jälkeen tutkimuksessa haastatellaan hankkeessa työskennelleitä avainhenkilöitä.

1.2 Tavoitteet ja rajaus

Työn tavoitteena on selvittää tapoja, joilla rakennushankkeen loppuunsaattamista voidaan tehostaa ja miten rakentamisen loppuunsaattamista on tehostettu case-esimerkkihankkeessa Hanke X. Työssä perehdytään myös lean-ajatteluun ja -menetelmiin ja ne ovatkin tutkimuksessa avainasemassa johtuen lean ajattelulle ominaisesta jatkuvan parantamisen filosofiasta, jota hyödynnetään paljon rakentamisessa. Lean teoria valikoitui osaksi tutkimusta myös koska haluttiin tutkia miten hyvin hukkaa on pystytty eliminoimaan case-esimerkkihankkeessa. Työssä pyritään selvittämään case-hankkeen projektihenkilöstön haastatteluiden kautta, miten yleistä lean-ajattelun soveltaminen on suomalaisessa rakentamisessa ja miten tuttuja erilaiset lean-menetelmät ovat suomalaisessa rakennuttamisessa.

Tämä työ on rajattu käsittelemään rakennusalaan miljardiluokan hankkeen näkökulmasta. Rakennushankkeita on useita erilaisia ja täytyy huomioida, että tässä työssä esiin nousevat havainnot, ongelmat ja ratkaisut eivät sellaisenaan koske jokaista rakennushanketta. Työssä ei tarkemmin avata mistä hankkeesta tai hankeosista on kyse, eikä hankkeen nimi ole relevantti tutkimuksen kannalta.

Tässä työssä paneudutaan rakentamisen projektinhallintaan erityisesti hankkeen loppuunsaattamisen näkökulmasta. Tutkimuksella pyritään vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

Miten voitaisiin parantaa loppuunsaattamista ja rakennushankkeen viimeistelyä? Miten pulonkautoja voidaan vähentää rakentamisessa ja erityisesti rakennushankkeen loppuunsaattamisessa?

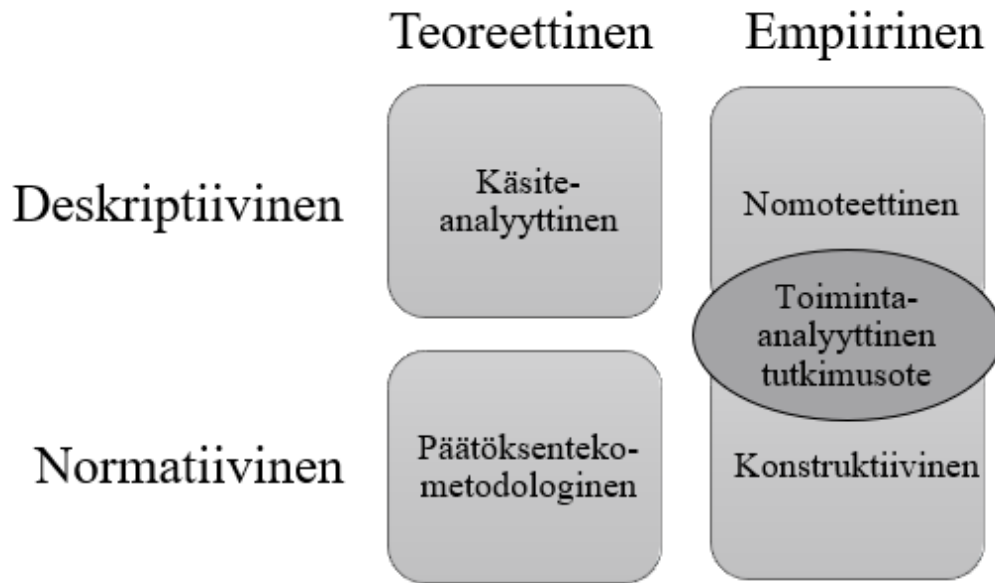
Hanke X valikoitui case-esimerkiksi, koska sen parissa on sovellettu ennakkotiedon mukaan ainakin jonkin verran lean-ajattelua ja toimintatapoja. Hankkeessa X on myös seurattu hankkeen etenemään hyvin tarkasti erilaisilla työkaluilla ja tästä johtuen hankkeen loppuunsaattamisesta on saatavilla kootusti dataa tutkimuksen toteuttamista varten.

Työssä toteutetaan hankkeen parissa työskennelleille haastattelututkimus siitä, miten henkilöt kokivat loppuunsaattamisprosessin. Millaisia parannusehdotuksia heillä olisi loppuunsaattamisen prosessiin, työskentelykäytäntöihin- ja tapoihin, viestintään tai muuhun toimintaan. Haastatteluissa pyritään selvittämään myös lean-menetelmien ja -ajatusmaailman soveltamisesta Hankkeessa X ja miten henkilöt kokivat lean toimintatavan vaikuttavan hankkeen loppuunsaattamisen hallittavuuteen ja onnistumiseen.

Tutkimus on toteutettu analysoimalla kvantitatiivisesti data hankkeen loppuunsaattamisesta. Selityksiä datalle on haettu urakoitsijoiden kuukausittain laatimissa kuukausiraporteista sekä eri hankeosien yleisaikatauluista. Case-esimerkki aineiston perusteella on laadittu tutkimuskysymykset ja haastateltu hankkeeseen osallistuneita rakentamisvaiheessa erilaisissa rakentamisen ja hankkeen johdon parissa toimineita henkilöitä. Haastattelut suoritetaan puolistrukturoituna teemahaastatteluina. Haastatteluja ei haluttu rajata ennalta liikaa ja puolistrukturoitu teemahaastattelu toimi tässä yhteydessä hyvin. Case-esimerkki on valmistunut ja hankeorganisaatio purettu. Ennako-oletuksena oli, että suurimmaksi ongelmaksi haastattelujen osalta osoittautuisi kiireiset avainhenkilöt.

1.3 Tutkimuksen metodologia

Neilimo ja Näsi ovat luoneet suomalaisessa liiketaloustieteessä yleisesti käytetyistä tutkimusotteista nelikentän. Nelikenttä jakautuu kahdella tavalla: teoreettiseen ja empiiriseen tutkimusotteeseen sekä deskriptiivisiin ja normatiivisiin tutkimusotteisiin. (Neilimo & Näsi 1980, 31). Nelikenttää on usein täydennetty vielä konstruktiiivisella tutkimusotteella. (Kasanen, Lukka & Siitonen 1991, 317). Kuvassa 1 esitetään liiketalouden eri tutkimusotteet nelikentässä.



KUVA 1. Liiketaloustieteen tutkimusotteiden jaottelu nelikenttään (Kasanen, Lukka & Siitonen 1991, 317)

Teoreettinen tutkimus tarkastelee tieteenalojen käsitteitä, näkökulmia sekä alan teoriaa ongelman ratkaisemiseksi. Empiirinen tutkimus taas keskittyy reaalimaailman tapahtumiin, joita pyritään ymmärtämään hakemalla tietoa systemaattisilla menetelmillä (Uusitalo 1991, 60). Deskriptiivinen tutkimus puolestaan pyrkii kuvailemaan erilaisia ilmiöitä luomalla käsitteitä ja käsittelemällä prosesseja sekä esittämällä korrelaatioita ja kausaalisuhteita. Normatiivisessa tutkimuksessa pyritään löytämään tuloksia, joita voidaan hyödyntää ohjeina toiminnan kehittämisessä tai suunnitellussa uutta toimintaa. (Olkkonen 1993, 24)

Tämä tutkimus pohjautuu vahvasti empiriaan, mutta sisältää ominaisuuksia sekä deskriptiivisestä ja normatiivisesta tutkimusotteesta. Kuvan 1 liiketaloustieteen tutkimusotteiden jaottelu nelikenttään mukaisesti tutkimusotteeksi voidaan havaita toiminta-analyyttinen tutkimusote.

Tutkimusmenetelmät voidaan luokitella kvantitatiiviseen eli määrälliseen ja kvalitatiiviseen eli laadulliseen tutkimukseen. Kvantitatiivinen menetelmäsuuntaus perustuu kohteen kuvaamiseen ja tulkitsemiseen tilastojen ja numeroiden avulla. Kvalitatiivinen menetelmä usein perustuu tulkinnalliseen lähestymistapaan ja se pitää sisällään ryhmän hyvinkin erilaisia tutkimustapoja. Näitä tutkimustapoja yhdistää pyrkimys ymmärtää ihmisten toiminnan tavoitteet, motiivit ja taustalla vaikuttavat syyt. Kvalitatiivinen tutkimus pyrkii usein teleologisiin selityksiin, eli vastaamaan minkä tähden ja mitä varten –kysymyksiin. Kvantitatiivinen

tutkimukselle on tärkeää ilmiöiden kausaalisuhteiden eli syy-seuraussuhteiden selvittäminen. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa pyritään keräämään objektiivista tietoa tarkoin rajatusta kohteesta ja hyödyntämään tietoa numeerisin menetelmin. (Niskanen 2010, 38–75)

Tämä tutkimus sisältää elementtejä molemmista tutkimusmenetelmistä. Kohdan 5.1 Case-esittely on laadittu kvantitatiivisella tutkimusotteella, mutta muuten työssä on käytetty kvalitatiivista tutkimusotetta. Tutkimuksen painoarvo on selkeästi painotettu kvalitatiivisen tutkimukseen.

1.4 Raportin rakenne

Tämä tutkimus koostuu varsinaisesti seitsemästä luvusta, jotka on esitetty kuvassa 2. Ensimmäinen osio on johdanto. Johdannossa käydään läpi työn taustaa sekä työlle asetetut tavoitteet ja merkittävimmät rajaukset. Lisäksi johdannossa käydään läpi tutkimusmetodologia.

Työn toisessa osiossa käydään läpi perusteet läpi rakennushankkeen kulusta ja osapuolista. Lisäksi osiossa esitellään rakennushankkeiden tyypillisimmät toteutusmuodot ja niiden ominaispiirteet.

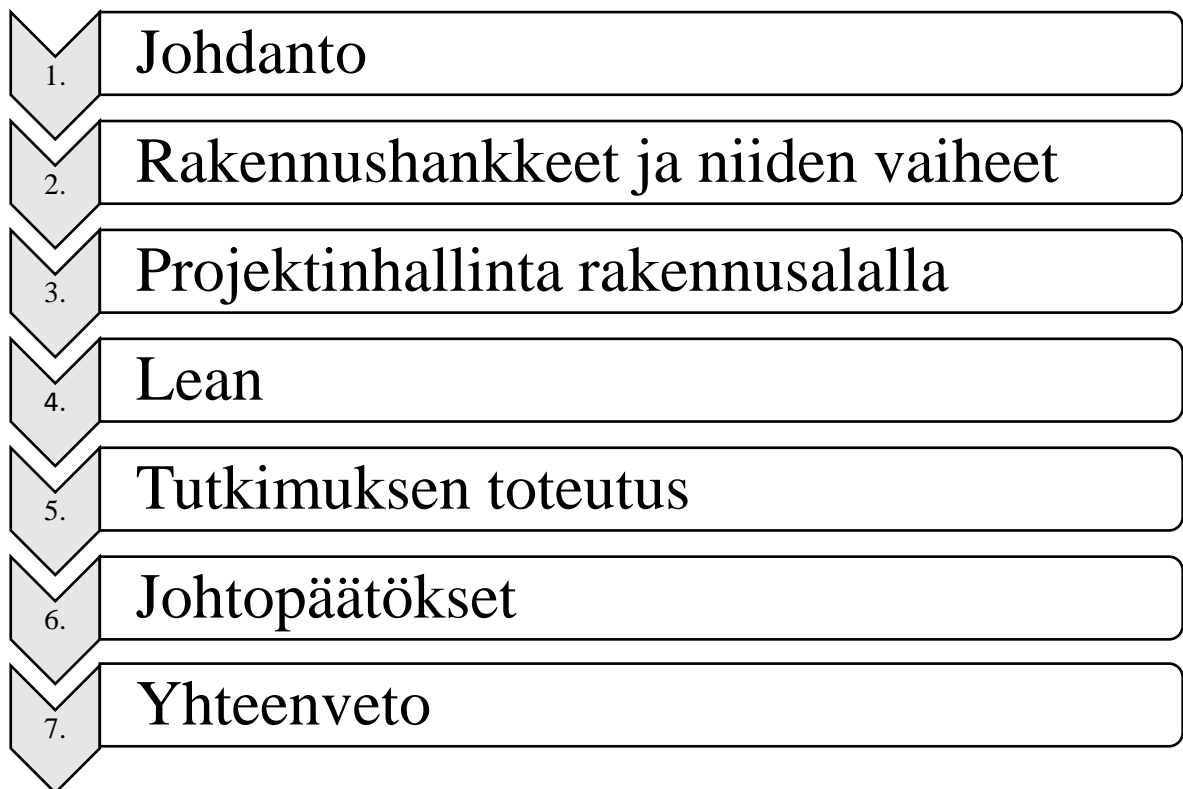
Tutkimuksen kolmas osio käsittelee rakennushankkeen johtamiseen liittyvää teoriaa. Tämä antaa lukijalle perustiedot *Construction Extension To The PMBOK Guide* teoksen mukaisesta hankkeen osittelusta.

Työn neljäs osuus koskee lean-ajattelua ja yleisimpiä lean-menetelmiä. Osuudessa kuvataan leania filosofiana sekä luodaan lukijalla ymmärrys, siitä mistä lean-ajattelussa on kyse ja esitellään yleisimpiä lean-menetelmiä ja -työkaluja. Lisäksi osiossa perehdytään lean-ajattelun soveltamiseen rakentamisessa.

Tutkimuksen viidennessä osiossa tutkimus etenee teoriaosuudesta empiriaosuuteen. Viides osuus on kaksiosainen. Ensimmäisessä osassa on case-esittely ja se sisältää paljon kvantitatiivista aineistoa koskien case-esimerkkihanketta, Hanke X. Osiossa käydään läpi case-esimerkkihankkeen eri hankeosien ja koko hankkeen loppuunsaattamisen toteumatiedot sekä esitellään Congrid-järjestelmä mitä on käytetty hankkeen virhe- ja puutehavaintojen laadintaan ja hallintaan.

Tutkimuksen viidennen osion toinen osa käsittelee tutkimuksessa toteutettuja haastatteluja. Osiossa käydään läpi case-esimerkkihankkeessa työskennelleille tarkkaan valikoiduille henkilöille tehdyt puolistrukturoidut teemahaastattelut sekä haastatteluissa esiin nousseet asiat.

Tutkimustyön kuudennessa osiossa esitellään työn kannalta merkittävimmät tulokset ja niiden perusteella tehdyt johtopäätökset. Tämän jälkeen viimeisessä luvussa, luvussa seitsemän esitetään työstä koottu ytimekäs yhteenveto.



Kuva 2. Tutkimuksen rakenne

2 Rakennushankkeet ja niiden vaiheet

2.1 Rakennusprojektit

Rakennusprojektit vaihtelevat suuresti tyyppin, koon, keston ja kustannusten osalta, tästä johtuen projektien elinkaaret ja toteutustavatkin vaihtelevat suuresti. Rakennusprojektien yksityiskohdat saattavat erota huomattavasti toisistaan, eri rakennuksilla tai rakennelmilla on

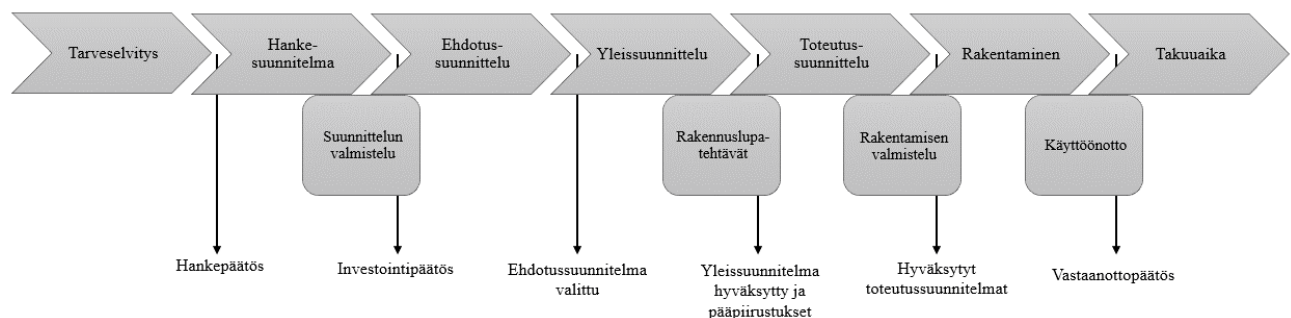
erilaiset vaatimukset ja hankkeiden toteutusmuodoissa ja sopimuksissa on suuria eroja. (Project Management Institute 2016, 1)

Erilaiset rakennusprojektit sisältävät lukuisia erityyppisiä projekteja, tavoitteita ja ratkaisuja. Ratkaisut riippuvat laeista ja niiden tulkinnasta, taloudellisesta arvioinnista ja ympäristön vaatimuksista. Rakennusprojektien sijainnit vaihtelevat ja jokaiselle sijainnilla on omat geologiset ja hydrauliset erityispiirteensä ja nämä saattavat vaikuttaa päätöksentekoon huomattavasti. (Project Management Institute 2016, 10)

Rakennusprojektit voidaan luokitella monella eri tavalla kuten käyttötarkoituksen mukaan (asuintalo, silta, tehdas) tai erikoistumisen mukaan (öljy, kaasu, kiinteistö). (Project Management Institute 2016, 10)

2.2 Rakennushankkeen vaiheet

Rakennushankkeen vaiheet jakautuvat kahdeksaan vaiheeseen, joita ovat: tarveselvitys, hankesuunnittelu, ehdotussuunnittelu, yleissuunnittelu, toteutussuunnittelu, rakentaminen, käyttöönotto, takuu aika. Osassa hankkeissa on myös erillinen kehitysvaihe, jossa erillinen toimija on mukana kehittämässä hanketta ilman että tilaaja on sitoutunut hankkeeseen tai yhteistyöhön pidemmällä tähtäimellä toimijan kanssa. (RT 10-11224 2016, 1)



Kuva 3. Rakennushankkeen vaiheet (RT 10-11224 2016, 1)

Tarveselvityksessä rakennushankkeen tarpeellisuus perustellaan ja tutkitaan tarvittavat tilat tai muutostarpeet. Vaatimukset hankkeelta ja käyttömahdollisuudet kartoitetaan ja arvioidaan sekä vaihtoehtoisten ratkaisujen edullisuus tutkitaan. Tarveselvityksessä tehdään

hankepäättös, mikäli hankkeen edistämistä päätetään jatkaa ja näin edetään hankesuunnitteluun. (RT 10-11284 2017, 1)

Hankesuunnittelussa rakennushankkeelle asetetaan tarkat laajuus-, toimivuus-, laatu-, kustannus-, ajoitus- ja ylläpitotavoitteet sekä tehdään tarvittavat selvitykset, joiden lisäksi päätetään alustavasti toteutusmuodosta. Hankesuunnitteluvaiheen lopuksi tehdään investointipäättös. Investointipäättöksen jälkeen aloitetaan suunnittelun valmistelu, jossa suunnittelu organisoidaan ja valitaan suunnittelijat. Suunnittelupäättöksen eli suunnittelun käynnistämisen jälkeen edetään ehdotussuunnitteluun, missä kehitetään vaihtoehtoiset ratkaisut tavoitteiden täyttämiseksi. Ehdotussuunnittelun jälkeen valitaan ehdotussuunnitelma minkä pohjalta aloitetaan yleissuunnittelu, jossa ehdotussuunnitelma jalostetaan toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Yleissuunnittelusta syntyy yleissuunnitelma ja pääpiirustukset, joiden perusteella hankkeelle haetaan rakennuslupa. Yleissuunnitelmaa kehitetään toteutussuunnitteluvaiheessa rakentamisen ja hankinnan mahdollistaviksi mitoitetuiksi toteutussuunnitelmiksi. (RT 10-11284 2017, 1)

Riippuen hieman toteutumallista voidaan saman aikaisesti yleis- tai toteutussuunnittelun yhteydessä käynnistää rakentamisen valmistelu, jossa rakentaminen organisoidaan ja rakentaminen kilpailutetaan ja laaditaan tarvittavat urakkasopimukset. Tätä seuraa rakentamispäättös, josta edetään rakentamiseen eli suunnitelmien ja sopimuksien mukaiseen toteutusvaiheeseen. Suunnitelmien mukaisuus ja sovittu laatutaso testataan käyttöönottovaiheessa. Rakentamisen valmistuminen todetaan vastaanotossa, josta alkaa takuu-aika, jolloin rakennuksen toimivuutta seurataan ja korjataan mahdolliset puutteet. (RT 10-11284 2017, 1)

2.3 Rakennusprojektien toteutusmuodot

Rakennushankkeen toteutusmuoto kuvaa tapaa hankkia tai kilpailuttaa rakennusprojekti ja sitä prosessia, jolla toteutus ja suunnittelu toteutetaan. Rakennuttaja valitsee rakennusprojektin toteutusmuodon projektin ominaispiirteiden, lähtötietojen ja omien resurssiensa perusteella. Toteutusmuoto määrää miten rakennusprojektin tehtävät, riskit ja hyödyt jaetaan osapuolten kesken. (RT 10-11223 2016, 1)

Projektin toteutustapa riippuu projektiympäristöstä. Vaikuttavia tekijöitä on useita, kuten rakennettavan rakennelman koko ja tyyppi, viranomaisten asettamat vaatimukset, tilaajan

ydinosaamisalueet, tilaajan ymmärrys rakentamisesta ja käytettävissä oleva aika. (Project Management Institute 2016, 2). Näiden lisäksi toteutustavan valinnassa tulee huomioida rakennelman tekninen vaativuus, erityisolosuhteet, riskien hallinta, tiedot käyttäjistä sekä markkinatilanne (RT 10-11223 2016, 1).

Toteutusmuodon valinnassa on päätettävä mitä suunnittelu- ja urakkamuotoa käytetään. Suunnittelumuoto määrittelee ehdot, joilla suunnittelijoiden kanssa toimitaan ja millaisessa sopimussuhteessa suunnittelijat ovat tilaajaan, toisiinsa ja muihin hankkeen osapuoliin. Suunnittelutoimeksiannoissa. (RT 10-11223 2016, 2)

Suunnittelumuodot tarkoittavat erilaisia tapoja hankkia suunnittelua. Suunnittelumuodot jaetaan tyypillisesti kolmeen eri muotoon, joita ovat: kokonaissuunnittelu, jaettu suunnittelu ja ositettu suunnittelu. Kokonaissuunnittelussa rakennuttaja solmii ainoastaan yhden suunnittelusopimuksen ja kokonaissuunnittelija vastaa suunnittelusta omalla henkilöstöllään tai hankkii eri alojen suunnittelun ja ottaa vastuun heidän työstään. Jaetussa suunnittelussa suunnittelijoita on useita ja he ovat jokainen suorassa sopimussuhteessa tilaajaan. Tyypillisesti jaettu suunnittelu on jaettu eri tekniikka-alojen mukaisiin kokonaisuuksiin. Ositetussa suunnittelussa saman suunnittelualan tehtäviä on ajettu useamman suunnittelijan kesken tai osa suunnittelusta on siirretty urakoitsijan vastuulle. Yksi ositetun suunnittelun muodoista on tuoteosakaupat, joissa toimittaja vastaa tuotteen toteutussuunnittelusta. (RT 10-11223 2016, 3)

Käytettyjä urakkamuotoja on useita erilaisia. Urakkamuodot jaetaan viiteen eri kategoriaan, joita ovat: suunnittele ja rakenna -muodot, pääurakkamuodot, projektinjohtomuodot, yhteisvastuumuodot ja elinkaarivastuumuodot. Urakkamuodot ja niiden luokittelutiedot sopimussuunnittelun tasosta, vastuusta suunnitelmista ja päätöksistä koskien aliurakoitsijoita on esitetty alla taulukossa 1. (RT 10-11223 2016, 3)

	Urakka- muoto	Sopimuksen suunnitelmat	Vastuu suunnitelmista	Päätökset aliurakoitsijoista
Suunnittele ja rakenna -muodot	SR-urakka	Hanke- tai ehdotussuunnitelma	Toteuttaja	Toteuttaja
	Teknisten ratkaisujen urakka	Ehdotus- tai yleissuunnitelma	Vastuu siirtyy toteuttajalle	Toteuttaja
Pääurakkamuodot	Kokonaisu-urakka	Yleis- tai toteutus-suunnitelma	Rakennuttaja	Toteuttaja
	Jaettu urakka	Yleis- tai toteutus-suunnitelma	Rakennuttaja	Toteuttaja
Projektinjohtomuodot	PJ-urakka	Hankkeen mukaan päätettävä	Rakennuttaja tai vastuu siirtyy toteuttajalle	Rakennuttaja
	PJ-palvelu	Hanke- tai ehdotussuunnitelma	Rakennuttaja	Rakennuttaja
	PJ-rakennuttaminen	Yleis- tai toteutus-suunnitelma	Rakennuttaja	Rakennuttaja
Yhteisvastuumuodot	Hankkumppanuus	Hankkeen mukaan päätettävä	Yhteinen	Yhdessä
	Projektiallianssi	Hankesuunnitelma	Yhteinen	Yhdessä
Elinkaarivastuumuodot	Elinkaariurakka (PPP)	Ehdotussuunnitelma	Toteuttaja	Toteuttaja

Taulukko 1. Toteutusmuodot ja niiden pääpiirteet (RT 10-11223 2016, 2)

- Suunnittele- ja rakenna -muodot
 - SR-urakka
 - Teknisten ratkaisujen urakka

Suunnittele ja rakenna -urakkamuodoissa urakoitsija suunnittelee ja toteuttaa rakennusprojektin. Riippuen toteutusmuodosta urakkasopimus laaditaan urakoitsijan kanssa eri valmiusasteen suunnitelmilla. Urakoitsija suunnittelee tai suunnitteluttaa ratkaisun, jolla rakennuttajan asettamat vaatimukset täyttyvät. Urakoitsijan tarjous perustuu yleisratkaisuihin, joiden vertailu tehdään ennalta määriteltyjen tavoitteiden perusteella. Urakkamuodoissa, jotka sisältävät suunnittelua tulee rakennuttajan osata määritellä haluamansa laatu- ja

toteutusvaatimukset hyvinkin tarkasti sillä, mikäli laajuus tai laatu nousevat kesken rakennusprojektin myös urakoitsijalle maksettavan korvauksen määrä nousee. Samalla erilaisille suunnitteluratkaisuille on myös jätettävä joustovaraa, jotta urakoitsija voi ehdottaa erilaisia toteutusratkaisuja, näin suunnittelu on mielekästä ja järkevää sisällyttää urakoitsijan tehtäviin. (RT 10-11223 2016, 4)

Suunnittele ja rakenna (SR) -urakka, joka tunnetaan myös nimillä kokonaisvastuurakentamisurakka (KVR) ja Design and build -urakka (DB). SR-urakassa rakennuttaja tekee yhden sopimuksen urakoitsijan kanssa. Urakkasopimus kattaa rakennusprojektin suunnittelun ja toteuttamisen. SR-urakan tavoitteilla tarjouskilpailu vaiheessa on merkitsevä rooli hankkeen suunnitteluratkaisuissa ja sitä kautta myös toteutuksessa ja lopputuotteessa. (RT 10-11223 2016, 4)

- Pääurakkamuodot
 - Kokonaisurakka
 - Jaettu urakka

Pääurakkamuodoissa rakennuttaja palkkaa päätoteuttajan vastaamaan rakentamisesta kokonaisuutena. Pääurakkamuodoissa rakennuttaja vastaa rakennushankkeen suunnittelusta ja suunnittelun kustannusohjaus pitkälti määrittää rakentamisen kustannukset. Urakoitsijoiden kanssa laaditaan sopimukset toteutussuunnitelmien perusteella, joissa toteutusratkaisut on jo päätetty. Se luo pääurakkamuodoille oman haasteensa, koska tällöin urakoitsijoiden asiantuntemusta ei pystytä hyödyntämään suunnitelmien kehittämisessä täysimääräisesti. (RT 10-11223 2016, 5)

Kokonaisurakka sopii parhaiten tavanomaisiin rutiinikohteisiin, joissa on vähän epävarmuustekijöitä. Rakennuttajan tavoitteiden tulee olla määritelty selkeästi ja hanke tulee olla suunniteltu riittävän pitkälle ennen urakoitsijan valintaa tai käytettävä yksikköperusteisia maksuperusteita. Rakennuttaja solmii ainoastaan yhden urakkasopimuksen pääurakoitsijan kanssa. Rakennuttajan ohjaus rakentamiseen kulkee pääurakoitsijan kautta. Pääurakoitsija hankkii mahdolliset aliurakoitsijat ja ottaa vastuun myös heidän työstään. (RT 10-11223 2016, 5)

Sopivuutensa ja ominaisuuksiensa myötä jaettu urakka muistuttaa paljon kokonaisurakkaa. Jaetussa urakassa rakennuttaja vaikuttaa rakentamiseen pääurakoitsijan lisäksi myös sivu-

urakoitsijoiden kautta, joiden molempien kanssa rakennuttaja on sopimussuhteessa ja työmaanjohtamisesta sovitaan heidän välillään alistamissopimuksella. Jaettu urakka on vahvasti rakennuttajajohtoista, tyypillisesti siinä rakennuttaja kontrolloi kaikkea suunnittelua ja kehittämistä. Rakennuttaja määrittää eri urakoiden väliset vastuut ja yhteensovituksen menetelmät. Lisäksi rakennuttaja vastaa urakoiden jakamisesta, niiden sisällöstä sekä urakkaraajoista. Kukin urakoitsija vastaa omasta ja omien aliurakoitsijoidensa työstä. (RT 10-11223 2016, 5)

- Projektinjohtomuodot
 - PJ-urakka
 - PJ-palvelu
 - PJ-rakennuttaminen

Projektinjohtomuodoissa projektinjohtototeuttaja johtaa rakennushanketta yleensä tiiviissä yhteistyössä rakennuttajan kanssa ja rakennustyö jaetaan useisiin erillisiin hankintoihin, joiden kilpailutus tehdään suunnittelun ja rakentamisen edetessä. Näin mahdollistetaan suunnittelun, hankintojen ja rakentamisen yhdistäminen ja ajallinen limitys. Urakan jakamisella ja suunnittelun ja rakentamisen limityksellä saadaan aikaan aikataulusäästöjä. (RT 10-11223 2016, 6)

Projektinjohtourakassa eli PJ-urakassa lopullinen päätösvalta koskien suunnittelua ja hankintoja on rakennuttajalla. Suunnittelusopimukset voidaan laatia rakennuttajan tai projektinjohtourakoitsijan (PJ-urakoitsija tai PJU) nimiin ja hankintasopimukset tehdään PJ-urakoitsijan nimiin. PJ-urakoitsija asettaa henkilöstön johtamaan hanketta ja vastaamaan hankkeen toteutussuunnittelua hankinnan ja rakentamisen asiantuntijana. Myös rakennuttajalta edellytetään vahvaa osaamista ja panostusta. PJ-urakoissa sovitaan erikseen urakoitsijan taloudellisista riskeistä hankkeen suhteen ja yleensä määritetään PJ-urakalle tavoitehinta. PJ-urakat voidaan toteuttaa pääurakkamuotojen tapaan kokonais- tai jaettuna urakkana. Eroavaisuutena niihin on suunnittelun ja rakentamisen limitys sekä rakennuttajan vahva osallistuminen hankintoihin. (RT 10-11223 2016, 6)

Projektinjohtopalvelussa eli PJ-palvelussa konsultti toimii projektin päätoteuttajana ja vastaa mm. urakoiden kilpailuttamisesta, projektinjohtotehtävistä sekä valvonnasta riippuen konsulttitoimeksiannossa sovitusta. Urakkasopimukset laaditaan rakennuttajan nimiin ja näin taloudellinen vastuukin on rakennuttajalla. Koska hankinnat tehdään rakennuttajan

nimiin saattaa tämä julkisissa hankinnoissa hidastaa toteutusta. Rakennuttaja vastaa mallissa myös suunnittelusta. (RT 10-11223 2016, 6)

Projektinjohtorakennuttamisessa eli PJ-rakennuttamisessa rakennushanke hankitaan ja toteutetaan useana erillishankintana ja -urakkana, joista jollekin sisällytetään päätoteuttajan vastuut. Urakkasopimukset tehdään rakennuttajan nimiin, joten malli samoin kuin PJ-palvelu ei sovellu parhaiten käytettäväksi julkisiin hankintoihin johtuen sopimusten mahdollisesta suuresta määrästä. Rakennuttaja vastaa suunnittelun ja rakentamisen onnistumisesta ja pilkkomisesta urakoihin ja urakoitsijat vastaavat omasta osaurakastaan rakennuttajan kanssa sovitun mukaisesti. (RT 10-11223 2016, 6)

- Yhteisvastuumuodot
 - Hankekumppanuus (Project Partnering, PP)
 - Projektiallianssi (PA)

Yhteisvastuumuodot soveltuvat parhaiten käytettäväksi suuriin ja monimutkaisiin rakennushankkeisiin, jotka sisältävät paljon riskejä ja erilaisia mahdollisuuksia. Yhteisvastuumuodossa sopimuksen tarkoituksena on poistaa esteitä osapuolten välistä ja tiivistää näin yhteistyötä hankkeen osapuolten välillä. Hankkeen osapuolet vastaavatkin yhdessä suunnittelusta, rakentamisesta, aikataulusta ja kustannuksista, näin pyritään saamaan aikaan tilanne, jossa parhaan mahdollisen lopputuloksen aikaansaaminen on kaikkien osapuolten yhteinen intressi. Yhteisvastuumuodot jakaantuvat yleensä eri vaiheisiin, joita ovat tyypillisesti kehitysvaihe, toteutusvaihe ja ylläpitovaihe. Yhteisvastuumuotoja ovat mm. hankekumppanuus ja projektiallianssi sekä edellä mainittujen erilaiset sovellukset. (RT 10-11223 2016, 7)

Hankekumppanuudessa yhteisiä päämääriä tavoitellaan yhteisten tavoitteiden, sopimusmallien ja jatkuvan parantamisen filosofian kautta. PP-hankkeista voidaan laatia yhteisen monen osapuolen sopimus, jossa määritellään yhteiset tavoitteet sekä kannustimet ja sanktiomenetelmät, osapuolet pystytään ottamaan mukaan hankkeeseen jo hyvissä ajoin ennen suunnittelun käynnistämistä. Hankekumppanuus mahdollistaa hyvän rakennuskustannusten ennustamisen, koska suunnittelun ja toteutuksen välistä muutostöiden määrää on helpompi hallita toteuttajan ollessa selvillä jo suunnitteluvaiheessa. Mallissa vastuunjako on vastaava kuin perinteisissä projektinjohtomalleissa eikä riskejä yleensä siirretä tai jaeta osapuolien kesken. (RT 10-11223 2016, 7)

Projektiallianssi on yhteisvastuullinen projektinhallintamuoto, joka soveltuu käytettäväksi parhaiten laajoihin ja vaativiin hankkeisiin, joissa lähtötiedot ovat epäselviä ja aikataulu on tiukka, koska hankkeen laajuutta ja suunnitelmia pystytään tarkentamaan hankkeen edetessä. Projektiallianssin eduksi on perusteltu sen sopimusmallia mikä kannustaa tiiviiseen yhteistyöhön ja auttaa hallinnoimaan yllättäviä riskejä. (RT 10-11223 2016, 7)

Projektiallianssin kaikki osapuolet tekevät yhteisen allianssisopimuksen ja vastaavat siitä toisilleen, mutta allianssi ei ole oikeushenkilö, joten allianssin ulkopuoliset tahot ovat sopimussuhteessa johonkin allianssin osapuoleen. Yleisimmin allianssin muodostavat rakennuttaja ja päätoteuttaja sekä pääsuunnittelija, mutta siihen voi kuulua myös muita osapuolia kuten käyttäjä, rakennuttajakonsultti, tekniset suunnittelijat sekä eri urakoitsijoita. (RT 10-11223 2016, 7)

- Elinkaarivastuumuodot
 - Elinkaariurakka (Public-Private Partnership, PPP)

Yleensä elinkaarimalli määritellään julkisen ja yksityisen toimijan välisenä yhteistyönä. Elinkaarimallissa urakoitsijalle tai palveluntuottajalle siirretään yhdellä sopimuksella vastuu rakennusinvestoinnista ja siihen liittyvistä palveluista tietyksi sopimusjaksoksi, yleensä kymmeniksi vuosiksi. Elinkaarimalli onkin SR-urakan eräänlainen laajennettu malli. Mallissa palveluntuottaja vastaa vähintäänkin rakennuksen suunnittelusta, rakentamisesta ja ylläpitopalveluista rakennuttajan tekemän lopputuotemäärittelyn mukaisesti. Elinkaarimalli sopii erityisesti suuriin hankkeisiin, koska muodon sopimukset ovat raskaita ja tarjousvaiheen kustannukset ovat monesti suuret. Tämä johtuu siitä, että elinkaarimuodossa sopimusaika on pitkä ja riskit muuttuvat läpi sopimuskauden. Riskien tunnistaminen ja niihin varautuminen on elinkaarihankkeen onnistumisen kannalta ensiarvoisen tärkeää. (RT 10-11223 2016, 8)

- Sovellukset ja hybridimuodot

Edellisten lisäksi on myös lukuisia edellä esitettyjen urakkamuotojen välimuotoja, kuten integroitu projektitoimitus, joka muistuttaa hyvin paljon allianssia. Lisäksi on olemassa lukuisia erilaisia hybridimuotoja, joissa rakennuttaja on ottanut käyttöön osia yhteisvastuumalleista koskien yleensä yhteistä vastuuta tai yhteistyötä. Hybridimallit pyrkivät lisäämään rakennushankkeiden yhteistoiminnallisuutta pienentämällä siirtymää yhteisvastuurakentamiseen. (RT 10-11223 2016, 8)

3 Projektinhallinta rakennusalalla

Yleensä rakennusalalla käytetään yleisesti hyväksi havaittuja projektin johtamisen keinoja. Kyseiset käytännöt tekevät rakennusalasta ainutlaatuisen. Rakennusalalla projektin johtajalta ei riitä, että hän tietää mitä tilaaja tarvitsee. Rakennusalalla projektinjohtajan täytyy tuntea kuinka alan käytännöt toimivat ja miten tiettyjä rakennustekniikoita hyödynnetään. Rakennusprojektin, siinä missä muunkin projektin johtaminen voidaan jakaa useaan eri hallittavaan kokonaisuuteen. (Project Management Institute 2016, 19)

Projektinhallinnan kokonaisuudet jaotellaan teoksessa *construction extension to the pmbok guide* 12 osaan seuraavasti (Project Management Institute 2016):

- Projektin kokonaisuuden hallinta
- Projektin laajuuden ja tavoitteiden hallinta
- Projektin aikahallinta
- Projektin kustannushallinta
- Projektin laadunhallinta
- Projektin resurssihallinta
- Projektiviestinnän hallinta
- Projektin riskienhallinta
- Projektin hankintojen ja sopimusten hallinta
- Projektiosapuolten sitouttaminen ja hallinta
- Projektin turvallisuus- ja ympäristöhallinta
- Projektin taloudellinen hallinta

3.1.1 Projektin kokonaisuuden hallinta

Rakennusprojektit vaativat kokonaisvaltaista lähestymistapaa. Tämä johtuu rakennusprojektien yleisestä luonteesta. Tavallisesti rakennusprojektit ovat luonteeltaan yleensä nopea tahittisia ja kustannusherkkiä, tämä johtuu monesti projektien monimutkaisuudesta. Tilaajien haasteita ovat maantieteelliset ja kulttuuriset rajoitteet yhdessä projektien monimutkaisten

rahoituskuvioiden ja riskien hallinnan kanssa. Tuon kaltaiset haasteet luovat pakottavan tarpeen yhdistää projektinhallinta. (Project Management Institute 2016, 21)

Yhdistetyllä projektihallinnalla vältetään epäjohtonmukaisuuksia eri toimijoiden välillä. Tilaaajan on heti projektin alussa huomioitava projektin kokonaisuuden hallinta, koska hankinta ja urakoitsijan valinta alkaa heti projektin alussa ja tilaaja tarvitsee erityisosaamista suunnitteluun, kehitykseen sekä rakentamiseen. (Project Management Institute 2016, 21)

3.1.2 Projektin laajuuden ja tavoitteiden hallinta

Projektin laajuuden ja tavoitteiden hallinta alkaa projektin elinkaaren alussa ja kehittyy jatkuvasti läpi projektin alkuvaiheiden. Projektin suunnittelulla ja määrittelyllä on suuri merkitys, koska samalla on suurin mahdollisuus vaikuttaa kustannusten määräytymiseen. Tilaaajan vaatimukset, sopimukset ja eri asteiset suunnitelmat tarkennuksineen tulisi käydä tarkasti läpi projektin laajuuden ja tavoitteiden hallinnan yhteydessä. Projektin laajuudelle tulisi määrittää baseline-arvo, jotta muutosten hallinta ja seuraaminen helpottuvat läpi rakennusprojektin. (Project Management Institute 2016, 21)

Projektin laajuuden ja tavoitteiden seurannalla ja hallinnalla on erityinen rooli, koska rakennusprojektissa todennäköisyys muutoksille on merkittävä. Muutokset voivat helposti suistaa projektin sivuraiteille kuten aikataulusta myöhästymiseen tai kustannusten ylittymiseen. Laajuuden ja tavoitteiden varmistaminen on tehokas prosessi yhdessä laajuuden hallinnan kanssa. (Project Management Institut 2016, 21)

3.1.3 Projektin aikahallinta

Projektin aikahallinta on kriittistä projektin onnistumisen kannalta. Rakentamisen kannalta on ensisijaisen tärkeää, että rakentaminen tapahtuu sille varatussa aikataulussa, on yleensä myös urakkasopimuksissa tiukat aikarajoitteet rakennusajalle. Aikataulun hallinta on isossa roolissa, koska tyypillisessä rakennusprojektissa on suuri määrä erillisiä urakoitsijoita ja tarvarantoimittajia, joiden työt ovat tiukasti järjestettävä peräkkäin. (Project Management Institute 2016, 21)

Suurin osa rakennusprojekteista painottaa projektin saamista ajoissa valmiiksi ja urakka sopimuksissa on monesti urakka-ajan ylityksistä vaadittava sopimussakko. Projektin aikahallinnasta on muotoutunut tarkka tekninen aikataulusprosessi. Projektiaikataulut laaditaan yleensä sisältäen todella tarkkoja yksityiskohtia, jolloin mahdollisuus tunnistaa myöhästymiset projektiaikataulussa on suurempi. Yhdessä tarkkojen arvioiden kanssa viivästyksen syystä myös vastuulliselle viivästykselle voidaan määritellä. (Project Management Institute 2016, 21)

Aikataulusuunnittelu on erittäin tärkeässä roolissa johtuen rakennusprojektille luonteenomaisista epävarmuuksista. Projektin suunnitteluvaiheessa tehtävät määritellään, asetetaan järjestykseen ja niiden kesto sekä tarvittavat resurssit arvioidaan ja eri tehtävien kriittisyys määritellään. Aikahallinnan yksityiskohtaisuus korostuu sidosryhmien määrän kasvaessa. Monissa projekteissa riskinä on, että projekti ei valmistu ajoissa johtuen puutteellisesta aikataulun laatimisesta ja hallinnasta. (Project Management Institute 2016, 21)

Aikataulun seurantavaiheessa on tärkeää luoda mekanismit, joilla havaitaan ja ilmaistaan poikkeamat baseline-arvosta ja tunnistetaan tarve korjaaville liikkeille, joilla päästään takaisin aikatauluun. Yhteensovitetut aikataulut luovat uniikkeja haasteita, mutta ovat elintärkeitä onnistuneen projektin kannalta. Erilaiset pöytäkirjat kuten työmaapäiväkirjat ovat tärkeitä työkaluja aikataulun hallinnassa. (Project Management Institute 2016, 21)

3.1.4 Projektin kustannushallinta

Projektin kustannushallinta on elintärkeä rakennusprojektin onnistumisen kannalta, koska se vaikuttaa organisaation kannattavuuteen. Projektin kustannushallinta tuo mukanaan päivittäisten projektikulujen hallinnan ja sisältää ainutlaatuisia haasteita johtuen lukuisista sidosryhmistä. Kustannusten arviointi ja budjetointi tehdään projektin suunnitteluvaiheessa. Arviot ovat todella tärkeitä, koska päätökset edetäänkö rakennusprojektissa perustuvat näihin kustannusarvioihin. Kustannusarviot vaihtelet suuresti riippuen rakennusprojektin kokoluokasta aina yhden sivun ylätasolla laaditusta kustannusarviosta yksityiskohtaiseen monituhatta kohtaiseen määrä- ja kustannusarvioon. Riskianalyysi tulisi suorittaa projektin epävarmuuksien tunnistamiseksi, sillä melkein kaikilla havaituilla riskeillä on jonkinlainen taloudellinen vaikutus. (Project Management Institute 2016, 22)

Kustannusten seuraaminen ja hallinta ovat käänteentekevässä roolissa kulujen ennakoinnin ja rajoittamisen parantamisessa pirstoutuneessa ja monimutkaisessa rakennusteollisuudessa. Kunnianhimoisilla megaprojekteilla on riski kustannusten ylittymisiin johtuen tehottomasta kustannusten hallinnasta. Toimivat kulujen hallintamenetelmät vaihtelevat projekteittain vaihdellen käytössä olevan urakkamuodon mukaisesti. Ratkaiseva menestystekijä eli CSF (Critical success factor) kustannusten hallinnassa on kokonaisvaltainen muutostenhallintasuunnitelma. Todelliset kustannukset tarjoavat tilannekuvan projektin tämän hetken kustannustilanteesta, samalla ennustaminen tarjoaa merkkejä projektin budjetissa pysymisestä. (Project Management Institute 2016, 22)

3.1.5 Projektin laadunhallinta

Projektin laadunhallinnan tavoitteena on saavuttaa rakennusprojektissa tilaajan urakkasopimukseen asettama laatutaso. Laadunhallinta on tiiviisti yhdessä turvallisuuden ja ympäristön hallinnan kanssa ja se soveltuu projektin johtamisen muihinkin osa-alueisiin. Rakennusprojekteissa rakentamisen laadunhallinta sisältää sekä laadunhallintaprosessin, että lopputuotteen. Projektin laadunhallinta on erittäin tärkeää kaikille projekteille, rakennusprojekteissa sen tärkeys vieläpä korostuu. (Project Management Institute 2016, 22)

Suunnitteluvaiheessa tarkastetaan rakentamiselle ominaisia dokumentteja, jotka määrittävät vaadittavat laatustandardit, jotta projekti on mahdollista toteuttaa onnistuneesti. Tällaisia dokumentteja on mm. urakkasopimukset, rakennussuunnitelmat ja -tarkennukset. (Project Management Institute 2016, 22)

Toteutusvaiheessa suunnitelmien mukaista toteutumista valvotaan mikä saattaa vaatia pätevoityneen ammattilaisen projektin laatutason ja päämäärän saavuttamiseksi (Project Management Institute 2016, 22).

Valvontavaiheessa tehdään toteumaraportteja, joiden avulla varmistetaan toteutunut työn jälki tai vaaditaan työn uusimista. Työn uusimisella voi olla merkittäviä vaikutuksia projektin kustannuksiin tai aikatauluun. Mitä nopeammin epäkelpo työn jälki havaitaan sitä pienempi, on sen vaikutus ja sitä nopeammin päästään korjaaviin toimenpiteisiin laatutason parantamiseksi. Suunnitteluvaiheessa tulisi tunnistaa korjaavat toimenpiteet työvaiheille, joissa on suurempi riski huonoon työn jälkeen. (Project Management Institute 2016, 22)

3.1.6 Projektin resurssihallinta

Rakennusprojektissa käytetään paljon erilaisia resursseja, kuten ihmisten voimavaroja, koneita ja työkaluja sekä tarvikkeita ja bulkkimateriaalia. Ominaisuudet kuten projektin maantieteellinen sijainti, -tyyppi ja koko ohjaavat resurssien valinnassa, hyödyntämisessä ja vapauttamisessa. (Project Management Institute 2016, 22)

Projektin resurssihallinta kattaa hankintaa, käsittelyä, kauppatavaran kelpoisuuden tarkistamista siinä missä se kattaa henkilöstöhallintaa, ryhmähengen rakentamista sekä vuorovaikutustaitojen hiomista. (Project Management Institute 2016, 22)

Henkilöresurssit, jotka toteuttavat tai johtavat projektitoimia käsittelevät muita resursseja millä luodaan rakennusprojektin lopputuote. Vaadittavien resurssien ja ajan määrä ovat avaintekijöitä kustannus- ja aikatavoitteiden saavuttamisessa. Työn tuottavuutta ja resurssien käyttö suunnitellaan ja toteutumista seurataan aktiivisesti ja tarvittaessa ohjataan. (Project Management Institute 2016, 22)

Projektin saavuttaessa päätöksensä kaikki vapaat tai hyödyntämättömät resurssit kuten ihmiset, materiaalit sekä koneet ja laitteet vapautetaan. vapauttaminen voi olla kallista ja aikaa vievää. Mikäli projektin resurssien vapauttamista ei ole huomioitu projektin suunnitteluvaiheessa voi vapauttamisvaihe muuttaa projektin onnistuneesta katastrofiksi liiketoiminnan näkökulmasta. (Project Management Institute 2016, 22)

3.1.7 Projektiviestinnän hallinta

Projektiviestinnän kenttä on laaja ja monimutkainen. Viestintää tehdään tyypillisesti usealla eri tasolla, jolloin myös viestintäkanavat ja -tavat eroavat toisistaan. Rakennusprojekteihin liittyvässä viestinnässä tunnistetaan omat haasteet viestinnässä, joista syntyy rakennusosalalle ominaisia ohjeita rakennusprojektin viestinnän hallintaan. (Project Management Institute 2016, 23)

Projektin suunnitteluvaiheen käynnistysvaiheessa projektiviestinnän huomioiminen osana projektia on tärkeää projektin onnistumisen kannalta. Viestinnän suunnittelu tulisi tehdä aikaisimmissa projektin vaiheissa niin suunnittelu kuin rakennusprojekteissa. Viestinnän suurimmat huolet koskevat mm. sitä miten tietoa haetaan tai pyydetään ja miten tunnistetaan

mitä informaatiota välitetään sidosryhmille ja millä tavalla. Viestintää toteutettaessa on varmistettava toimiva tiedon luominen ja välittymien eri sidosryhmille. (Project Management Institute 2016, 23)

3.1.8 Projektin riskienhallinta

Projektin riskienhallinnassa rakennusprojektissa toimitaan positiivisten tai negatiivisten mahdollisten tapahtumien välillä koskien rakennus- tai suunnitteluprosessia, lukuisten sidosryhmien intressejä sekä projektin laajuutta. Projektin riskienhallinnan yhteydessä voi törmätä ainutlaatuisiin tapahtumiin koskien sidosryhmiä, lainsäädäntöä tai rahoituslaitoksia. Riskeihin reagointisuunnittelu rakennusprojekteissa on monesti hieman monimutkaisempaa johtuen rakentamiselle tyypillisestä runsaasta aliurakoitsijoiden määrästä. Yksi rakentamiselle toimialana tyypillinen luonteenpiirre on vakuutusten laaja-alainen käyttö pääasiallisena riskien siirtämisen työkaluna, näin hallitaan osaa vastuista. Kaikkien organisaatioiden, yksilöiden ja muiden tahojen, jotka ovat suoraan tai epäsuorasti yhteydessä rakennusprojektiin tulisi arvioida ja päättää riittävästä menettelytavoista vakuutusten suhteen huomioiden heidän tilanteensa. (Project Management Institute 2016, 23)

Riskienhallinta osana projektin valvontaa tulisi kehittää proaktiivisesti ja jatkuvasti läpi projektin elinkaaren varsinkin suurissa rakennusprojekteissa tai jos toimitaan erityisen dynaamisessa ympäristössä (Project Management Institute 2016, 23).

3.1.9 Projektin hankintojen ja sopimusten hallinta

Rakennusprojektit perustuvat suurimmalta osin hankinnoista sopimiseen useiden eri myyjien ja ostajien välillä, tämä sisältää tarvittavan pääoman, laitteiden ja materiaalien hankinnan. Omakotitalon saattaa pystyä rakentamaan muutaman sopimuksen nojalla, mutta suuret megaprojektit saattavat vaatia tuhansia sopimuksia. Hankintojen ja sopimusten hallinnan suunnittelussa ja toteutuksessa keskitytään tarkasti mietittyihin ja rajattuihin sopimuksiin läpi projektin elinkaaren. Hankintojen suunnittelu ja toteuttaminen monissa tilanteissa menee päällekkäin projektin käynnistämisen kanssa koska projektin alustavan laajuuden määrittäminen ohjaa insinööriyön, suunnittelun, urakoinnin, logistiikan, tavarantoimittajien ja konsulttien hankinnassa. (Project Management Institute 2016, 24)

Perusolettamus, että kaikki projektit ovat ainutlaatuisia päätee eritoten rakennusalalla ja koskee myös projektin toimitustapoja ja sopimusmalleja. Erityistä huomiota on käytettävä hankintadokumentteja tehdessä, jotta voidaan varmistaa asiantuntemus tiukasti nivoutuvan kokonaisuuden suunnittelussa ja rakentamisessa. Lukuisten tarvittavien urakoitsijoiden määrän kanssa sopimusten hallinnasta tulee merkitsevä tekijä onnistuneelle rakennusprojektille. Sopimusten, hankintadokumenttien ymmärtäminen ja tulkinta yhdessä raportointi vaatimusten ymmärtämisen kanssa on sopimusten hallinnan erittäin tärkeitä tehtäviä. (Project Management Institute 2016, 24)

Projektin sulkemisvaiheessa ja sopimuksen päättyessä myydyt tuotteet tai palvelut määritellään ja tarkastetaan ja jäljellä olevat muutosvaatimukset, osamaksut ja mahdolliset erimielisyydet sovitellaan (Project Management Institute 2016, 24).

3.1.10 Projektiosapuolten sitouttaminen ja hallinta

Rakennusprojekteille ainutlaatuisiin piirteisiin vaikuttavat sidosryhmien lukumäärä, tyypit ja roolit. Hallittaessa projektiosapuolia on huomioitava osan projektiosapuolten edustajien väliaikaisuus ja tarkkailtava mikäli heidät tarvitsee korvata. (Project Management Institute 2016, 24)

Ennen rakentamista ja hankintapäätöstä tulisi keskustella eri sidosryhmien suhteesta, jotka muodostuvat erilaisten sopimusten myötä. Lukuisat velvollisuudet tulee huomioida ja niiden vaikutukset tulisi huomioida projektin viestinnässä. (Project Management Institute 2016, 24)

Toteutusvaiheessa on kiinnitettävä huomiota varsinkin projektiosapuolten välisiin suhteisiin ja projektitiimin ihmisten välisiin taitoihin hallittaessa osapuolten välistä suhdetta (Project Management Institute 2016, 24).

3.1.11 Projektin turvallisuus ja ympäristönhallinta

Työntekijöiden terveys ja hyvinvointi ovat tuttuja rakennusprojekteissa, koska nämä suoraan vaikuttavat projektiin liittyviin riskeihin ja turvallisuuteen. Rakennustyömaille on todella tärkeää turvallisuus ja kontrolloitu kulku työmaa-alueelle. (Project Management Institute 2016, 24)

Projektin turvallisuus ja ympäristöhallinta eli HSSE (Health, Security, Safety, Environmental management) on sovellettavissa kaikkiin teollisuuden aloihin, mutta rakennusalan ainutlaatuiset riskit luovat tarpeen ylimääräisille toimille. Rakennusprojektia suunniteltaessa tulisi huomioida kattavasti terveys, turvallisuus ja ympäristöön liittyvät käytännöt. Lisäksi kattava HSSE-suunnitelma tulisi laatia koskien erikoisurakoitsijoita, raportointivaatimuksia, dokumentaatiota ja tallennusvaatimuksia sekä viranomaisvaatimuksia. Toteutusvaiheessa HSSE-suunnitelmia sovelletaan systemaattisesti, tarkkailuvaiheessa keskitytään auditointeihin, analyysiin ja mittareihin, joilla voidaan todeta valittujen toimien tehokkuus saavuttaa projektin tavoitteet ja viranomaisvaatimukset. (Project Management Institute 2016, 25)

3.1.12 Projektin taloudellinen hallinta

Projektin taloudellinen hallinta kattaa tärkeitä huomioita alalle tyypillisistä dokumenteista, työkaluista ja tekniikoista, jotta voi paremmin ymmärtää rakennusprojekteihin liittyviä taloudellisia päätöksiä. Rakennusalan projektipäälliköllä tulisi olla perustason osaaminen koskien projektin taloudellisia ja kirjanpidollisia järjestelmiä. Heidän tulisi pystyä tallentamaan ja tiivistämään projektin taloudellisia tapahtumia sekä analysoida, todentaa ja raportoida tulokset. Lisäksi heidän tulisi olla kykeneviä tarjoamaan taloudellisia ennusteita tarvittaessa. (Project Management Institute 2016, 25)

Rakennusprojektin taloudellisen suunnittelun vaiheessa tulisi käydä läpi vaihtoehdot, joita voidaan hyödyntää asetettaessa suosituksia taloudellisille vaatimuksille, sopimusvaatimuksille, riskien allokoinnille sekä verojen suunnittelulle (Project Management Institute 2016, 25).

Taloudellinen tarkkailu tulee suorittaa mahdollisimman tehokkaasti ja näin varmistaa, että kaikki osat ovat budjetissa ja linjassa taloudellisten ennusteiden kanssa. Tehokas taloudellinen seuranta on mahdollista saavuttaa silloin kun projektin etenemäraportit jaetaan säännöllisesti. Taloudelliset raportit, taloudelliset ulkoiset ja sisäiset auditoinnit sekä kirjanpidon järjestelmät on erittäin tärkeä käydä läpi. (Project Management Institute 2016, 25)

4 Lean

Toyotaa on kutsuttu Lean-ajattelun keksineeksi yritykseksi. Lean-ajattelu juontaa juurensa Toyota Motor Corporationin kehittämään TPS-tuotantojärjestelmään (Toyota Production System). TPS rakennettiin soveltamalla muiden oppeja ja kokemuksia, erityisesti Fordin tuotantoideaa, jota on yhdistetty saksalaisten lentokonetehaiden käyttämään tahtiaikatauluun ja amerikkalaisten supermarkettien tavaranhajukseen. TPS perustuu tuotannon tehokkuutta häiritsevän hukkan jatkuvaan eliminointiin. (Six Sigma, 2023)

Leanille on kirjallisuudessa esitetty monia erilaisia määritelmiä ja määrittelyt tapahtuvat eri abstraktiotasoilla. Kirjassaan *Tätä on lean* (Modig & Åhlström 2013, 89), Modig ja Åhlström jaottelevat abstraktiotasot kolmeen kategoriaan seuraavalla tavalla:

1. Lean filosofiana (myös elämäntapana, arvoina, kulttuurina ja ajattelutapana).
2. Lean tuotantojärjestelmänä (myös laatuja järjestelmänä ja parannuskeinona)
3. Lean työkaluna (myös menetelmänä ja tuhlauksen poistamisena).

Tässä työssä leania käsitellään kaikilla kolmella abstraktiotasolla. Lean-ajattelun näkökulmasta työssä keskitytään erityisesti lean-ajattelun soveltamiseen rakentamisessa ja painotetaan leania tuotanto- ja laatuja järjestelmänä sekä lean-ajattelussa käytettyjä työkaluja.

4.1 Lean filosofia

Lean-ajattelun perusta on James Womackin ajatuksessa arvon luomisesta jatkuvalla kehitymisellä ja syvällä asiakkaan tarpeiden ymmärtämisellä (Lean Enterprise Institute, 2023). Yksi tunnetuimmista Lean-ajattelun periaatteista on Womackin ja Jonesin esittämä lista, mikä koostuu viidestä eri periaatteesta (Womack & Jones 2003, 8):

1. Määrittele arvo tarkasti.
2. Tunnista arvoketju ja poista siitä hukka, eli se mikä ei tuota lisää arvoa.
3. Paranna virtausta arvoketjun läpi ilman pysähdyksiä.
4. Imuohjaus - Toiminta vain asiakkaan tarpeista.

5. Pyri täydellisyyteen poistamalla hukka ja kaikki muu ylimääräinen aina kun sitä havaitaan.

Karkeasti hukka voidaan jakaa kolmeen kategoriaan Muda, Mura ja Muri. Kaikki kolme sanaa juontavat juurensa japanin kieleen ja vapaasti suomennettuina ne tarkoittavat hukkaa, epätasapainoa ja ylikuormitusta. (Piirainen, 2014)

Muda on yleisimmin käytetty hukan muoto. Muda on tyypillisesti selkeästi havaittavissa ja koskee toiminnassa esiintyvää ei haluttua tilannetta. Muda jakautuu seitsemään luokaan, joita ovat: ylituotanto, liiallinen varasto, kuljetus, liike, ylitekeminen, odottaminen ja laatuongelmat. Mudan luokat ovat kuitenkin luonteeltaan oireita, eivät syitä. (Piirainen, 2014)

Mura eli epätasapaino tuotantomäärissä on oire mikä havaitaan toiminnoissa. Mura ei tarkoita pelkästään tuotantolinjan epätasapainoa vaan myös kaikkea muuta toimintaa tai työsuoritusta mikä ei tapahdu tasapainossa. Tasapainoa on mahdotonta saavuttaa koska systeemissä on aina vaihtelua. Kysynnän ja ominaispiirteen muodostumisajan vaihtelusta johtuen alkaa syntyä hukkaa, joka puolestaan paljastaa ongelmat järjestelmässä. (Piirainen, 2014)

Muri on työnsuorituksen tekijään kohdistuvaa ylikuormitusta. Muri ei koske pelkästään tehdasta, tuotantolinjaa tai -konetta vaan mitä tahansa toimintoa missä tapahtuu arvon lisäystä. Myös Muri, kuten Muda ja Murakin on oire, eikä syy. Kysynnän ja ominaispiirteen aina vaihdeltaessa vaikeutuu kuormituksen suunnittelu ja ylikuormitus paljastaa ongelmat kuormituksen kanssa. (Piirainen, 2014)

4.2 Lean menetelmät ja työkalut

4.2.1 Gemba-läpikävely

Gemba on japania ja suomeksi se tarkoittaa todellista paikkaa. Lean-johtaja meneekin ensimmäiseksi itse paikan päälle katsomaan ymmärtääkseen kokonaisuuden tutustumalla siihen, miten asiat todellisuudessa toimivat. Paikan päällä johtaja tekee kysymyksiä, kuuntelee ja katselee. Hänen tarkoituksenaan ei kuitenkaan ole työn kontrollointi, ihmisten innostaminen tai johtajan näyttäytyminen vaan ymmärtää organisaatio mahdollisimman rehellisesti. Kyseessä ei ole auditointi vaan oppimiskokemus. (Torkkola 2015, 125)

Kävely tehdään samassa järjestyksessä kuin asiakkaan työpyyntö etenee. Läpikävelyssä näkee missä kohtaa prosessia on suurimmat haasteet asiakkaan näkökulmasta ja miten tieto siirtyy läpi organisaation tiimiltä toiselle. Ennen kävelyä tulisi selvittää itselle mitä arvoa kyseisen prosessin tulisi tuottaa asiakkaalle ja mitä asiakkaat tarvitsevat. Tyypillisiä asiakastarpeita ovat mm. halvempi hinta, parempi laatu ja nopeampi toimitus. Kävelyn aikana tehtävänä on ymmärtää ne organisaation ominaisuudet, joita on parannettava riippuen valitusta asiakasnäkökulmasta. (Torkkola 2015, 125–126)

4.2.2 Arvovirtakuvaus

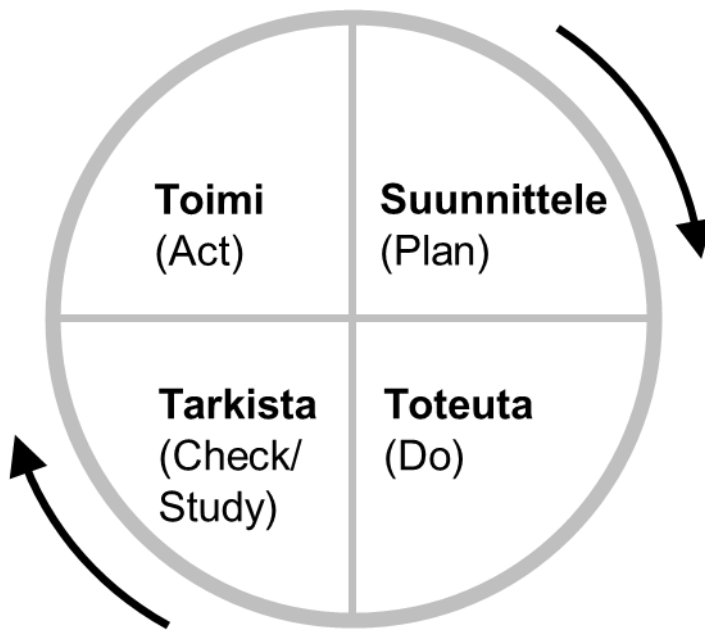
Nykyhetken tutustumisen jälkeen usein lean-mallissa yleensä tehdään arvovirtakuvaus. Arvovirtakuvauksen avulla materiaalin ja informaation virta voidaan visualisoida ja pystytään tarkastelemaan kokonaisuutta yksittäisten prosessien tai niiden osien sijaan. Tarkastelu tehdään käänteisesti loppupisteestä alkuun. Tarkastelutapa perustuu asiakkaan ymmärtämiseen ja oletukseen siitä, että asiakas haluaa tietää mistä materiaali on peräisin. Toinen tarkastelutavan perusta on imuohjaus-ajattelu, jossa valmistus syntyy asiakkaan tarpeesta, eikä tuotannon työntämänä. Arvovirtakuvauksen avulla prosessien ketjuttamisen esittäminen yksinkertaistuu ja sitä pystytään hyödyntämään tehokkaana työkaluna tuotannossa ja kokonaisvaltaisena lähestymistapana toiminnan parantamisessa. (Liker & Meier 2006, 38–42)

Arvovirtakuvauksen tavoitteet Sari Torkkolan mukaan (Torkkola 2015, 133):

- Visualisoi virtaus asiakkaan näkökulmasta päästä päähän.
- Lisää ymmärrystä nykytilasta, tavoitetilasta sekä tarvittavista muutoksista.
- Antaa yhteisen kielen keskusteluun toimintamalleista.
- Tekee virtaukseen vaikuttavat päätöksentekopisteet näkyväksi.
- Paljastaa pisteet, joissa tarvitaan työn ohjausta.
- Yhdistää toimintaa tietovirrat ja työvaiheet.
- Paljastaa tietovirtojen selkeyden.
- Osoittaa mikä aikatauluttaa ja ohjaa tekemistä.
- Visualisoi tuotannon eräkoot, volyymin ja rytmin.
- Auttaa näkemään nykytilan monimutkaisuuden.
- Tavoitetilan arvovirtakuvaus visualisoi muutostavoitteen.

4.2.1 PDCA-sykli

PDCA muodostuu neljästä toistuvasta syklistä, joita ovat Plan – Suunnittele, Do – Toteuta, Check – Tarkista, Act – Käyttöönotto. PDCA-syklissä pieniä parannuksia tehdään jatkuvasti ja se perustuu vahvasti jatkuvaan oppimiseen. Menetelmässä korjataan ja tarkennetaan tehtyjä olettamuksia osana prosessia. (Kehmet)



Kuva 4. Demingin ympyrä (mukaillen Kehmet)

PDCA-menetelmässä ongelman ratkaisu alkaa suunnittelemalla toimenpiteet ongelman ratkaisemiseksi minkä jälkeen suunnitelmat toteutetaan useimmiten jonkin asteisena pilottina, jossa suunnitelmia testataan tietyssä osassa. Toteutuksen tulokset tarkistetaan ja otetaan laajempaan toimintaan tämän jälkeen. (Arter 2018)

4.2.2 5S

5S on japanista lähtöisin oleva viisiportainen työympäristön organisointimenetelmä, jonka avulla oma työpiste järjestellään toimivaksi. 5S avulla päästään eroon ylimääräisistä tavaroista ja helpotetaan tarpeellisten tavaroiden tallessa pysymistä ja pidetään työympäristö siistinä. 5S on usein ymmärretty väärin siivousohjelmaksi tai yksittäiseksi parannuskampanjaksi, mutta oikeasti se on jokapäiväinen työhön liittyvä toimintamalli. Oleellisinta on, että tuotantolinjalta, toimistosta tai rakennustyömaalta poistetaan ylimääräinen koneet,

materiaalit, työkalut ja kaikki muuta asiat, jotka estävät virtausta. Loput asiat järjestetään ja työpisteet puhdistetaan. Tehty menettely standardisoidaan ja se vaatii yhteistä sitoutumista työntekijöiltä. 5S tarkoituksena on lyhentää läpimenoaikaa ja saada virtaus nopeammaksi. (Väisänen, 2013)

5S Järvisen mukaan (Järvinen, 2013):

- **Seiri eli sortteeraus** tarkoittaa asioista luopumista eli, että luovut niistä esineistä ja asioista, joita ei tarvita käsillä olevassa työtehtävässä.
- **Seiton eli systematisointi** tarkoittaa asioiden järjestämistä paikoilleen asianmukaisesti tunnustettuna ja merkittynä. Tarpeelliset asiat oikeilla paikoille, jotta kaikki työssä tarvittava on helposti saatavilla.
- **Seisō eli siivous** tarkoittaa työalueen siistinä pitämistä ja puhdistamista.
- **Seiketsu eli standardisointi** liittyy kolmeen edelliseen ässään, mutta vahvimmin siivoukseen. Asioille luodaan tietyt perusoletukset kuten siisteystaso.
- **Shitsuke eli sitoutuminen** tarkoittaa sitä, että otetaan tavaksi ylläpitää käyttöönotettuja menettelyjä ja toimintatapoja. Viidestä ässästä tämä on tärkein sillä, mikäli tämä ei toteudu eivät myöskään muut ässät toteudu.

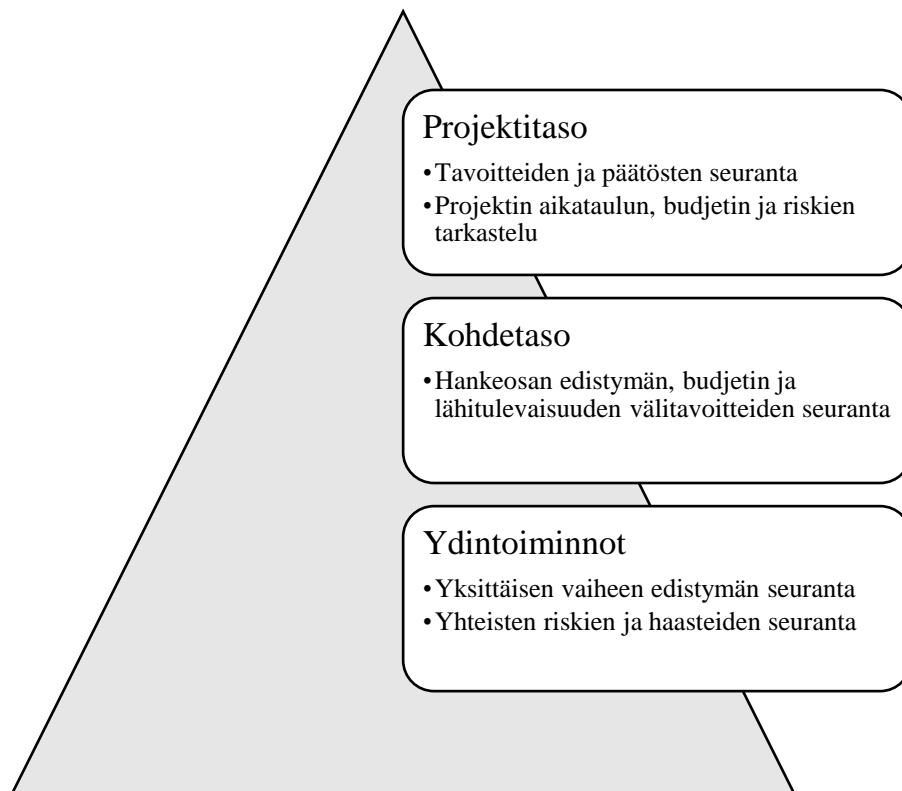
5S menetelmä on käytössä tuotanto- ja palveluympäristöissä ympäri maailman. Se on hyvä ensimmäinen askel kohti parempaa tuottavuutta, laatua, turvallisuutta ja pienempää hukkaa. 5S avulla hukka tehdään näkyväksi, jotta se voidaan poistaa. (Järvinen, 2013)

4.2.3 Tilannejohtaminen

Tilannejohtamisen johtamismallin kehittivät Hersey ja Planchard. Heidän mukaansa tilannejohtamisen esimiestyön onnistumisen edellytyksenä on kolmen osa-alueen hallinta (Hersey & Planchard 1990, 7):

- **Tekniset taidot** ovat opittuja taitoja, joita ovat mm. taito käyttää ja soveltaa tehtävien suorittamisessa tarvittavia tietoja, menetelmiä ja työkaluja.
- **Ihmisiin liittyvät taidot** ovat taitoa työskennellä ihmisten kanssa tai heidän kauttaan.
- **Käsitteelliset taidot** ovat kyky ymmärtää organisaation monimutkaisuutta ja eri toimintojen liittymistä organisaation kokonaisuuteen.

Tilannejohtamisessa tieto kootaan hankkeen tilasta monesta eri näkökulmasta tarkastellen. Seurataan hankkeen aikatauluja, kustannuksia ja riskejä sekä riskejä, laatua, dokumentaatiota, yhteistyötä ja turvallisuutta. Oleellista tilannejohtamiselle on, että projektin osapuolet jakavat yhteisen tilannekuvan. Tiedon kulun täytyy olla helppoa ja kulkea hankkeessa ylhäältä alas ja alhaalta ylös sekä myös sivusuuntaan urakoitsijoiden välillä. (Hammarsten 2020)



Kuva 5. Projektin tilannekuvan kolme tarkastelutasoa (Hammarsten 2020)

4.2.4 Kanban

Kanban on sanana ja työkaluna ristiriitainen, sillä sitä käytetään eri merkityksissä ja tarkoituksissa. Tässä työssä perehdytään Kanbaniin tuotannossa. Toyotan tuotannossa kanban tarkoitti työkalua, jolla rajoitettiin keskeneräisen työn määrää. Kanban on saanut inspiraationsa supermarkettien hyllytysjärjestelmistä, joissa asiakas hakee tuotteen hyllystä pienissä erissä ja hyllytysprosessissa hyllyt täytetään niiden ollessa tyhjiä, mikä on visuaalisesti helppo havaita. (Torkkola 2015, 63)

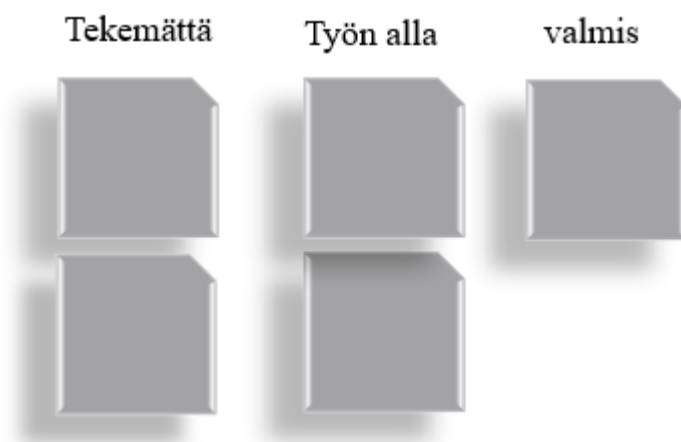
Kanban-sana tarkoittaa suomeksi korttia. Korttien määrä on selkeä rajoitin, jolla ohjataan keskeneräisen työn määrää. Kortti kertoo, että nyt saa tehdä yhden tietyn tyyppistä työtä. Tuotanto-kanban-menetelmässä voitaisiin jakaa työpäivän alussa kortit, joiden määrä kertoo toteutettavien tehtävien lukumäärän eli tuotantotavoitteen. Tuotannon suunnittelija vastaa, että korttien lukumäärä vastaa kapasiteettia ja kysyntää. (Torkkola 2015, 63)

Tuotanto-kanbanin etujen syyt (Torkkola 2015, 64):

- ylikuormitus vähenee.
- Kontrollointi helpottuu.
- Rajoitettu keskeneräisen työn määrä.

Rajoittamalla keskeneräistä työtä Littlen lain mukaan lyhenee myös jaksoaika ja valmistusnopeus tasaantuu. Tämän lisäksi kanban vähentää ylikuormitusta ja ruuhkautumista koska kysynnän kasvaessa järjestelmä ei sisäisesti kuormitu, vaan työt jäävät hallitusti odottamaan jonossa. Kanban luo edellytyksiä paremmalle laadulle tuomalla esiin toiminnan heikkouksia. Kanbanin luoma lyhyt jono vaatii toimiakseen, ettei työssä ole paljoa virheitä, mutta osaltaan se lyhentää myös aikaa virheen havaitsemisen ja syntymähetken välillä, jolloin virheen jäljille pääseminen on helpompaa. (Torkkola 2015, 63–64)

Kanbanin perusajatus on parhaimmillaan käytössä, kun projektin eri tehtävät ja vaiheet visualisoidaan. Tämä visualisointi onnistuu parhaiten hyödyntäen Kanban-taulua. Kanban-taulu jaetaan tyyppillisesti kolmeen sarakkeeseen, joita ovat: Tekemättä-, Työn alla – ja valmis sarake. (Koskinen 2021.)



Kuva 6. Esimerkki Kanban-taulusta. (Mukaiillen Koskinen 2021)

Kanban-työkalun käyttöön on myös useita virtuaalisien ohjelmien kuten Trello, JIRA, LeanKit ja Office 365 Planner (Arter).

4.2.5 A3-ongelmanratkaisu

A3-ongelmanratkaisu ja raportointi viittaa paperikokoon A3. A3 on kaksi A4 paperia rinnakkain ja näin saadaan tiivistettyä raportin kokoa. A3-raportti saattaa koostua useasta eri käyttötarkoitukseen laaditusta standardoidusta raportista. Eri käyttötarkoituksia ovat mm. suunnittelu, ongelmanratkaisu, kommunikointi ja budjetointi. Tyypillisesti raportin ensimmäinen A4-sivu sisältää nykytilan kuvauksen ja analyysin sekä toinen A4-sivu sisältää tavoitetilan ja toimenpidesuunnitelman sen tavoittamiseksi. Ideana on kirkastaa asiat yhdelle paperille ja esittää asiat aina samassa paikassa. (Hautala & Kallio, 2012, 20, 33.)

4.2.6 5 x Miksi

5 x Miksi -kysymys on yksinkertainen kysymys juurisyiden selvittämiseen. Tarkoituksena on kysyä miksi niin monta kertaa, että konkreettinen ongelman aiheuttaja löytyy. Lisää tehoa 5 x Miksi -kysymyksiin saa kytkemällä kysymykset mitä-, milloin-, missä-, miten-, ja kuka- kysymyksiin. Tästä on hyvä esimerkki kuusi työmiestä (Six Honest Serving Men), jotka soveltuvat Hautalan ja Kallion mukaan mihin tahansa ongelman ratkaisuun. (Hautala & Kallio, 2012, 19)

Kuusi työmiestä sovellettuna Hautalan ja Kallion mukaan (Hautala & Kallio, 2012, 19):

- Mikä on työn tarkoitus ja miksi?
- Milloin työn tulisi olla valmis ja miksi?
- Missä työ pitäisi tehdä ja miksi?
- Miten työ pitäisi tehdä ja miksi?
- Kuka tekee työn ja miksi?

4.2.7 Kata-malli

Kata-malli on työkalu, jolla pystytään yksityiskohtaiseen toimintojen ja prosessien tarkasteluun sekä niihin liittyvien ongelmien ratkaisuun. Kata-malli jakautuu kahteen osa-alueeseen, joita ovat valmennus-kata ja parannus-kata. Valmennus-katassa opetetaan katan jatkuvan parantamisen ideologiaa valmentavalla otteella, jolloin kokenut valmentaja opettaa oppilaalle ongelmanratkaisua. Valmennus-kata ei pelkästään pyri valmennettavan ongelmanratkaisukyvyn parantamiseen vaan tämän lisäksi myös parantamaan valmennettavan kykyä käsitellä eri prosesseja, tunnistaa haasteita ja ratkaista niitä. Parannus-katassa nykyisiä prosesseja parannetaan työryhmässä ilman erillistä valmentajaa. Tällöin jokaisella osallistujalla tulee olla jonkin asteinen kata-osaaminen. Parannus-kata on luonteeltaan ja ongelmanratkaisutyyliltään huomattavasti valmennus-kataa suoraviivaisempi ja usein myös nopeampi. (Rother 2011, 67–68)

Kummankin kata-mallin perusajatus on samankaltainen. Määritetään tulevaisuuden visio, ymmärretään nykytila ja asetetaan välitavoitteet, joilla päästään haluttuun visioon. Aina katan ensimmäisessä vaiheessa pyritään mahdollisimman tarkasti määrittämään mitä halutaan parantaa, miksi ja mitä sillä halutaan saada aikaan. Toyotan terminologiassa käytetään termiä tavoitetilan määrittäminen, se tarkoittaa tilannetta, jossa prosessi toimii toivotulla tavalla. Tavoitetilan määrittäminen onkin katan ensimmäinen haaste. Tavoitetilan saavuttamiseksi tulee ensin ymmärtää prosessin nykytila, jotta välitavoitteet voidaan määrittellä. Nykytilan määrittely tulee suorittaa mahdollisimman huolellisesti analysoiden saatavilla olevaa tietoa. Kartoituksella pystytään muodostamaan käsitys prosessin eri vaiheista, toiminnoista ja riippuvuussuhteista prosessissa. Kartoituksen perusteella pystytään yleensä asettamaan ensimmäinen kehityskohde ja samalla myös välitavoite. (Rother 2011, 147–152)

4.2.8 Päiväkokoukset

Päiväkokoukset ovat lean johtamisen vakiotoimentapoja. Siinä toteutetaan Demingin ympyrän Plan-Do-Check-Act -menetelmää eli PDCA-menetelmää. Menetelmässä joka päivä käydään läpi mitä edellisenä päivänä tapahtui (check), varaudutaan yllätyksiin (act), suunnitellaan päivän työ (plan) ja mennään tekemään sovitut työt (do). Päiväkokoukset poistavat raportointipalaverien tarpeen, joissa jokaiselta osa-alueelta annetaan tilannekatsaus.

Päiväkokouksissa kaikki pysyvät tilanteen tasalla päivittäin ja muissa yhteisissä tilanteissa voidaan keskittyä toiminnan parantamiseen. (Torkkola 2015, 66)

Tyypillisen päiväkokouksen agenda (Torkkola 2015, 67):

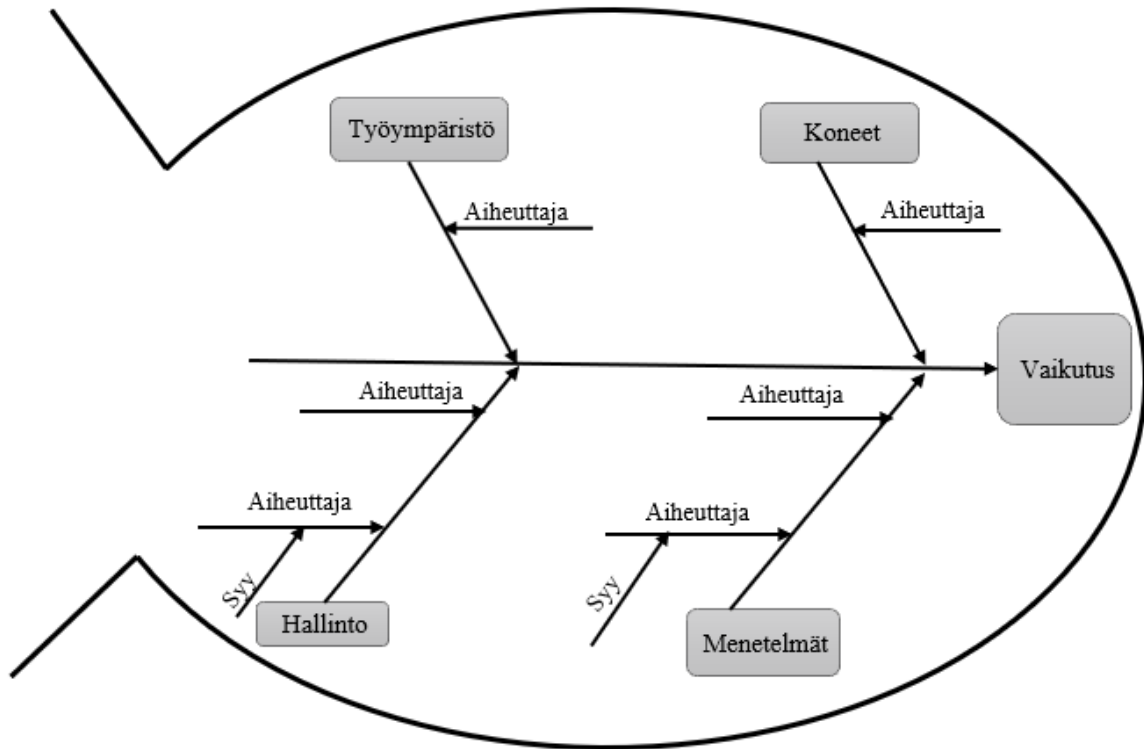
- Käydään Kanban-taulu läpi oikealta vasemmalle (pitkällä olevat asiat ensin valmiiksi) ja ylhäältä alas (tärkeimmät ensin).
- Eilisen tuloksien läpikäynti. Valmiit siirretään valmiit-sarakkeeseen.
- Tämän päivän tavoitteet ja tavallisuudesta poikkeavat vaatimukset. Siirretään valitut työn alla -sarakkeeseen.
- Tilannekatsaus. Käydään läpi, mikäli työn alla -sarakkeesta nousee jotain esiin tai muuten tärkeää huomioitavaa kuten avun tarvetta tai ensi viikon töihin valmistautumista.
- Yleiset tiedotusasiat.
- Kysymykset. Vastataan kiireellisiin ja loput kirjataan ylös, niihin vastataan huomisen päiväkokouksessa.

4.2.9 Ishikawa-kaaviot

Ishikawan diagrammi, toiselta nimeltään kalanruotokaavio on yrityksen laatu-prosessissa tärkeä työkalu. Sen avulla olemassa olevia ongelmia pystytään analysoimaan selvittämällä syyt ongelman takana ja näin työryhmät pystyvät ymmärtämään millaiset asiat estävät niitä saavuttamasta täyttä potentiaaliaan. (Sabater 2021)

Kaikki yritykset kohtaavat päivittäin haasteita. Yksi keino tehokkuuden parantamiseen on tuntea tavat, joilla tapahtumat, ongelmat ja ristiriidat tulee kohdata ja ratkaista. Ishikawan diagrammi auttaa ratkaisemaan näitä ongelmia kekseliäällä tavalla. Ishikawan diagrammi vaatii kaikkien organisaation jäsenten osallistumista. Ensimmäiseksi määritetään ongelman vaikutus mikä toimii kalan päänä (esimerkiksi kvartaalin alhainen tuotannon määrä). Ongelma on määritetty niin selvitetään ongelman syyt, jotka toimivat kalan ruotoina. Syiden selvittämisessä hyödynnetään pisteinä muun muassa menetelmiä, koneita, työntekijöitä, materiaaleja, hallintoa ja työympäristöä. Jokainen osallistuja kertoo, mitkä heidän kokemusensa valossa ovat syitä ongelman syntyyn. Ongelman syiden havaitsemiseksi on hyvä järjestää yhteinen aivoriihi eli brainstorming, jossa työryhmät luovat syykaavion, jonka avulla voidaan havaita mitkä asiat ovat johtaneet ongelmiin. Tärkeimpänä ja viimeisenä vaiheena

on ongelmanratkaisu, jossa eri työryhmät pyrkivät yhdessä ratkaisemaan havaitut ongelmat ja haasteet. (Sabater 2021)



Kuva 7. Malli Ishikawa-diagrammista eli kalanruotokaaviosta (Sabater 2021)

4.2.10 Systemiarkkityypit

Tyypillisimmät käyttäytymismallit on mallinnettu vain noin kymmenellä arkkityypillä. Arkkityyppien avulla pystytään tutkimaan organisaation syy-seuraus-suhteita vertailemalla niitä arkkityyppeihin. Arkkityypit ovat helposti ymmärrettäviä ja ne on helppo soveltaa erilaisiin asiayhteyksiin. Mallien keskiössä on osien välinen riippuvuus ja se aiheutuuko jostain toiminnasta yhtäällä positiivisia ja toisaalla negatiivisia seurauksia. (Torkkola 2015, 107)

Arkkityyppien avulla fokus on kokonaisuuden tutkimisessa syytelyn sijasta ja niillä pystytään lisäämään luontevasti yhteistä ymmärrystä systeemistä. Niiden avulla pystyy parantamaan viestintää ja pystyy nopeasti rakentamaan uskottavan ja laajan hypoteesin systeemin vaikuttavista voimista. Lisäksi mallit antavat vinkkejä systeemin käyttäytymisen parantamiseen. (Torkkola 2015, 107)

Teoksessaan *The Fifth Discipline* (Senge 2006, 94–112) Peter Senge on selittänyt seuraavat yhdeksän arkkityyppiä, joihin systeemiajattelun soveltamiseen perehtynyt Erkki Laitila on esittänyt ratkaisut teoksessaan *Systeemiajattelun tekniikka tehostamassa arki ajattelua*. (Laitila 2015, 84).

Systeemiarkkityyppi	Ratkaisu
1. Takertuminen	Avoimuus
2. Heikentynyt suorituskyky	Yhteishengellä parempi tuottavuus
3. Pako	Resurssit maksettu hyödyn takaamiseksi
4. Kasvun rajat	Kokonaisuuden ja resurssien ymmärtäminen
5. Muutoksen vastustus	Yhdistämällä tarpeita muutoksia
6. Sääntöjen rikkominen	Säännöt reitti päämäärään
7. Väärä tavoite	Kokonaishyöty osaoptimoinnin sijaan
8. Menestyksen kirot	Kokonaishyöty näkökulma tuottamisessa
9. Yhteisten resurssien tragedia	Yhteisten tavoitteiden haasteet

Taulukko 2. Systeemiarkkityypit ja ratkaisut niihin (Laitila 2015, 84)

4.2.11 Last Planner

Last Planner on Glenn Ballardin tutkimusryhmän kehittämä aikataulujärjestelmä, jolla on ollut lean rakentamisen kehittymisessä merkittävä rooli (Salminen 2021, 31). Pohjimmiltaan Last Planner on aikataulun suunnittelu- ja ohjausmenetelmä, jonka avulla pyritään parantamaan työn sujuvuutta ja vähentämään hukkaa. Last Planner on teknisesti katsottuna hyvin yksinkertainen. Last Planner menetelmä keskittyy ensisijaisesti aikataulusuunnittelun sosiaaliseen puoleen. Last Planner menetelmässä korostuu yhdessä tekeminen, sitoutuminen ja viikkotehtävien noudattaminen. Last Planneria käytetään yleensä muita aikataulusuunnittelun menetelmiä täydentävänä ja sen käyttö painottuu aikaan, jolloin työtehtävien toteutus on lähellä. Last Planner toimii parhaiten rakentamisvaiheen- ja viikkosuunnittelun työkaluna. (Salminen 2021, 111–112)

Last Plannerin käyttö alkaa päätöksellä siitä, mihin kokonaisuuteen sitä sovelletaan. Last Planner aikataulujärjestelmää voidaan soveltaa koko työmaahan, tietty lohkoon tai työmaan osaan. Last Planner menetelmän vahvuus on töiden yhteensovittamisessa, joten se toimii hyvin työkokonaisuuksissa, kuten sisätoissa, mikä sisältää paljon peräkkäisiä samoissa

tiloissa tapahtuvia töitä tai muuten haastavissa tiloissa kuten aulatiloiissa tai keittiöissä, joissa tulee yhdistellä eri alojen osaamista. (Salminen 2021, 113)

Ensimmäinen vaihe Last Planner menetelmässä on vaihesuunnittelutilaisuus. Tilaisuus toteutetaan ryhmätyönä, joten paikalla tulisi olla vähintään kaikki suunniteltavan alueen töistä vastaavat työnjohtajat sekä työtä suorittavat tahot, vähintään työryhmien nokkamiehet. Näin pystytään varmistamaan oikean tiedon siirtyminen työmaalle ja sitoutuminen tavoitteisiin. Suunnittelutilaisuuteen pitää saapua valmistautuneena eli jokaisen tulee olla perehtynyt suunnitelmiin ja oman vastuualueensa töihin. (Salminen 2021, 113)

Last Planner -menettelyn idea on, että jokainen taho listaa suunniteltavan alueensa työtehtävänsä toteutusjärjestyksessä sisältäen niihin tarvittavan ajan, aikayksikkönä käytetään yleensä päivää. Tämän jälkeen tehtävät siirretään tarralapuille ja tarralaput siirretään seinälle tai Last Planner suunnittelutaululle, missä on tilaa yleensä noin 20 vierekkäiselle tarralapulle. Vasempaan reunaan kirjataan työkohteet ja pystysarake kuvaa ajan etenemistä. (Salminen 2021, 114)

Last Plannerin yksi ominaispiirre on, että sen laatiminen tehdään käännettyssä järjestyksessä lopusta alkuun. Menettelyä kutsutaan ”käännettyksi vaihe aikatauluksi”. Perusoletus menetelmän käytössä on, että tavoitetila kuvataan ensin ja näin töiden loppuunsaattamiselle varataan riittävästi aikaa ja kiire pakkautuu aikataulun alkupäähän. Aikataulu mikä on suunniteltu lopusta alkuun luo aikataulutukseen eräänlaisen imuohjauksen, jossa alkavat työvaiheet ikään kuin imevät edelliset tehtävät valmiiksi. Kun aikataulu on saatu valmiiksi, olisi hyvä, että kokonaisuudesta vastaava mestari käy suunnitelman läpi, niin että jokainen ymmärtää töiden kulun kokonaisuutena ja sitoutuu siihen. (Salminen 2021, 114–115)

Suunnittelun viimeinen vaihe on aikataulun dokumentointi ja jakelu. Taulu on yleensä työmaatoimiston seinällä kaikkien nähtävissä, mutta yleensä sitä tarvittaisiin myös työnsuunnittelussa muualla tai itse työkohteessa. Tällöin yksinkertaisin ratkaisu on ottaa valokuvat taulusta ja jakaa ne osapuolille. Taulu voidaan myös kopioida excel-pohjalle tai siirtää aikatauluohjelmaan. (Salminen 2021, 115)

Last Planner menetelmässä vaihesuunnittelun lisäksi tulisi noudattaa viikoittaista suunnittelu- ja ohjaussykliä. Tämä sitoutuminen aikatauluun on yleensä kaikkein tärkeintä. Hyvin tehdyllä aikataululla ei ole merkitystä jollei sitä toteuteta käytännössä ja seurata.

Käännettynä myös huonokin aikataulu voi olla arvokas, jos siihen sitoudutaan ja sen aukkoja pyritään paikkaamaan viikoittain. (Salminen 2021, 115)

4.2.12 Big Room

Big Room -toiminta juontaa juurensa Toyotan ideaan monimutkaisten kehitysprojektien tiedonkulun parantamisesta kokoamalla projektin eri osapuolet yhteen suureen Obeya-tilaan. Big Room -nimi onkin peräisin osapuolten yhteisestä fyysisestä työtilasta. Rakentamisessa Big Room -toiminta sai alkunsa Kaliforniassa suurissa miljardiprojekteissa, joissa projektihenkilöstö, rakennuttaja, suunnittelijat ja viranomaisetkin työskentelivät yhdessä päätoimisesti vuosien ajan. Big Room onkin työmaatoimiston laajennettu versio, jossa osapuolet työskentelevät tiivisti yhdessä. Big Roomin istumajärjestys laaditaan tyypillisesti projektin toiminnallisten tiimien ympärille eikä yritysrajojen mukaan. (Salminen 2021, 91)

Big Room -käsite laajentui nopeasti Big Room -toiminnaksi, koska pelkkä tila on rajallinen konsepti kuvaamaan sitä kaikkea mitä Big Room pitää sisällään. Big Roomit vaihtelevat, koska projektitkin vaihtelevat. Suomessa on hyvin harvoin mahdollista sijoittaa kaikki projektin osapuolet työskentelemään pitkäksi aikaa vain yhden projektin parissa. Big Roomissa on hyödynnettävä erilaisia toimintamalleja, jotta projektiosapuolet saadaan tekemään yhteistyötä, vaikka joka päivä ei pystytä istumaan fyysisesti samassa tilassa. (Salminen 2021, 91–92)

Big Roomeista voidaan havaita erityyppisiä versioita, niitä voidaan myös yhdistellä vastamaan projektin tarpeita ja Big Room voi myös kehittyä projektin mukana siirryttäessä esimerkiksi kehitysvaiheesta tuotantoon. Salminen on luetellut kirjassaan *Lean rakentamisessa*. Arvoa luovan rakentamisen periaatteet, menetelmät ja työkalut. (Salminen 2021, 93)

Erityyppisiä versioita Big Roomista (Salminen 2021, 93):

- **Täysipäiväinen Big Room** toimii parhaiten suurissa projekteissa, joka on projektissa työskentelevien täysipäiväinen työpiste.
- **Osapäiväinen Big Room** on Big Room, jossa työskennellään joko tiettyinä aikoina tai tietty tuntimäärä viikossa, ei kuitenkaan kokoaikaisesti.
- **Projektihuone** on Big Room pienoiskoossa, eli yhteinen työtila missä tiettyä tarkoitusta varten koottu työryhmä kokoontuu työskentelemään ja pitämään kokouksia. Ideana on saada tiimi työskentelemään tiiviissä yhteistyössä niin, että työskentelyyn kuuluu ryhmä- ja yksintyöskentelyä.

- **Virtuaalinen Big Room** on tiedonvaihdon sähköinen alusta, jonka avulla projekti-työtä voidaan tehdä verkossa. Parhaiten se soveltuu käytettäväksi, kun osapuolten fyysinen välimatka on suuri, mutta se soveltuu myös täydentämään fyysistä Big Roomia.

Täytyy muistaa, että pelkät tilat eivät tee Big Roomia. Big Room -toiminta on ympäristönsä mahdollistamaa ja Big Roomin perusidea onkin luoda yhteistyöhön kannustavaa, keskustelua, avointa työympäristöä ja samalla häivyttää organisaatioiden ja ammattikuntien välisiä rajoja. (Salminen 2021, 94)

4.2.13 Työpajatyöskentely

Työpajatyöskentely tarkoittaa työskentelytapaa, jossa ryhmä ihmisiä kokoontuu tekemään työtä yhdessä tietyn aihepiirin tai asian parissa (Finto). Työpajatyöskentelyn tarkoituksena on tuoda yhteen eri taustaisia ihmisiä, jotka jakavat yhteisen aiheen tai ongelman (Lauttämäki 2014, 2). Työpajan onnistumisen kannalta on oleellista, että tavoite työpajatyöskentelylle on selvillä. Selkeät tavoitteet auttavat luomaan työpajatyöskentelystä kaikille osallistujille hyödyllisen ja erinomaisen oppimiskokemuksen (Forsström 2021).

Ongelmanratkaisuprosessi, jonka ympärille työpaja on helppo rakentaa (Forsström 2021):

1. Aloitus
2. Lämmittely
3. Päällimmäinen tieto
4. Syvällinen tieto
5. Kiteytys
6. Lopetus.

4.2.14 Tilaajan tavoitteisiin toimitus

Tilaajan tavoitteisiin toimitus perustuu yhdelle lean-ajattelun peruseriaatteelle, arvon luomiselle asiakkaalle. Tilaajan tavoitteisiin toimitus eli Target Value Delivery, lyhennettynä TVD esitetään usein pääkäsitteenä lean-käsitteille, joiden avulla rakentamisessa edistetään tilaajan tavoitteiden toteutumista. TVD ajattelun perustana on suppeampi Tavoitekustannusmenettely, mikä on valmistavassa teollisuudessa paljon käytetty periaate.

Tavoitekustannus-menetelmässä tuotteelle ensin määritetään markkinalähtöinen hinta ja tämän jälkeen tuote suunnitellaan ja valmistetaan niin, että se pystytään myymään markkina-hinnalla. (Salminen 2021, 98)

Suomessa rakentamiseen tavoitekustannus-menettely maksuperusteena tuli projektinjohto-rakentamisen myötä ja tätä varten kehitettiin SUKE-malli (Suunnittelun ohjauksen kehittäminen projektinjohtorakentamisessa). SUKE-mallissa määritetään tavoitekustannus, jota kohti kustannuksia aktiivisesti ohjataan. Mallissa kiinteähintaiset urakat maksetaan hyödyn-tään maksuerätaulukkoa, joka perustuu tiettyjen työsuoritteiden valmistumiseen. Tavoite-hintaisissa urakoissa kustannukset maksettiin urakoitsijalle toteutuneiden kustannusten mu-kaan ja sen päälle urakoitsijalle maksettiin sovittu kate. Tällainen ”open book” -periaate, missä urakoitsija raportoi avoimesti toteutuneista kustannuksista lisää urakoitsijan ja tilaajan yhteistyötä, koska kustannuksista on helpompi puhua ennen niiden muodostumista. (Salmi-nen 2021, 98)

Tavoitekustannuksen hyödyntäminen PJ-rakentamisessa toi kustannusohjauksen puolivä-liin. Rakentamiselle on tyypillistä erikoisurakoiden käyttö ja ne toteutetaan useasti kiin-teähintaisina, joten vaikutusmahdollisuudet kustannusten kehittymiseen oli käytetty jo hank-keen alkuvaiheessa. PJ-urakoissa päätoteuttaja vastaa yleensä rakennusprojektin toteuttami-sesta tavoitehinnalla. Yleensä PJ-urakoitsija valitaan, kun suunnittelussa ollaan kohtuullisen pitkällä, jolloin urakoitsijan ohjausmahdollisuudet rajoittuvat tuotantoteknisiin seikkoihin ja suunnittelun aikatauluohjaukseen. (Salminen 2021, 98)

TVD-menettelyssä urakoitsija otetaan mukaan hankkeen alusta lähtien tuomassa mukaan osaamisensa kustannuksista ja tuotantotekniikoista, näin vaikutusmahdollisuudet kustannus-ten määräytymiseen ovat suurimmillaan. Kustannusohjaus ei pääty suunnitteluun, päätöksiä tehdään koko hankkeen ajan, jotta asetettuihin tavoitteisiin päästään tai jopa pystytään alit-tamaan. TVD-menettely mielletään usein puhtaasti kustannusten ohjaukseksi, vaikkakin me-nettely perustuu kaikkien asetettujen tavoitteiden saavuttamiseen kustannusraamin puit-teissa. TVD-menettelyä kannattaa ajatella osana menestystekijöiden johtamisprosessia, missä tulisi käyttää useita arvon tuoton elementin huomioivia päätöksenteon työkaluja. (Sal-minen 2021, 98–99)

TVD-prosessi voidaan jakaa eri vaiheisiin. Jokaisessa vaiheessa kustannukset tarkoittavat hieman eri asiaa. Hankkeen alussa käytetään termiä tavoitebudjetti, mikä on esimerkiksi

kannattavuuslaskelman perusteella saatu markkinalähtöinen hinta, referenssikohteen perusteella laadittu kustannusarvio tai maksimisumma, johon on varaa. Tavoitebudjetin perusteella voidaan päätellä kannattaako hankkeen kanssa edetä seuraavaan vaiheeseen. Tässä kehitys- ja suunnitteluvaiheessa saadaan aikaiseksi ensimmäisiä konkreettisiin tietoihin perustuvia kustannusarvioita, jotka on laadittu yleensä toiminto- tai tilapohjaisilla laskelmilla sitä mukaa kun suunnitelmat valmistuvat. TVD-prosessin ydin perustuu tavoitehinnan määrittämiseen, mikä tehdään silloin kun tavoitehinnan päättämiseen on riittävästi tietoa eli suunnittelu on edennyt riittävän pitkälle. Kun hankkeelle on määritetty tavoitehintaa, hanke etenee toteutusvaiheeseen, jolloin voidaan vielä ohjata kustannuksia tarkennuksilla suunnittelussa, materiaalivalinnoilla ja kehittämällä suunnitteludetaljeja. (Salminen 2021, 100)

TVD-prosessin onnistumista mitataan sillä, miten lähelle tavoitehintaa osui tavoitebudjettia. Toteutusvaiheen onnistumisessa verrataan tavoitehintaa toteutuneisiin kustannuksiin. Tavoitehinnan alittuessa hankkeen osapuolia palkitaan yleensä jakamalla säästöä alituksesta. Tavoitehinnan ylitys puolestaan pienentää urakoitsijan katetta ja vähentää tilaajan tavoittelemaa voittoa. (Salminen 2021, 100)

4.2.15 Tahtituotanto

Tahtituotanto on rakentamisen tuotantomenetelmä, jonka perusideana on että, työkohteessa tapahtuvat tehtävät järjestetään identtisiin toisiaan keskeytyksettä seuraaviin työpaketteihin, näin tuotantonopeus pysyy vakiona koko jakson ja tasainen virtaus mahdollistaa paremman ennustettavuuden projektille. (Mölsä 2019)

Tahtituotanto koostuu kolmesta osuudesta, joita ovat tahtisuunnittelu, tahtiohjaus ja systemaattinen jatkuva parantaminen. Tahtisuunnittelussa erittäin tärkeää on tuotantosuunnitelman sovittaminen tilaajan ja tuotannon kokonaisuuden tavoitteisiin sekä tahtialueen ja -ajan määrittäminen. Tahtisuunnitelma sisältäen tahtialueet ja tahtiajan on visualisoitava selkeästi, jotta jokainen tuotannossa työskentelevä saa tietoa myös muiden tehtävistä ja sijainneista. Tahtiohjaus on puolestaan tuotannon aikana tapahtuvaa systemaattista johtamistyötä, joka perustuu jatkuvaan parantamiseen. Sen ytimen muodostaa tilannekuva, poikkeamiin reagoiminen ja aikataulun päivittäminen. (Mölsä 2019)

Päivän tahdissa asuntorakentamisessa työntekijä työskentelee päivän yhdessä työkohteessa kuten huoneistossa tai kylpyhuoneessa yhden työpäivän ja seuraavana päivänä toistaa toimenpiteet toisessa paikassa. Näin hankkeiden läpimenoajat pysyvät lyhyempinä ja ovat paremmin ennustettavia samalla laatuongelmat paljastuvat välittömästi eivätkä vasta lopussa kuten usein perinteisellä menetelmällä toimittaessa. (Mölsä 2019)

4.3 Lean rakentamisessa

Lean-ajattelun jalkauttaminen rakentamiseen on suomalaisittain erittäin mielenkiintoinen. Lauri Koskela teki väitöskirjaa Stanfordin yliopistossa 1990-luvun alussa Toyotan tuotantoon perustuvasta tuotantoteoriasta rakennusosalalle. Lopputuloksena syntyi tuotantoteorioiden yhdistämistä kattavaksi muunnos-arvontuotto-virtausteoriaksi (TFV= Transformation-Flow-Value). TFV-teorian perustui havaintoon, että käytetyt tuotantoteoriat hahmotivat vain yhden näkökulman monitahoiseen tuotantoprosessiin. Koskela tunnisti kolme käytössä olevaa tuotantomallia, joista jokainen pyrki tehokkuuteen omalla tavallaan. TFV-teoria linkittyy lean-ajatteluun, koska se perustuu asiakasarvoon ja sitä kohti virtaavaan tuotantoon. (Salminen 2021, 25)

Koskelan mukaan tuotantomalleja olivat (Salminen 2021, 25):

- **Muunnos:** perinteinen valmistusmalli, jossa tuotantopanoksista saadaan tuotantotehtävien avulla tuotoksia. Tuottavuus mallissa paranee parantamalla tuotantotehtävien tehokkuutta.
- **Virtaus:** Tuotanto etenee vaiheittain. Vaiheisiin kuuluu arvoa tuottavia sekä hukaksi luettavia vaiheita. Tuottavuus mallissa paranee vähentämällä hukkan määrää.
- **Arvon luonti:** Asiakas määrittelee omat tarpeensa joihin suunnittelu ja tuotanto pyrkivät vastaamaan mahdollisimman hyvin. Prosessi paranee lisäämällä asiakkaan kokemaa arvoa.

Yhdistämällä yllä esitetyt kolme tuotantomallia pystytään luomaan rakennusprojektin arvontuontiin parempi prosessi. Rakentamisen eri vaiheissa tarvitaan kaikkia edellä mainittuja. (Salminen 2021, 25)

Merkityksellistä lean-ajattelun leviämisessä rakentamiseen on ollut suurten tilaajien vaatimukset siitä, että lean-periaatteita aletaan noudattamaan heidän rakennusprojekteissaan. Tästä hyvänä esimerkkinä on yhdysvaltalainen sairaalarakennuttaja Sutter Health, joka laati

oman lean-ajatteluun perustuvan rakennushankkeiden johtamisjärjestelmän, jonka käyttöön se kouluttaa myös urakoitsijansa. Euroopassa lean-ajattelu on levinnyt rakentamisen pariin auto- ja telakkateollisuudesta, kun auto- ja telakkateollisuudessa lean-tuotantoa kehittäneet henkilöt alkoivat siirtää oppejaan rakennusosalalle. (Salminen 2021, 26)

Ensimmäinen rakentamiseen kehitetty lean-menetelmä oli Last Planner, joka ei 1990-luvulla lyönyt läpi Suomessa, vaikka joitain pilotointeja suoritettiin. Last Planner -menetelmän jälkeen käyttöön tuli muitakin lean-menetelmiä, joista moni perustui johonkin yleiseen Lean-menetelmään. Osa ajatteli, että lean-rakentaminen on yhtä kuin Last Planner. Tämän ajatuksen perusteella huomattiin, että lean-ajattelu ei leviä rakentamiseen yksittäisten työkalujen avulla vaan tarvittiin alkuperäisiin lean-ajattelun periaatteisiin perustuvaa kokonaisuutta, jossa muun muassa Koskelan tuotantoteoriat ovat olleet merkittävässä roolissa. (Salminen 2021, 27)

Suomessa Lean-rakentamisen uusi tuleminen nähtiin 2010-luvulla, kun joukko suomalaisia tutustui Saksan konferenssimatkalla Australiassa kehitettyyn allianssimalliin. Allianssimallin kaltaisten integroitujen toteutusmuotojen perusteet ovat vahvasti lean-ajattelussa vaikkakaan ne eivät periaatteellisesti ole sidoksissa toisiinsa. Allianssimallin myötä Suomessa seurasi myös laajempi lean-periaatteiden soveltaminen rakentamiseen ja rakentamisessa otettiin lean-menetelyjä kuten Last Planner, Big Room, Target Value Delivery ja tahtituotanto. (Salminen 2021, 28–29)

Yhteistoiminnalliset toteutusmuodot ovat Suomessa yleistyneet ja samalla muokanneet rakentamista toimialana ja lisänneet lean-periaatteiden ja -menetelmien soveltamista laajemmin. Lean-filosofia ei enää suomalaisessa rakentamisessa ole sidoksissa allianssimalliin vaan siitä on kasvanut merkittävä rakennusala uudistava voima. (Salminen 2021, 28)

5 Tutkimuksen toteutus

5.1 Case-esittely

Tässä työssä perehdytään rakennushankkeen loppuunsaattamiseen case-esimerkin kautta. Työssä käytetään case-esimerkin hankkeesta nimeä Hanke X ja Hankeosat on numeroitu

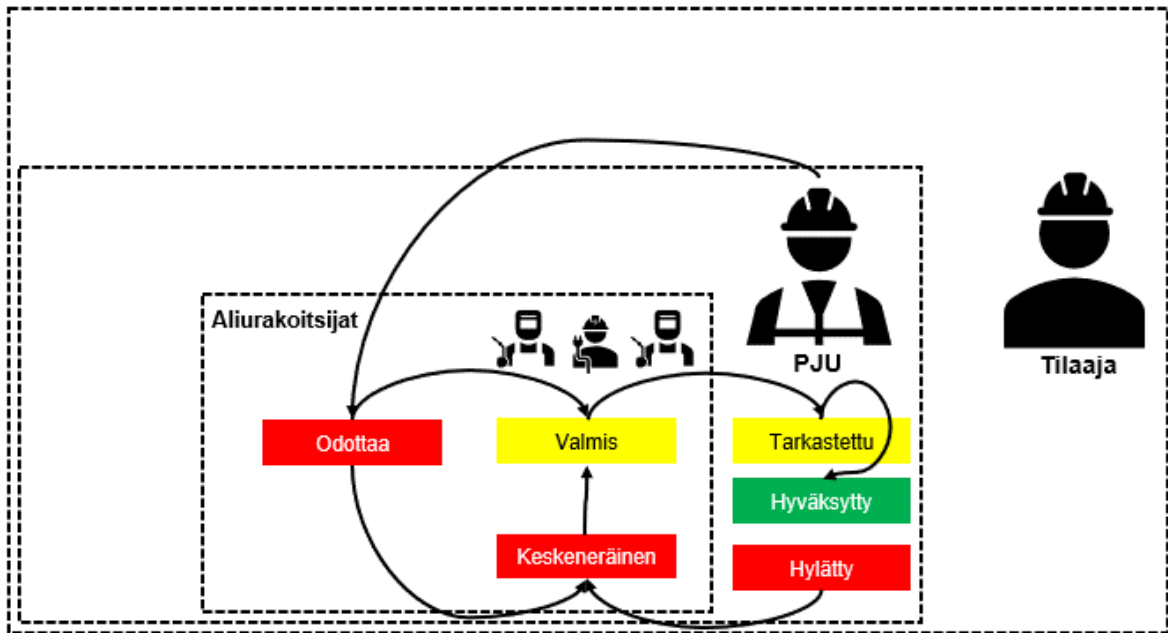
yhdestä viiteen. Case-esimerkkihankke on yhteiskunnallisestikin merkittävä rakennushanke, jonka rakentamisessa on sovellettu lean-toimintatapoja. Tutkimusten kannalta oleelliset hankeosat on toteutettu pääkaupunkiseudulla pääsääntöisesti 2020- luvulla. Tämän tutkimuksen kannalta merkittävä osuus eli hankkeen loppuunsaattaminen on toteutettu ja seurattu huhtikuun 2021 ja toukokuun 2022 välissä.

Tutkittava rakennushanke on useasta kokonaisuudesta koostuva hanke. Jokaiselle kokonaisuudelle on tässä yhteydessä valittu oma pääurakoitsijansa. Toteutusmuotoina hankeosissa toimi Projektinjohtourakka eli PJ-urakka. Tähän tutkimukseen on huomioitu hankeosista viisi, koska kyseiset hankeosat muistuttavat käyttötarkoitukseltaan ja teknisiltä ratkaisuiltaan toisiaan.

Hankkeen valmistumisen kannalta on ymmärrettävä miten, urakkasopimus ja tavoitteiden asetanta on rakennettu. Jokaisella omalla hankeosallaan on asetettu keskimäärin kymmenen erilaista välitavoitetta. Välitavoitteet ovat palvelleet tiettyjen osien valmistumista tai tietyn erityisurakoitsijan työn aloitusta. Välitavoitteet ovat olleet hankeosien välillä hyvin samankaltaiset ja sisällöltäänkin pitkälti yhteneväiset. Tässä työssä keskitytään pääasiassa välitavoitteeseen rakennustyöt valmiit. Tämän lisäksi hankkeen vastaanottopäivämäärä on tutkimuksessa ratkaiseva, koska lopullinen viimeistely ja viimeisten virheiden ja puutteiden korjaukset on tehty lähellä vastaanottoa.

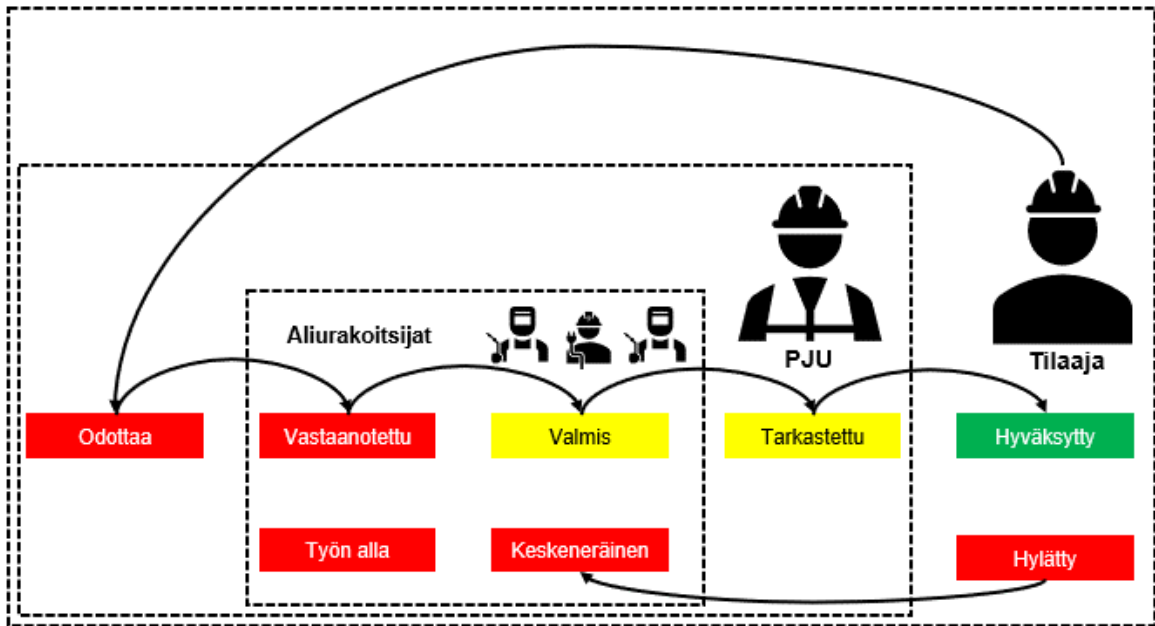
Hankkeen loppuunsaattamista on seurattu Congrid-sovelluksen avulla. Congrid on vuonna 2013 alkunsa saanut rakennusalan ammattilaisille tarkoitettu laadun- ja turvallisuudenhallinnan ohjelmisto (Congrid 2023). Congrid sovelluksella pystyy tekemään monenlaisia rakennustyömaan hallinnan ja seurannan tehtäviä kuten turvallisuusmittauksia ja -tarkastuksia, laatutarkastuksia, ylläpitämään työmaapäiväkirjaa ja luomaan betonointipöytäkirjoja (Congrid 2023). Tämän tutkimuksen osalta keskitytään Congrid sovelluksen tehtävälistojen käyttöön.

Tässä tutkimuksessa Congrid-tehtävähavainnot on jaettu kahdeksaan eri kategoriaan, jotka ovat Odottaa, Vastaanotettu, Keskeneräinen, Hylätty, Työn alla, Valmis, Tarkastettu ja Hyväksytty. Havaintojen on tarkoitus edetä havaitsemisesta hyväksyntään ja tarjota eri osapuolille reaaliaikainen tieto työmaan etenemisestä. Alla kuvissa 8 ja 9 on kuvattu havaintojen käsittelyn prosessi kaavio.



Kuva 8. Prosessikaavio PJ-urakoitsijan havaitseman puutehavainnon eteneminen.

Kuva 8 kertoo projektinjohtourakoitsijan havaitseman virhe- tai puutehavainnon käsittelyn kulun. PJ-urakoitsijan edustaja havaitsee puuteen ja merkitsee sen reaaliajassa Congrid-sovellukseen, jolloin sen aliurakoitsijan edustajalle lähtee ilmoitus uudesta havainnosta. Aliurakoitsijan avatessa havainnon siirtyy havainto Odottaa-tilasta Keskeneräiseksi, koska havainto on tullut aliurakoitsijan tietoon. Aliurakoitsija merkitsee työn tehdyksi muuttamalla havainnon statuksen Valmiiksi. Tämän jälkeen PJU:n työnjohtaja tarkastaa tai hylkää havainnon. Tarkastettu havainto on signaali töistä vastaavalle henkilölle esim. vastaavalle työnjohtajalle, että havainto on korjattu ja hän joko hyväksyy tai hylkää havainnon. Hylätty havainto toistaa saman prosessin ja Hyväksytty havainto puolestaan voidaan todeta hyväksytyksi tehdyksi.



Kuva 9. Prosessikaavio tilaajan edustajan havaitseman puutehavainnon etenemisestä

Kuva 9 kertoo Tilaajan edustajan havaitseman virhe- tai puutehavainnon käsittelyn kulun. Tilaajan edustaja havaitsee puutteen ja merkitsee sen Congrid-sovellukseen PJU:n vastuulle, jolloin PJU:n edustajalle lähtee ilmoitus uudesta havainnosta ja PJU:n edustaja puolestaan vastuuttaa sen eteenpäin omalle aliurakoitsijalleen. Aliurakoitsija saa ilmoituksen uudesta havainnosta ja aliurakoitsijan avatessa havainnon siirtyy havainto Odottaa tilasta Kesken-eräiseksi, koska nyt havainto on tullut aliurakoitsijan tietoon. Aliurakoitsija merkitsee työn tehdyksi muuttamalla havainnon statuksen Valmiiksi. Tämän jälkeen PJU:n työnjohtaja tarkastaa tai hylkää havainnon. Tarkastettu havainto on signaali Tilaajan edustalle esim. rakennustöiden valvojalle, että havainto on korjattu ja hän joko hyväksyy tai hylkää havainnon. Hylätty havainto toistaa saman prosessin ja palaa PJU:n aliurakoitsijalle tehtäväksi, kun taas hyväksytty havainto puolestaan voidaan todeta hyväksytyksi tehdyksi.

Kuten yllä esitetyissä kuvissa 8 ja 9 pystyy havaitsemaan niin tarkoituksena on, että havainnon laatinut taho hyväksyy havainnon. Näin myös pystytään varmistamaan, että havainnon laatinut taho varmistaa, että havainnon korjaamiseksi on havaitseijan mukaan tehty riittävät toimenpiteet.

5.1.1 Hankeosa 1

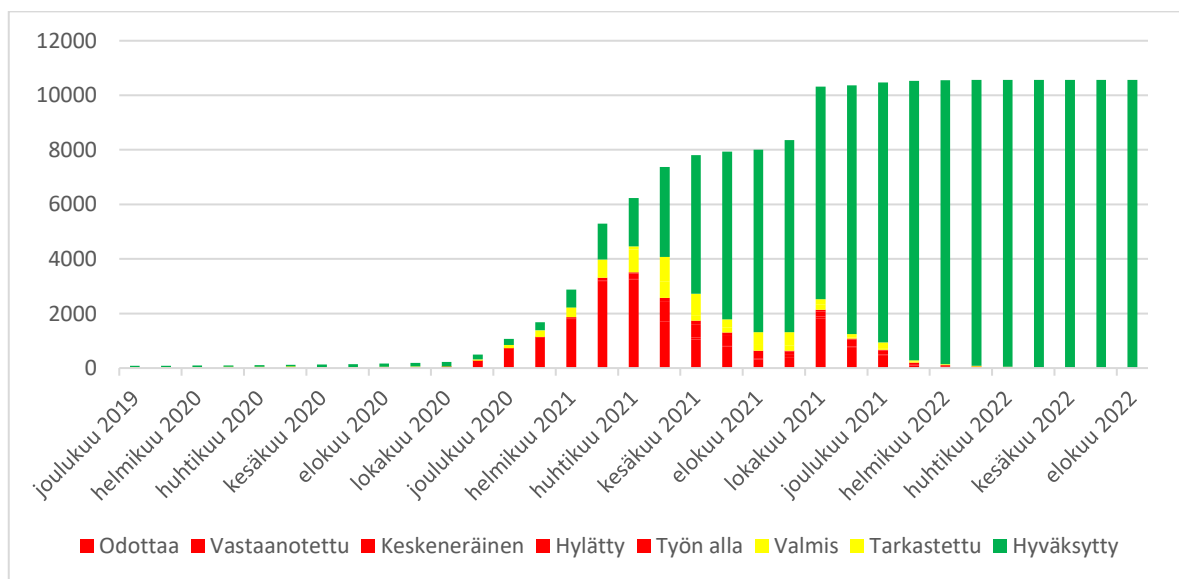
Hankeosa 1 osalta tavoite rakennustyöt valmiit on ollut alkuperäisen hyväksytyn yleisaikataulun mukaisesti heinäkuussa 2021. Tätä tavoitetta ovat yhdessä tilaaja ja urakoitsija siirtäneet ja se on saavutettu marraskuussa 2021. Rakennustyöt valmistuivat hankeosassa 1 yhteensä 19 viikkoa alkuperäistä aikataulua jäljessä. Hankeosa on kuitenkin pystytty vastaanottamaan tavoitteiden mukaisesti toukokuussa 2022.

Havaintoja tehtiin hankeosassa yhteensä 10 565 kpl, joista 1244 kpl oli hyväksymättä rakennustöiden ollessa valmiit ja 199 kpl tehtiin rakentamisen valmistumisen jälkeen. Hankeosan vastaanotossa hyväksymättömiä havaintoja oli yhteensä 9 kpl ja vastaanoton jälkeen tehtiin vielä kaksi havaintoa.

Hankeosa 1	Ajankohta	Hyväksymättä	Laadittu jälkeen	Yhteensä
Rakentaminen valmis alkuperäinen	heinäkuu 2021	1 790	2 626	4 416
Rakentaminen valmis toteutunut	marraskuu 2021	1 244	199	1 443
Vastaanotto	toukokuu 2022	9	2	11

Taulukko 3. Havaintojen määrä välitavoitteen aikaan tai laadittu tavoitepäivämäärän jälkeen

Hankeosan 1 havaintojen kertyminen ja statusjaottelu läpi rakennusajan on esitetty tarkemmin alla kuvassa 10.



Kuva 10. Hankeosa 1 havaintojen määrä ja status kuukausittain koko hankeen ajalta

5.1.2 Hankeosa 2

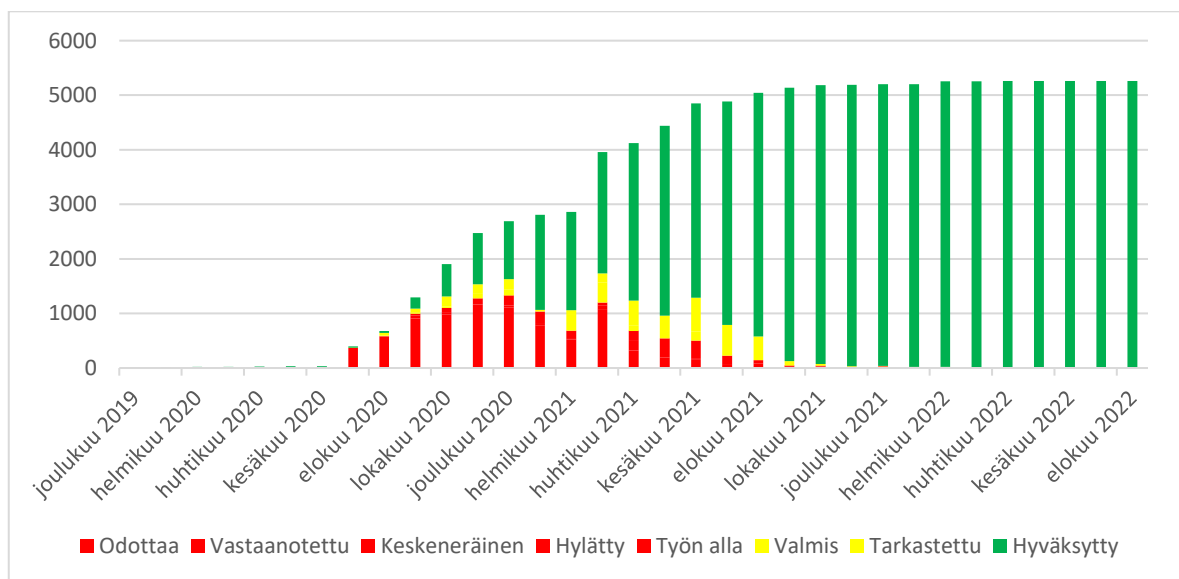
Hankeosa 2 osalta tavoite rakennustyöt valmiit on ollut alkuperäisen hyväksytyn yleisaikataulun mukaisesti marraskuussa 2020. Tätä tavoitetta ovat yhdessä tilaaja ja urakoitsija siirtäneet ja se on saavutettu lokakuussa 2021. Rakennustyöt valmistuivat hankeosassa yhteensä 45 viikkoa alkuperäistä aikataulua jäljessä. Hankeosa on kuitenkin vastaanotettu tavoitteiden mukaisesti toukokuussa 2022.

Havaintoja tehtiin hankeosassa yhteensä 5 258 kpl, joista 32 kpl oli hyväksymättä rakennustöiden ollessa valmiit ja 71 kpl tehtiin rakentamisen valmistumisen jälkeen. Hankeosan vastaanotossa hyväksymättömiä havaintoja tai vastaanoton jälkeen tehtyjä havaintoja ei ollut.

Hankeosa 2	Ajankohta	Hyväksymättä	Laadittu jälkeen	Yhteensä
Rakentaminen valmis alkuperäinen	marraskuu 2020	1535	2782	4317
Rakentaminen valmis toteutunut	lokakuu 2021	32	71	103
Vastaanotto	toukokuu 2022	0	0	0

Taulukko 4. Havaintojen määrä välitavoitteen aikaan tai laadittu tavoitepäivämäärän jälkeen

Hankeosan 2 havaintojen kertyminen ja statusjaottelu läpi rakennusajan on esitetty tarkemmin alla kuvassa 11.



Kuva 11. Hankeosa 2 havaintojen määrä ja status kuukausittain koko hankeen ajalta

5.1.3 Hankeosa 3

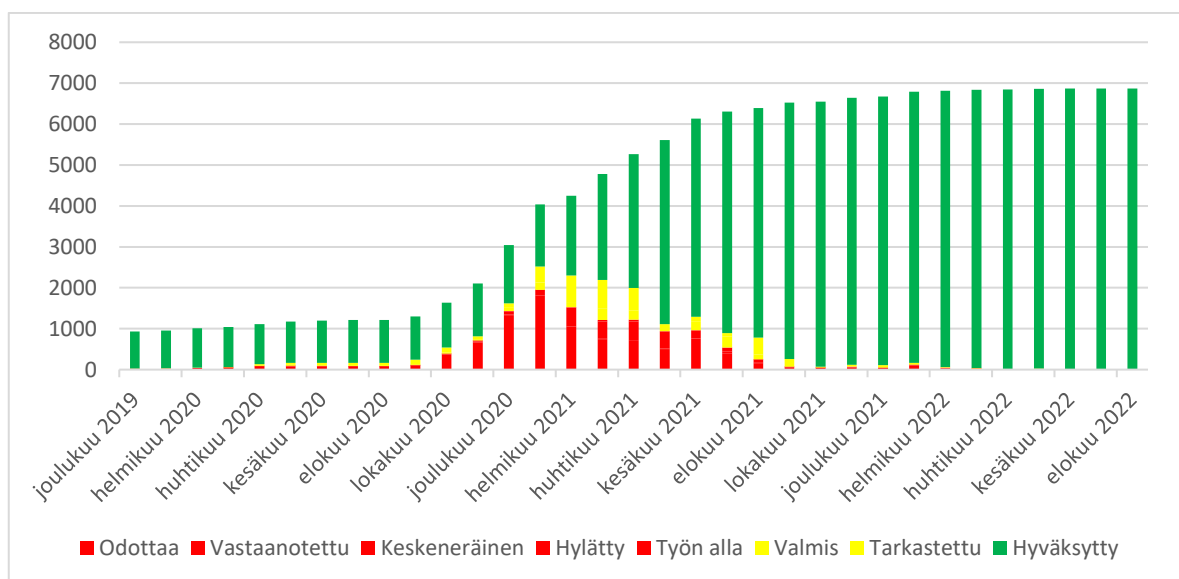
Hankeosa 3 osalta tavoite rakennustyöt valmiit on ollut alkuperäisen hyväksytyn yleisaikataulun mukaisesti heinäkuussa 2021. Tätä tavoitetta ovat yhdessä tilaaja ja urakoitsija siirtäneet ja se on saavutettu syyskuussa 2021. Rakennustyöt valmistuivat hankeosassa yhteensä 8 viikkoa alkuperäistä aikataulua jäljessä. Hankeosa on kuitenkin vastaanotettu tavoitteiden mukaisesti toukokuussa 2022.

Havaintoja tehtiin hankeosassa yhteensä 6 868 kpl, joista 262 kpl oli hyväksymättä rakennustöiden ollessa valmiit ja 342 kpl tehtiin rakentamisen valmistumisen jälkeen. Hankeosan vastaanotossa hyväksymättömiä havaintoja oli 23 kpl ja vastaanoton jälkeen tehtyjä havaintoja tehtiin kolme kappaletta.

Hankeosa 3	Ajankohta	Hyväksymättä	Laadittu jälkeen	Yhteensä
Rakentaminen valmis alkuperäinen	heinäkuu 2021	895	563	1458
Rakentaminen valmis toteutunut	syyskuu 2021	262	342	604
Vastaanotto	toukokuu 2022	23	3	26

Taulukko 5. Havaintojen määrä välitavoitteen aikaan tai laadittu tavoitepäivämäärän jälkeen

Hankeosan 3 havaintojen kertyminen ja statusjaottelu läpi rakennusajan on esitetty tarkemmin alla kuvassa 12.



Kuva 12. Hankeosa 3 havaintojen määrä ja status kuukausittain koko hankeen ajalta

5.1.4 Hankeosa 4

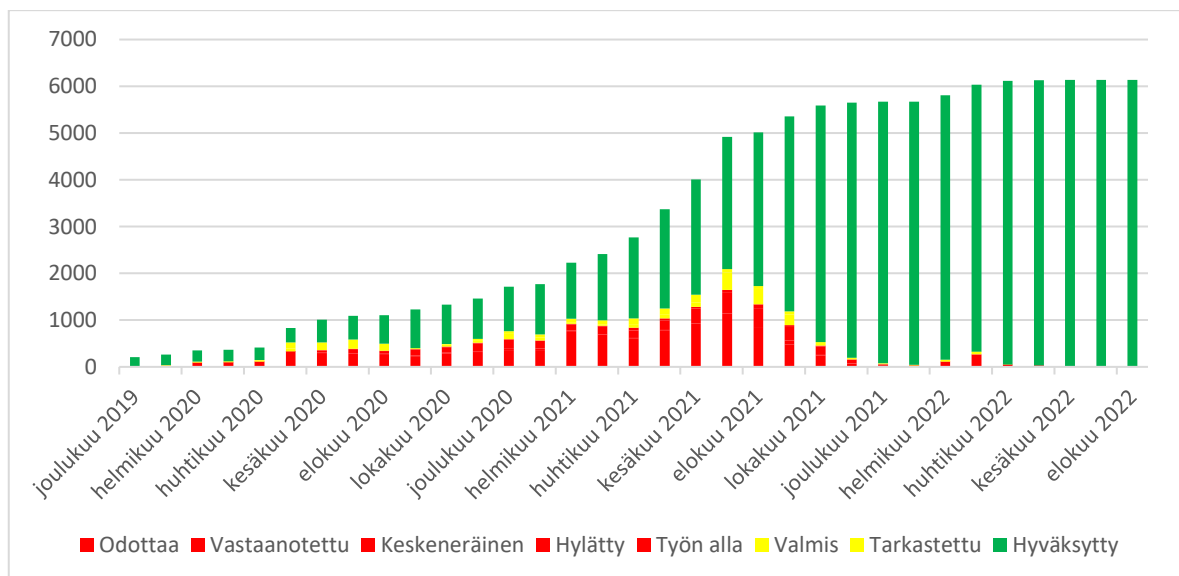
Hankeosa 4 osalta tavoite rakennustyöt valmiit oli alkuperäisen hyväksytyin yleisaikataulun mukaisesti heinäkuussa 2021. Tätä tavoitetta ovat yhdessä tilaaja ja urakoitsija siirtäneet ja se on saavutettu joulukuussa 2021. Rakennustyöt valmistuivat hankeosassa 21 viikkoa alkuperäistä aikataulua jäljessä. Hankeosa on kuitenkin vastaanotettu tavoitteiden mukaisesti toukokuussa 2022.

Havaintoja tehtiin hankeosassa yhteensä 6 138 kpl, joista 75 kpl oli hyväksymättä rakennustöiden ollessa valmiit ja 467 kpl tehtiin rakentamisen valmistumisen jälkeen. Hankeosan vastaanotossa hyväksymättömiä havaintoja oli 32 kpl ja vastaanoton jälkeen tehtyjä havaintoja tehtiin viisi kappaletta.

Hankeosa 4	Ajankohta	Hyväksymättä	Laadittu jälkeen	Yhteensä
Rakentaminen valmis alkuperäinen	heinäkuu 2021	2089	1222	3311
Rakentaminen valmis toteutunut	joulukuu 2021	75	467	542
Vastaanotto	toukokuu 2022	32	5	37

Taulukko 6. Havaintojen määrä välitavoitteen aikaan tai laadittu tavoitepäivämäärän jälkeen

Hankeosan 4 havaintojen kertyminen ja statusjaottelu läpi rakennusajan on esitetty tarkemmin alla kuvassa 13.



Kuva 13. Hankeosa 4 havaintojen määrä ja status kuukausittain koko hankeen ajalta

5.1.5 Hankeosa 5

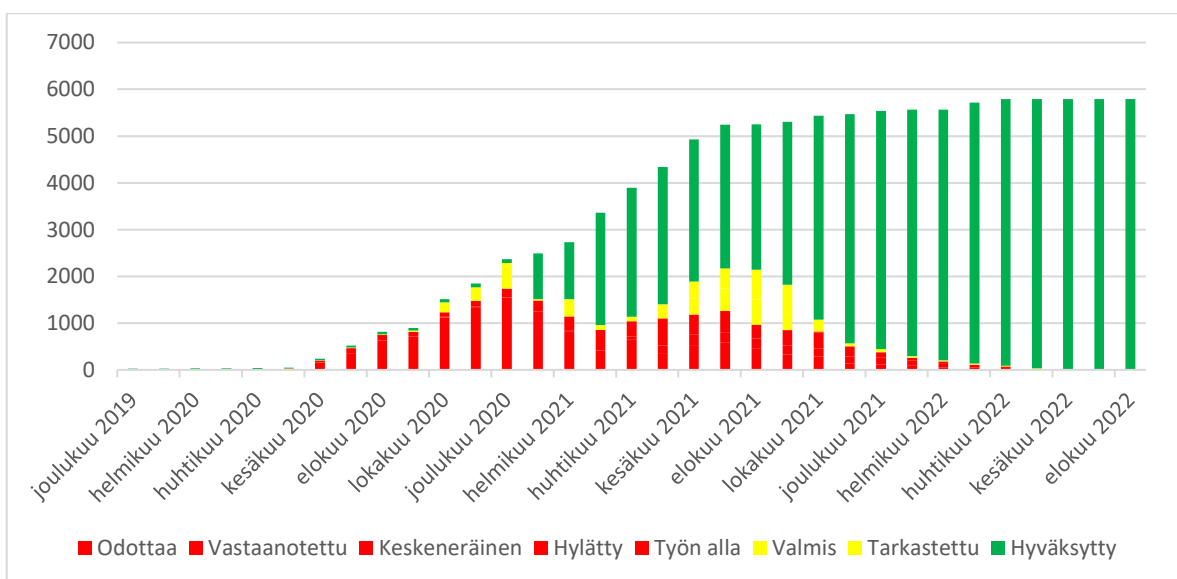
Hankeosa 5 osalta tavoite rakennustyöt valmiit oli alkuperäisen hyväksytyin yleisaikataulun mukaisesti helmikuussa 2021. Tätä tavoitetta ovat yhdessä tilaaja ja urakoitsija siirtäneet ja se on saavutettu heinäkuussa 2021. Rakennustyöt valmistuivat hankeosassa 21 viikkoa alkuperäistä aikataulua jäljessä. Hankeosa on kuitenkin vastaanotettu huhtikuussa 2022 yhteensä kaksi viikkoa suunniteltua aiemmin.

Havainnot tehtiin hankeosassa yhteensä 5 791 kpl, joista 2 171 kpl oli hyväksymättä rakennustöiden ollessa valmiit ja 547 kpl tehtiin rakentamisen valmistumisen jälkeen. Hankeosan vastaanotossa hyväksymättömiä havainnot oli 137 kpl ja vastaanoton jälkeen tehtyjä havainnot tehtiin yksi kappale.

Hankeosa 5	Ajankohta	Hyväksymättä	Laadittu jälkeen	Yhteensä
Rakentaminen valmis alkuperäinen	helmikuu 2021	1513	3063	4576
Rakentaminen valmis toteutunut	heinäkuu 2021	2171	547	2718
Vastaanotto	huhtikuu 2022	137	1	138

Taulukko 7. Havaintojen määrä välitavoitteen aikaan tai laadittu tavoitepäivämäärän jälkeen

Hankeosan 4 havaintojen kertyminen ja statusjaottelu läpi rakennusajan on esitetty tarkemmin alla kuvassa 14.



Kuva 14. Hankeosa 5 havaintojen määrä ja status kuukausittain koko hankeen ajalta

5.1.6 Hankeosat 1-5 yhteensä

Hankeosien läpikäynti paljastaa, että jokaisessa kohteessa alkuperäisenä tavoitepäivänä, jolloin rakentamisen olisi pitänyt olla valmis ei yhdelläkään hankeosalla ollut valmiutta havaintojen lukumäärän perusteella olla valmis. Hankeosissa 1, 2 ja 5 havaintoja tehtiin enemmän vielä alkuperäisenä rakentaminen valmis tavoitepäivän jälkeen, kuin hyväksymättömiä virhe- ja puutehavaintoja oli tiedossa.

Hankeosa ja tavoite	Ajankohta	Hyväksymättä	Laadittu jälkeen	Yhteensä
Hankeosa 1: Rakentaminen valmis alkuperäinen	heinäkuu 2021	1790	2626	4416
Hankeosa 2: Rakentaminen valmis alkuperäinen	marraskuu 2020	1535	2782	4317
Hankeosa 3: Rakentaminen valmis alkuperäinen	heinäkuu 2021	895	563	1458
Hankeosa 4: Rakentaminen valmis alkuperäinen	heinäkuu 2021	2089	1222	3311
Hankeosa 5: Rakentaminen valmis alkuperäinen	helmikuu 2021	1513	3063	4576

Taulukko 8. Virhe- ja puutehavaintomäärät alkuperäisessä rakentaminen valmis tavoitteessa

Toteutuneen rakentaminen valmis tavoitepäivämäärän mukaan voidaan hankeosat jakaa kahteen kategoriaan. Hankeosat 1 ja 5, joissa havaintoja oli paljon hyväksymättä, vielä rakentaminen valmis päivänä sekä hankeosat 2, 3 ja 4, joissa hyväksymättömiä havaintoja oli kohtuullisen vähän.

Rakentamisen ollessa valmis hankeosassa 1 hyväksymättömiä havaintoja oli 1 244 kappaletta ja havaintoja tehtiin vielä rakentamisen valmistumisen jälkeen 199 kappaletta. Hankeosassa 5 rakentamisen valmistuessa havaintoja oli avoinna 2 171 kappaletta ja uusia havaintoja valmistumisen jälkeen laadittiin 547 kappaletta.

Hankeosa ja tavoite	Ajankohta	Hyväksymättä	Laadittu jälkeen	Yhteensä
Hankeosa 1: Rakentaminen valmis toteutunut	marraskuu 2021	1 244	199	1 443
Hankeosa 5: Rakentaminen valmis toteutunut	heinäkuu 2021	2 171	547	2 718

Taulukko 9. Hankeosat 1 ja 5 havaintojen määrä rakentamisen valmistuessa

Hankeosat 2,3 ja 4 olivat rakentaminen valmis tavoitteen saavuttamishetkellä huomattavasti hankeosia 1 ja 5 valmiimpia. Hankeosassa 2 hyväksymättömiä havaintoja oli 32 kappaletta ja rakentamisen valmistumisen jälkeen niitä havaittiin 71 kappaletta lisää. Hankeosan 3 rakentamisen valmistuessa hyväksymättömiä havaintoja oli 262 kappaletta ja uusia havaintoja rakentamisen valmistumisen jälkeen laadittiin 342 kappaletta. Hankeosan 4 rakentamisen valmistumisen aikana hyväksymättömiä havaintoja oli 75 kappaletta ja uusia havaintoja laadittiin rakentamisen valmistumisen jälkeen yhteensä 467 kappaletta.

Hankeosa ja tavoite	Ajan-kohta	Hyväksymättä	Laadittu jälkeen	Yhteensä
Hankeosa 2: Rakentaminen valmis toteutunut	lokakuu 2021	32	71	103
Hankeosa 3: Rakentaminen valmis toteutunut	syyskuu 2021	262	342	604
Hankeosa 4: Rakentaminen valmis toteutunut	joulukuu 2021	75	467	542

Taulukko 10. Hankeosien 2, 3 ja 4 havaintojen määrä rakentamisen valmistuessa

Hankeosien vastaanotossa kaikki hankkeet olivat hyvin pitkälti valmiita ja kohteissa oli jonkin verran avoimia havaintoja. Eniten avoimia havaintoja oli hankeosassa 5, minkä vastaanotto oli myös muita hankeosia aiemmin. Avoimia havaintoja selittää, tiettyjen havaintojen osalta pitkät toimitusajat tai epäedulliset olosuhteet havainnon korjaamiselle. Hankeosa 2 oli ainoa hanke minkä kohdalla päästiin niin kutsuttuun nollavirheluovutukseen, jossa kaikki havaitut puutteet on korjattu urakka-aikana.

Hankeosa ja tavoite	Ajankohta	Hyväksymättä	Laadittu jälkeen	Yhteensä
Hankeosa 1: Vastaanotto	toukokuu 2022	9	2	11
Hankeosa 2: Vastaanotto	toukokuu 2022	0	0	0
Hankeosa 3: Vastaanotto	toukokuu 2022	23	3	26
Hankeosa 4: Vastaanotto	toukokuu 2022	32	5	37
Hankeosa 5: Vastaanotto	huhtikuu 2022	137	1	138

Taulukko 11. Hankeosien havaintojen määrä vastaanotossa

Edellä olevan koonnin lisäksi hyväksymättömien havaintojen määrä ja alkuperäisen rakentaminen valmis -, toteutuneen rakentaminen valmis - ja vastaanottopäivämäärien havaintojen lukumäärät on koottu kohteittain, kun viimeinenkin viidestä hankeosasta on saavuttanut tavoitteen. Tämä yhteenveto paljastaa saman kuin aiempikin vertailu koskien alkuperäisiä rakentaminen valmis tavoitepäiviä. Rakentaminen on läpi hankkeen vielä erittäin kesken ja jokaisessa hankkeessa oli hyväksymättömiä havaintoja ja tavoitepäivämäärän jälkeen laadittuja havaintoja yhteensä yli tuhat kappaletta.

Hankeosa ja tavoite	Ajankohta	Hyväksymättä	Laadittu jälkeen	Yhteensä
Hankeosa 1: Rakentaminen valmis alkuperäinen viimeinen	heinäkuu 2021	2725	2759	5484
Hankeosa 2: Rakentaminen valmis alkuperäinen viimeinen	heinäkuu 2021	787	375	1162
Hankeosa 3: Rakentaminen valmis alkuperäinen viimeinen	heinäkuu 2021	895	565	1460
Hankeosa 4: Rakentaminen valmis alkuperäinen viimeinen	heinäkuu 2021	2089	1222	3311
Hankeosa 5: Rakentaminen valmis alkuperäinen viimeinen	heinäkuu 2021	2171	547	2718

Taulukko 12. Virhe- ja puutehavaintomäärät viimeisen alkuperäisessä rakentaminen valmis tavoitteen mukaan

Rakentaminen saatiin valmiiksi hankkeessa joulukuussa 2021, jolloin hankeosa 4 saavutti viimeisenä rakentaminen valmis tavoitteen. Tämä paljastaa saman kuin aiempi vertailu, jonka mukaan hankkeet voidaan rakentamisen valmistumisen mukaan jakaa kahteen kategoriaan, tosin hankeosa 5 osalta havaintojen määrä on vähentynyt jo huomattavasti heinäkuusta 2021, jolloin rakentaminen valmistui siellä ja havaintoja oli hyväksymättä tai havaitsematta vielä yhteensä 2 718 kappaletta.

Hankeosa ja tavoite	Ajankohta	Hyväksymättä	Laadittu jälkeen	Yhteensä
Hankeosa 1: Rakentaminen valmis toteutunut viimeinen	joulukuu 2021	941	99	1040
Hankeosa 2: Rakentaminen valmis toteutunut viimeinen	joulukuu 2021	38	57	95
Hankeosa 3: Rakentaminen valmis toteutunut viimeinen	joulukuu 2021	111	194	305
Hankeosa 4: Rakentaminen valmis toteutunut viimeinen	joulukuu 2021	75	467	542
Hankeosa 5: Rakentaminen valmis toteutunut viimeinen	joulukuu 2021	446	254	700

Taulukko 13. Viimeisen toteutuneen rakentaminen valmis päivämäärän aikana hyväksymättömät ja sen jälkeen tehdyt havainnot

Vertailu kaikkien hankeosien vastaanoton kohdalla verrattuna hankeosien vastaanottoon ei muutu paljoa aiemmin tehdystä vertailusta, koska ainoastaan hankeosa 5 vastaanotettiin kaksi viikkoa suunniteltua aiemmin ja muut hankeosat vastaanotettiin tavoitteen mukaisesti toukokuussa 2022. Tässä ajassa myös hankeosan viisi vastaanoton tilanteen 138 havainnosta päästiin 36 avoimeen havaintoon.

Hankeosa ja tavoite	Ajankohta	Hyväksymättä	Laa- dittu jälkeen	Yhteensä
Hankeosa 1: Vastaanotto viimeinen	toukokuu 2022	9	0	9
Hankeosa 2: Vastaanotto viimeinen	toukokuu 2022	0	0	0
Hankeosa 3: Vastaanotto viimeinen	toukokuu 2022	23	3	26
Hankeosa 4: Vastaanotto viimeinen	toukokuu 2022	32	5	37
Hankeosa 5: Vastaanotto viimeinen	toukokuu 2022	36	0	36

Taulukko 14. Viimeisen vastaanotto päivämäärän aikana hyväksymättömät ja sen jälkeen tehdyt havainnot

Kaikki hankeosat huomioiden voidaan todeta koko hankkeen rakentamisen olleen erittäin kesken alkuperäisten rakentaminen valmis päivämäärien kohdalla. Hyväksymättömiä havaintoja on ollut tällöin vielä yhteensä 7 822 kappaletta ja tämän jälkeen havaintoja on laadittu 10 256 kappaletta. Kokonaisuudessaan hankkeessa laadittiin yhteensä 34 620 havaintoa. Karkeasti havaintojen perusteella voidaan todeta, että hankkeen toteuttaminen oli puoleksi valmis, eikä tilanne muuttunut merkittävästi viimeisen rakentaminen valmis päivämäärän kohdalla heinäkuussa 2021.

Hankeosat 1–5 yhteensä	Ajankohta	Hyväk- symättä	Laa- dittu jälkeen	Yhteensä
Rakentaminen valmis alkuperäinen	Eri toteutu- mispäivä	7 822	10 256	18 078
Rakentaminen valmis alkuperäinen viimeinen	heinäkuu 2021	8 667	5 468	14 135

Taulukko 15. Hyväksymättömien ja tavoitepäivämäärän jälkeen laadittujen havaintojen lukumäärä rakentaminen valmis tavoitepäivien jälkeen

Rakentamisen valmistuessa koko hanketasolla hyväksymättömiä havaintoja tai vielä tavoitteen saavuttamishetkellä laatimattomia havaintoja oli yhteensä 5410 kappaletta hankkeen kokonaisuutena 34 620 havainnosta. Tämän mukaan hankkeen valmiusaste on havainnoilla mitattuna ollut noin 84 %. Kaikkien hankeosien saavutettua rakentaminen valmis tavoitteen joulukuussa 2021 koko hankkeen hyväksymättömien ja tämän jälkeen laadittujen havaintojen lukumäärä oli yhteensä 2 682 kappaletta, eli hankkeen valmius oli joulukuussa 2021 kaikkien hankeosien rakentamisen ollessa valmis noin 92 %.

Hankeosat 1-5 yhteensä	Ajankohta	Hyväksymättä	Laadittu jälkeen	Yhteensä
Rakentaminen valmis toteutunut	Eri toteutumispäivä	3784	1626	5410
Rakentaminen valmis toteutunut viimeinen	joulukuu 2021	1611	1071	2682

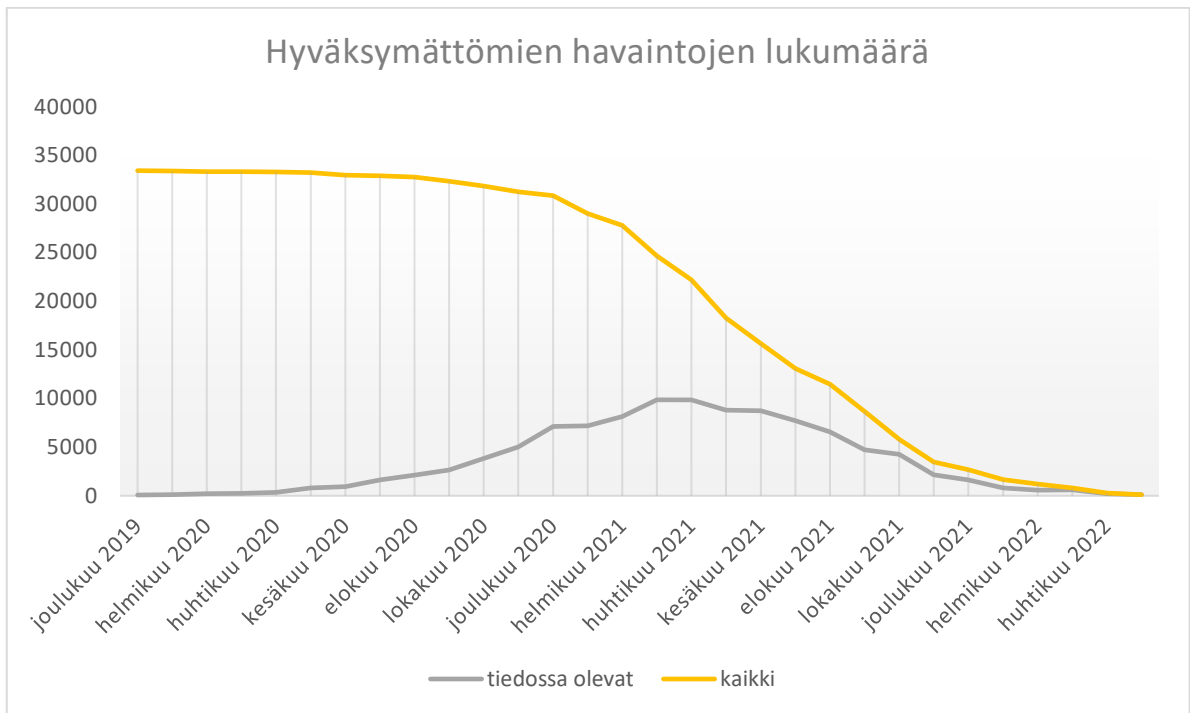
Taulukko 16. Hyväksymättömien ja tavoitepäivämäärän jälkeen laadittujen havaintojen lukumäärä toteutuneen rakentaminen valmis tavoitteen mukaan

Hankeosien vastaanotossa kaikista hankkeen 34 620 havainnosta hyväksymättä tai laatimatta oli 212 kappaletta. Hankkeen valmiusaste havainnoilla mitattuna oli 99,39 %. Hankkeen tavoitteen mukaisena valmistumisajankohtana eli toukokuussa 2021 hyväksymättömiä havaintoja oli yhteensä 100 kappaletta ja uusia havaintoja tehtiin tämän jälkeen vielä kahdeksan kappaletta. Hankkeen valmiusaste toukokuussa 2021 hyväksytyillä havainnoilla mitattuna oli siis 99,69 %.

Hankeosat 1-5 yhteensä	Ajankohta	Hyväksymättä	Laadittu jälkeen	Yhteensä
Vastaanotto	Eri toteutumispäivä	201	11	212
Vastaanotto viimeinen	toukokuu 2022	100	8	108

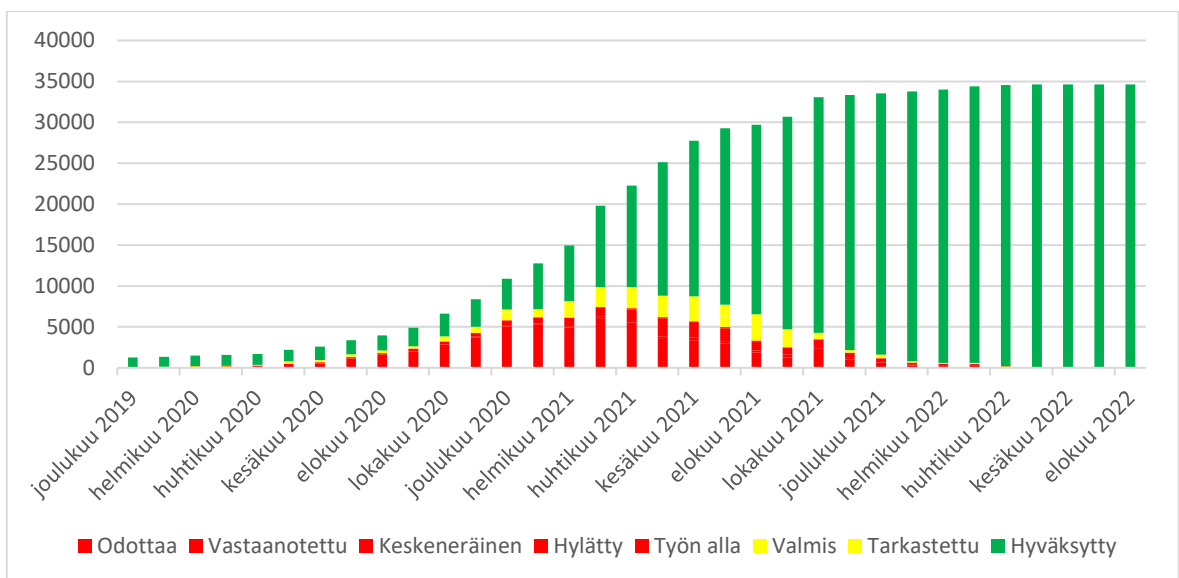
Taulukko 17. Hyväksymättömien ja tavoitepäivämäärän jälkeen laadittujen havaintojen lukumäärä hankeosien vastaanotossa

Selkeästi voidaan havaita virhe- ja puutehavaintojen tietoisuuden tila läpi case-esimerkkihankkeen. Tarkastelemalla Kuvaa 15 voidaan havaita, että käyrät tiedossa olevien virhe- ja puutehavaintojen sekä koko hankkeen aikana havaittujen virhe- ja puutehavaintojen käyrät lähentyvät toisiaan vasta hyvin myöhään hankkeessa. Samalla voidaan havaita, että suurin osa tehdyistä havainnoista on hyväksytty joulukuussa 2021, milloin viimeinen viidestä hankeosasta saavutti tavoitteen rakennustyöt valmiit, hyväksymättömiä tai tiedostamattomia havaintoja oli tuolloin yhteensä 2682 kappaletta. Näistä havainnoista toukokuussa 2022, milloin kaikki hankeosat olivat vastaanotettu hyväksymättömiä havaintoja, oli enää 108 kappaletta. Tuon puolen vuoden aikana havaintoja siis korjattiin yhteensä 2574 kappaletta. Vertailun vuoksi tätä edeltäneenä kuutena kuukautena havaintoja korjattiin hyväksytyksi 12 176 mikä on melkein viisinkertainen määrä.



Kuva 15. Ero kaikkien havaintojen ja tiedossa olevien havaintojen välillä

Hankeosien 1-5 yhteenlaskettu havaintojen kertyminen ja statusjaottelu läpi rakennusajan on esitetty tarkemmin alla kuvassa 16.



Kuva 16. Virhe- ja puute havaintojen määrä statusryhmittäin.

Kaikkien hyväksymättömien ja kyseisen päivämäärän jälkeen laadittujen havaintojen määrä koko case-esimerkkihankkeessa on esitettyä alla taulukossa 18. Vertailussa on huomioitu hankeosien tilanne, kun viimeinenkin hankeosista on saavuttanut kyseisen tavoitteen.

Yhteensä hankeosat 1–5	Ajankohta	Hyväksymättä	Laadittu jälkeen	Yhteensä
Rakentaminen valmis alkuperäinen viimeinen	heinäkuu 2021	8667	5468	14135
Rakentaminen valmis toteutunut viimeinen	joulukuu 2021	1611	1071	2682
Vastaanotto viimeinen	toukokuu 2022	100	8	108

Taulukko 18. Hankeen hyväksymättömien ja laadittu jälkeen havaintojen määrä, kun kaikki hankeosat ovat saavuttaneet kyseisen tavoitteen

5.2 Haastattelut

Tutkimukseen haastatteluosuus suoritettiin puolistrukturoituna teemahaastatteluina. Hyvärin, Vuorisen ja Vuoren mukaan Puolistrukturoidussa haastattelussa kysymykset on laadittu ennakkoon ja ne esitetään enemmän tai vähemmän samassa muodossa, mutta vastaamistapa on kuitenkin vapaa (Hyvärinen, Suoninen, Vuori).

Teemahaastattelussa kysymyksiä ei muotoilla tarkasti ennalta tai esitetä aina samassa muodossa. Tutkimuksessa perehdytään ennalta tutkimusaiheeseen ja sen kirjallisuuteen, jonka pohjalta valitaan omat näkökulmat ja kysymykset. Tutkija päättää haastattelunsa teemat ja kysyy vapaasti muotoillen kysymyksiä näistä teemoista haastatteluissa. (Hyvärinen, Suoninen, Vuori)

Tässä tutkimuksessa haastattelukysymykset ja niiden järjestys oli ennalta määritelty, mutta kysymykset tehtiin muunneltaviksi. Haastattelukysymykset valikoituivat kahden teeman ympärille rakentamisen loppuun saattamisen tehostaminen ja lean rakentamisessa. Molemmilla teemoilla pyrittiin saamaan tietoa siitä, miten rakentamisen loppuunsaattamisessa on onnistunut ja miten havaintojen perusteella toimintaa voitaisiin edelleen kehittää.

Haastattelukysymykset ja niiden järjestys oli haastatteluissa seuraava:

- Onko Lean sinulle entuudestaan tuttu?
 - Skaala: Ei yhtään tuttu - Tiedän vähän – EOS – Tuttu - Erittäin tuttu.
- Oletko käyttänyt lean työkaluja case-hankkeessa? Entä muuten?
- Olivatko hankkeessa käytetyt lean menetelmät hyödyllisiä hankkeen loppuunsaattamisessa?

- Mikä oli mielestäsi hankkeen loppuunsaattamisen ”heikoin lenkki” (pahimmat kipupisteet)?
 - Miten sitä olisi mielestäsi mahdollista parantaa tai tehostaa hankkeen/ hankeosan loppuunsaattamisessa?
- Mistä mielestäsi olisi saatu luotua asiakkaalle (lue tilaajalle) lisää arvoa?
- Muuta aiheeseen liittyvää?

Haastatteluiden painopistettä muokattiin haastateltavien mukaan ja haastattelut toteutettiin vapaamuotoisina keskustelutilaisuuksina. Haastattelut nauhoitettiin niiden läpikäynnin helpottamiseksi. Haastattelukysymykset toimitettiin haastateltaville ennen haastatteluja, mutta haastateltavien perehtymiseen kysymyksiin tai aineistoon ei otettu haastatteluissa kantaa.

Haastateltavien valintakriteereinä toimi henkilöiden kokemus tutkimuksen case-esimerkki-hankkeesta Hanke X. Kaikki haastateltavat ovat olleet osa hankkeen rakennuttamisorganisaatiota. Näpärän mukaan Haastateltavilla on oltava erityistietämystä haastattelijaa kiinnostavasta aiheesta (Näpärä 2017). Tässä tapauksessa jokainen haastateltava on ollut osallisena case-esimerkkihankkeen Hanke X:n loppuunsaattamisessa. Haastatteluista karsittiin pois urakoitsijoiden edustajat sekä tilaajan valvojat. Urakoitsijoiden edustajia tai tilaajan valvojia ei haastateltu, koska heidän näkökulmansa hankkeen kokonaisuuden kannalta oletettiin olevan muotoutunut puhtaasti vain yhden hankeosan perusteella, koska molemmat ryhmät keskittyivät työssään vahvasti yhden hankeosan toteutukseen.

Haastattelu N:o	Titteli	Haastattelun kesto	Lean tuttu?
1	Projekti-insinööri	23 min 8 sek	Ei yhtään tuttu
2	Rakennuttajapäällikkö	1 h 16 min 42 sek	Tuttu
3	Tilannekeskusinsinööri	1 h 1 min 33 sek	Tuttu / Erittäin tuttu
4	Kohdepäällikkö	50 min 22 sek	Tiedän vähän
5	Projekti-insinööri	51 min 20 sek	Tuttu
6	Projektinjohtaja	49 min 59 sek	Tuttu

Taulukko 19. Haastattelut, haastateltavien tittelit ja haastatteluiden kestot

Osa haastateltavista katsoi hanketta enemmän hankeosan näkökulmasta, kun taas osa oli enemmän keskittynyt roolinsa mukaan hankkeeseen kokonaisuutena. Haastatteluissa pyrittiin huomioimaan minkä kokonaisuuden näkökulmasta henkilöiden näkemys hankkeen kokonaisuudesta muodostui. Nämä näkökulmat tunnistettiin ennen haastatteluja huomioiden haastateltavien eriävät tehtäväkuvat.

Projektinjohtaja johtaa hanketta kokonaisuutena ja samoin myös tilannekeskusinsinööri hallinnoi koko hankkeen toteuttamiseen liittyvää dataa ja auttaa hankkeen johtoa muodostamaan tilannekuvaa hankkeesta. Kohdepäällikkö ja rakennuttajapäällikkö ovat lähtökohtaisesti keskittyneet yhden hankeosan rakennuttamiseen, mutta tietoisia myös koko hankkeen tilanteesta johtuen heidän osallistumisestaan hanketason tilannekuvapalavereihin. Projektinsinöörin näkökulma hankkeesta puolestaan on muihin tehtäviin verrattuna enemmän tietyn hankeosaan kohdistuva, mutta sisältää myös tiedonvaihtoa eri hankeosien välillä.

Haastattelut aloitettiin esittelemällä PP-esitys case-hankkeen virhe- ja puutehavainnoista. Esityksessä käytiin läpi hyväksymättömien havaintojen määrä hankeosittain ja koko hankkeesta kokonaisuutena. Tarkastelussa keskityttiin erityisesti kolmeen ajankohtaan: rakentaminen valmis alkuperäinen, rakentaminen valmis toteutunut ja vastaanotto. Haastateltavia pyydettiin asettamaan aiempi tietämyksensä lean ajattelusta skaalalle: ei yhtään tuttu – tiedän vähän – en osaa sanoa – tuttu – erittäin tuttu. Osassa haastatteluja, mikäli haastateltavan ennakkotiedot lean ajattelusta tai työkaluista olivat vähäisiä, käytiin läpi lean-ajattelua ja yleisimpiä työkaluja ja periaatteita, tämän jälkeen haastatteluissa edettiin edellä esitettyjen haastattelukysymysten mukaisessa järjestyksessä vapaasti keskustellen.

5.2.1 Käytetyt menetelmät

Haastatteluissa tunnistettiin, että lean työkalut ja menetelmät ovat hyviä, mutta haaste on niiden jalkauttamisessa. Työkalujen ja menetelmien saaminen osaksi työtä suorittavien ihmisten jokapäiväistä käyttöä ja rutiininomaista tekemistä on haastavaa. Varsinkin hankkeen alussa kokemus oli, että tilaajaorganisaatiossa oli paremmin ymmärrystä käytössä olleista menetelmistä ja niiden hyödyntämisen tavoitteista. Haastatteluissa nousikin esiin ajatus olisiko käytettyjen työkalujen määrää pitänyt karsia jotenkin, koska eri organisaatioiden tarpeista ja toimintatavoista riippuen hankkeessa käytettiin osittain päällekkäisiä työkaluja, jotka aiheuttivat ylimääräistä työtä, mutta kokemus oli, että tilaajaorganisaatio ei lähtökohtaisesti halunnut pakottaa urakoitsijaa jonkun tietyn ohjelman käyttöön, jos heillä oli kokemusta toisen ohjelman käytöstä tai muuta vastaavaa.

Työkalujen käyttöönotossa täytyy huomioida, että case-esimerkkihankkeessa ei olla Toyotan tehtaalla missä kaikki saavat palkan Toyotalta. Rakennusala on pirstaleinen, sidosryhmiä on paljon, urakkaketjut ovat usein monimutkaisia ja käsin tehtävää työtä on usein paljon.

Tämän lisäksi, kun muistaa, että samaa hanketta ei koskaan toisteta samanlaisena samassa paikassa. Tämä kaikki yhdistettynä luo erittäin haastavan toimintaympäristön.

Haastatteluissa esiin nousi useita eri lean menetelmiä ja -työkaluja, joita olivat Gemba-kävely, PDSA-sykli, Tilannejohtaminen, Kanban, A3-ongelmanratkaisu, 5 x Miksi, Kata-malli, Päiväkokoukset, Ishikawa-kaavio, Last Planner, Big Room, yhteistyö- ja kehitystyöpajat, tahtituotanto sekä tilaajan tavoitteisiin toimituksesta. Aiemmin kirjallisuuskatsauksessa tunnistetuista menetelmistä suoraa kokemusta ei haastatteluilla ollut arvovirtakuvauksesta, 5S-menetelmästä eikä systeemiarkkityypeistä.

Haastatteluiden perusteella menetelmistä korostuivat kanban, Big Room -toimintamalli ja Tilannejohtamismalli. Kanban on tässä yhteydessä pitkälti linkitetty hankkeessa käytettyyn virhe- ja puutehavaintojen hallintaan käytettyyn sovellukseen Congridiin. Congrid-sovellus koettiin erinomaiseksi työkaluksi virhe- ja puutehavaintojen laatimiseen ja seurantaan. Sovelluksen avulla pystyttiin muodostamaan hyvä loki virheiden ja puutteiden määrästä sekä korjaustoimenpiteiden etenemisestä. Erinomaista oli myös mahdollisuus kytkeä havainnot suoraan suunnitelmiin.

Hankkeessa oli käytössä kaksijakoinen Big Room -malli, jossa oli niin kutsuttu tilaajan Big room organisaatio, jossa työskentelivät pääosassa tilaajan edustajat, rakennuttajakonsultit sekä osa suunnittelijoista. Hankkeen toinen Big Room variaatio sisälsi hankeosien omat eli työmaiden Big Roomit, joissa pyrittiin parantamaan tilaajaorganisaation ja hankeosan urakoitsijoiden yhteistyötä. Tämä hankeosien oma Big Room toimi haastattelujen perusteella vaihtelevasti ja kokemukset eri hankeosien välillä erosivat suuresti toisistaan. Hyväksi Big Room koettiin kuitenkin koska siinä korostuu yhdessä tekeminen ja kommunikaatio. Parhaimmillaan Big room -toimintamallin ansiosta tilaaja pystyi reagoimaan haasteisiin työmaalla välittömästi, eikä vasta seuraavassa työmaakokouksessa, joita tyypillisesti järjestetään hankeosissa noin kuukauden välein.

Hankkeessa käytössä ollut urakkamuoto oli yhteistoiminnallinen, mutta ei sellaisenaan mahdollistanut allianssimaista Big Room -organisaatiota, missä kaikki hankkeen osapuolet ovat läsnä. Tämä osaltaan heikensi Big room -mallin toimintaa. Toinen oppi tulevaisuuteen on hankkeessa olleiden sivu-urakoitsijoiden, joita hankkeessa oli merkittävä määrä, mukaan ottaminen Big room -organisaatioon. Nyt osassa haastatteluissa havaittiin, että sivu-urakoitsijoilla oli sopimussummaansa suurempi vaikutus hankkeen onnistumiseen tahdistuen

hanketta kokonaisuutena, mutta heidän mukaansa saaminen kumpaakaan aiemmin mainituista Big room -organisaatioista epäonnistui tai siinä olisi ollut vähintäänkin parannettavaa.

Haastatteluissa nousi esiin myös korona ja sen vaikutukset työtapojen muutokseen. Rakentaminen on kuitenkin fyysistä paikkaan sidottua tekemistä. Aiemmin oli totuttu työskentelemään yhteisissä tiloissa ja fyysisesti rakennustyömaalla tai toimistolla. Koronan aikana Big room -malli muuttuikin enemmän kohti virtuaalista Big Roomia osittain pakon sanelemana ja osittain myös helpotti ihmisten osallistumista, koska nyt ei tarvinnut enää matkustaa työmaalle tiettyä kokousta varten. Haastatteluissa todettiin, että on parempi olla mukana etäyhteydellä kuin ei osallistua ollenkaan.

Yksi haastatteluissa selkeästi keuhuttu työkalu on tilannekuva ja tilannejohtaminen. Toki sillä on omat haasteensa ja tässä tapauksessa ne olivat pitkälti urakoitsijan toimittaman tiedon oikeellisuudessa ja luotettavuudessa. Case-hankkeessa tilannekuva nojasi vahvasti urakoitsijan toimittamaan dataan. Haasteena oli tilaajan näkökulmasta pääurakoitsijan ja muidenkin urakoitsijoiden sitouttaminen työkalun käyttöön. Mikäli urakoitsija ei koe työkalua mielekkääksi ja lisää arvoa omalle työlleen tuottavaksi voi toimitettu datakin osoittautua epäluotettavaksi. Nyt datan luotettavuus nousi paikoitellen esille, koska työkalu aiheutti urakoitsijan näkökulmasta ylimääräistä raportointia. Tilannekuva ei saisi olla ”savuverhohöyry” jolla pimitetään mahdollisia myöhästymisiä. Case-hankkeessa tilannekuvan muodostamiseksi tarvittavan datan toimittamatta jättäminen oli vahvasti sanktioitu urakkasopimuksissa ja näin pakotettu urakoitsijoille käyttöön. Haastatteluissa esitettiin näkökulma siitä, että tilaajan pitäisi yhteistyössä yhdessä urakoitsijoiden auttaa urakoitsijaa löytämään hyödyt urakoitsijalle työkalun käytöstä.

Tilannekuvatökalun luotettavuus oli hankkeessa pitkälti riippuvainen raportoinnin luotettavuudesta. Yksi tapa varmistaa raportoinnin luotettavuutta ja helpottaa raporttien tarkastamista ja läpikäyntiä on hankkeessa laajasti käytössä olleet standardoidut raportointimallit. Ytimekäs tieto hankkeesta ja hankeosien kuukausiraporteista sisällytettiin tilanteesta riippuen noin kahdelle A4 paperille eli A3-raportointi tai sen omanlaisensa versio oli myös käytössä case-esimerkkihankkeessa.

Last Planner-menetelmä oli käytössä ainakin yhdessä hankeosista. Työkalun käyttö jäi hankkeen kokonaisuutta ajatellen hyvin pieneen rooliin. Haastatteluissa nousi esiin, että on tietoa Last Planner menetelmän onnistuneista käyttökokemuksista, mutta case-esimerkkihankkeen

kokemukset eivät ehkä olleet parhaasta päästä. Toinen Last Planner -menetelmän nostattama tunne oli menetelmän vanhanaikaisuus, koska menetelmä nojaa vahvasti muistilappujen käyttöön, vaikka siitä onkin erilaisia sähköisiäkin toteutuksia olemassa.

Koettiin, että yritys yhteistyö- ja kehitystyöpajoihin case-hankkeessa oli hyvä, mutta vastakainasettelu tilaajan ja urakoitsijoiden välillä koettiin liian vahvaksi. Tilaajaorganisaatiossa jäi tunne, että urakoitsijat eivät kokeneet työpajoja riittävän hyödyllisiksi. Työpajojen onnistumista ja hyödyllisyyttä arvioitaessa, ei voida jättää koronapandemiaa huomioimatta. Koronapandemia osui ajallisesti hankkeen kiireisimpiin toteutus- ja viimeistelyvaiheisiin. Koronapandemia vaikuttikin työpajojen järjestämiseen ja loppuunsaattamisen kannalta jäi ehkä työpajojen tarjoaman täysi potentiaali hyödyntämättä. Toinen yhteistyö- ja kehitystyöpajoihin liittyvä huomio on, että hanke oli kokonaisuutena hyvin monimutkainen ja ei ollut olemassa ihmisiä ketkä olisivat voineet sanoa, että näin se kuuluu tehdä, joten millainen oli se hyöty mikä kehitys- ja yhteistyöpajoista jäi saamatta ei ole täysin selvää.

Yksi esiin nousseista menetelmistä oli yhdessä tekeminen ja oppiminen, mikä voidaan rinnastaa PDSA-sykliin ja Demingin ympyrään. Esiin nousi näkemys, että tekemällä useamman hankeosan samalla organisaatiolla olisi näistä voitu ottaa opiksi ja parantaa toimintaa, prosesseja ja rakentamisen jälkeä jokaisen toteutettavan hankeosan kohdalla. Haastatteluissa nousi näkemys, että kesken hankkeen tai hankeosan rakentamisen uusien toimintatapojen sisäänajo on haastavaa johtuen rakentamisen intensiivisyydestä. Nopeat korjausliikkeet ovat haastavia, koska ihmisten fokus on pitkälti ”tulipalojen sammuttamisessa” eli ongelmiin reagoidaan sen sijaan, että niitä pyrittäisiin ennalta välttää. Tällöin uusien ja korjaavien toimintatapojen sisäänajo vaatii aikaa ja rakentamisen keskeyttämistä edes hetkeksi ei välttämättä onnistu, eikä tilaajalla siihen usein ole suoranaista vaikutusmahdollisuuttakaan, koska useimmissa tavanomaisissa rakennushankkeissa pääsääntöisesti urakoitsijat hoitavat rakentamisen ja siihen liittyvän työn suunnittelun, kuten case-esimerkkihankkeessakin.

Toinen yhdessä tekemiseen vahvasti linkittyvä toimintatapa on kata-malli. Varsinkin valmennuskatan koettiin olleen käytössä case-hankkeessa. Työtä tehtiin paljon pareissa ja tiimeissä, joissa kokeneemmat asiantuntijat selittivät ja opastivat työssä käytössä olleisiin toimintatapoihin sekä avustivat kokemattomampia muun muassa yhteisten toimintatapojen ja prosessien kanssa.

5 x miksi raportointia käytettiin osassa hankeosia poikkeamaraportoinnin apuna. Haastattelussa nousi esiin näkökulma, että 5 x miksi raportoinnin hyödyntäminen vähensi suorittavassa työssä työvirheiden määrää, koska 5 x miksi haastoi tekijöitä perehtymään poikkeamien juurisyihin.

Päiväkokousajattelua sovellettiin hankkeessa monessakin yhteydessä, tosin tilaajaorganisaatiossa toistuvuus ei ollut päivätasoa, koska harvoin tilaajan toiminta-aikavaatimuksena onkaan päivän tarkkailutaso. Useita erilaisia kokouksia pidettiin liittyen tuotantoon, suunnitteluun, hankkeen johtamiseen ja muun muassa riskienhallintaan liittyen. Yhteistä näille kuitenkin on, että käydään läpi edellisen kokouksen jälkeen esiin nousseet asiat ja käydään läpi kanban-taulu, mikä oli kokouksen aihepiiristä liittyen hankkeen tilannekuvanäyttö, hankeosan suunnitteluongelmien Trello-näkymä tai riskienhallintaportaalin toimenpiteitä vaativat riskit.

Tilaaajan tavoitteisiin toimitus ja sen suppeampi tavoitekustannusajattelu oli käytössä kaikissa case-esimerkkihankkeen hankeosissa. Päätös tavoitehinta-ajattelusta oli tehty ennen rakentamisen aloitusta ja tämä vaatikin omat kirjauksensa urakkasopimuksiin. Kokemuksia tilaaajan tavoitteisiin toimittamisesta ja tavoitehinta-ajattelusta oli haastattelussa molempiin suuntiin. Positiivisena puolena tälle on rakentamisen aloittaminen keskeneräisillä suunnitelmissa, mutta loppuunsaattamisen näkökulmasta tämä keskeneräisyys tulee saada tarkemmin saatettua valmiiksi jo hyvissä ajoin hanketta. Negatiivisena ilmiönä voidaan todeta prosessin sitovan paljon henkilöresursseja, koska useat eri organisaatiot tekevät tiivistä yhteistyötä ja näin myös raportoinnin määrä ja useaan kertaan tekeminen lisääntyy. Haastattelussa korostuivat ennen kaikkea urakoitsijan kyvykkyys projektin järjestelmälliseen hallintaan ja viestintään ja raportointiin tilaajan taholle, koska mallissa tilaaja on lähempänä työmaan rajapintaa tekemässä päätöksiä, myös urakoitsijan tulee huomioida tämä varsinkin, jos urakoitsijan kokemukset ovat Suomessa perinteisemmästä kokonaishinta-ajattelusta. Haastattelujen perusteella tämä tilaajan huomiointi pääsi välillä unohtumaan, mikä osaltaan aiheutti haasteita hankkeessa.

Lisäksi esitellyistä menetelmistä Ishikawa-kaavio oli muutamalle haastateltavalla tuttu muista yhteyksistä. Sen käyttöön tai sen hyödyllisyyteen ei kesken projektia otettu kantaa. Todettiin, että se voisi olla hyvä työkalu, kun opit hankkeesta on kerätty ja niitä käydään läpi ja syy-seuraussuhteita analysoidaan.

Haastatteluissa esiin nousi tuttu tai osittain tuttuna työkaluna myös tahtituotanto. Sitä ei haastattelujen perusteella sovellettu case-esimerkkihankkeessa. Tahtituotanto miellettiinkin enemmän asuntotuotannon työkaluksi, joissa on paljon samanlaisena toistuvaa sisärakentamisen työtä.

5.2.2 Loppuunsaattamisen haasteet

Juurisyyksi hankeosien loppuunsaattamisen haasteille haastatteluissa nousi esiin aina jonkin asteinen aikatauluhallinnan pettäminen hankeosasta riippumatta. Hanketasolla haasteet ilmenevät hankeosien haasteiden keskiarvona. Projektin osittelun näkökulmasta hankkeen onnistuneessa loppuunsaattamisessa koettiin pahimpien kipupisteiden olleen aikataulu- ja resurssien hallinnassa, niiden kanssa onnistuttiin hankkeessa kokonaisuudessaan hyvin, mutta ne vaativat jatkuvasti ponnisteluja hankkeen aloituksesta aina lopetukseen saakka. Omat haasteensa loppuunsaattamiseen toivat haasteet suunnittelussa ja sen vastuukysymyksissä sekä hankinta-asiakirjojen tulkintaeroissa tilaajan ja urakoitsijoiden välillä.

Monet loppuunsaattamisen ja viimeistelyn haasteet juontavat juurensa suunnitelmien keskeneräisyyteen tai tästä aiheutuneisiin suunnitelmaviiveisiin tai suunnitelmien täydentymiseen tai täsmentymiseen. Yksi suunnitelmamuutosten määrästä indikoiva tieto on tavoitehintaesitysten määrä ja niihin käytetty rahallinen määrä. Haastatteluissa nousi esiin, että molempia on ollut paljon, mutta tarkkoja määriä tai summia ei ole otettu osaksi tätä tutkimusta. Jälkiviisaana haastatteluissa todettiin, että suunnitteluprosessin hallintaan olisi pitänyt panostaa case-esimerkkihankkeessa enemmän ja selkeät vastuulliset tahot ja päätöksentekijät esittää tarkemmin. Hankkeen alussa ilmeisesti on ollutkin tahtotila osallistaa urakoitsijat mukaan suunnitteluun ja osassa hankeosissa tässä on onnistuttukin paremmin kuin toisissa. Tilaajan tavoitteet ja määrittelyt käytettäville materiaaleille olisi pitänyt pystyä luomaan ja selkeyttämään tarkemmin aikaisemmassa vaiheessa. Monelta osin loppuun jääneet virhe- ja puutehavainnot olivatkin jonkin asteisia muutoksia tai täydennyksiä.

Kokemuksena on, että valitussa projektinjohtourakamuodossa hanke pystyttiin käynnistämään hyvissä ajoin vajavaisin suunnitelmin, mutta haasteet suunnittelun keskeneräisyydestä tulivat vastaan viimeistään loppuunsaattamisen yhteydessä. Tilaaja oletti, ehkä liikaakin, että pääurakoitsija pystyy johtamaan ja ohjaamaan suunnittelua kohti tilaajan tavoitteita mikä on vaikeaa, jos tilaaja ei itsekään ole varma mitä se tavoittelee. Lisäksi case-

esimerkkihankkeessa suunnittelijat olivat pääosin sopimussuhteessa tilaajaan. Sopimussuhde suunnittelijoihin olisi ollut yksi huomioitava asia millä olisi voitu kasvattaa urakoitsijoiden vastuuta suunnittelusta. Tilaajan olisi pitänyt pystyä paremmin varmistamaan suunnitelmien viimeistely, jotta onnistumisen edellytykset olisi voitu paremmin varmistaa hankkeen loppuunsaattamisessa.

Osaltaan hankeosien viimeistelyä vaikeutti epäselvyys toimintakokeissa ja käyttöönotossa. Käyttöönottoprosessi oli ylätasoltaan kolmiportainen, jaoteltuna käyttöönoton vastuuorganisaation mukaan. Ensimmäisestä vaiheesta vastasivat pääurakoitsijat, toisesta tilaajaorganisaatio ja kolmannesta ja viimeisestä vaiheesta loppukäyttäjät. Haastatteluissa nousi jälkiviihtäen esiin pääurakoitsijoiden valmius hoitaa omalla vastuullaan oleva testausvaihe. Hankeosat on tilaajan laatimilla suunnitelmilla toteutettu, mutta urakoitsijan tuli osoittaa, että tilaajan suunnitelmilla tehty kokonaisuus toimii tilaajan edellyttämällä tavalla. Tämä aiheutti epäselvyyttä urakoitsijoissa. Urakoitsijoille oli epäselvää, miten he osoittavat ja millä laajuudella, että kokonaisuus toimii. Haastatteluissa nousi esiin näkökulma, ettei kokonaisuuden toimiminen ja vaatimustaso aina ollut välttämättä tilaajallekaan täysin itsestäänselvyys. Jälkikäteen on helppoa todeta, että urakoitsijalla ei ollut parasta osaamista käyttöönottovaiheen testauksen suorittamiseen. Tietyissä todella spesifeissä detaljiasioissa tilaajaorganisaatiollakin oli vaikeuksia haalia organisaatioonsa osaamista. Tulevaisuudessa, olisikin hyvä miettiä millä edellytyksillä rakennusliikkeillä on monimutkaisiin hankkeisiin testaus- ja varmennus osaamista ja tulisiko tämä testaaminen hankkia joltain muulta taholta tai tehdä tämä kokonaisuus tiiviimmässä yhteistyössä yhdessä tilaajan ja urakoitsijoiden välillä. Omalta osaltaan käyttöönottovaiheen ja loppuunsaattamisen haasteita selittää, että rakentaminen on valmistunut jokaisessa hankeosassa myöhässä, mutta koko hankkeen vastaanottotarkastukset on saatu suoritettua suunnitellussa aikataulussa. Toki testaustyötä on ollut mahdollista suorittaa päällekkäin ja lisätä testausresurssia sekä muuten reagoida myöhästymiseen rakentamisessa, mutta sillä on varmasti ollut vaikutusta prosessin onnistumiseen, hallittavuuteen ja onnistumiseen kokonaisuutena. Osaa käyttöönottoprosessin periaatteista jouduttiinkin loiventamaan kesken hankkeen.

Haastatteluissa nousi esiin näkökulma siitä, miten hankinta-asiakirjoihin kirjatut, paikoin ehkä kummallisetkin vaatimukset myös kustautuvat rakentamisessa. Tutkimuksen case-esimerkkihanke on tehty julkisena hankintana ja tällöin myös ehdolliset urakkatarjoukset on suljettu pois ja näin ollen urakoitsijoilla ei ole ollut samankaltaista vaikutusmahdollisuutta

kuin yksityistä hankintaa tehdessä, jolloin urakoitsijan on helpompi sanoa, että näillä ehtoilla joudumme hinnoittelemaan näin ja näin paljon riskiä tarjoukseemme ja näin myös turhia vaatimuksia poistuu ja tilaaja saa usein myös kustannustehokkaamman tarjouksen. Toki markkinavuoropuhelua on varmasti käyty, mutta urakoitsijat eivät välttämättä halua paljastaa kaikkia ”korttejaan” tarjousvaiheessa. Näin ollen urakoitsija joutuu hinnoittelemaan riskiä tarjoukseensa tuntematta kaikkia yksityiskohtia. Tämä epäselvyys aiheuttaa riskitiritoja ja haasteita rakentamisvaiheessa ja usein kerääntyy loppuunsaattamiseen.

Yksi havaittu haaste oli tiedonvaihdon kankeus ja hitaus. Hankeosissa painittiin samankaltaisten haasteiden parissa, mutta yhdessä näihin haasteisiin pystyttiin harvoin löytämään ajallaan ratkaisua. Toki tämä asia oli case-esimerkkihankkeessa tiedostettu ja erilaisia tiedonvaihdon ja päätöksenteon kanavia perustettu. Melkeinpä kaikille aiemmin luvussa kolme esitellyille rakennusalan projektinhallinnan osa-alueille oli luotu omat kokousryhmänsä ja -käytäntönsä, mutta selkeä päätöksentekijä monesti puuttui. Toki case-esimerkkihankeen toteutuksen ainutkertaisuus täytyy tässä huomioida, koska hanke on Suomessa uniikki myös monet ratkaisut vaativat tarkempaa tutkiskelua ja tämä osaltaan myös hidasti päätöksentekoprosessia. Hankeosien välinen kommunikointi jäi haastatteluissa nousseista ennako-oletuksista pienempään rooliin. Osassa haastatteluja oli selkeä näkemys, että hyvin samankaltaisten ja ajallisesti hyvin lähekkäin toteutettujen hankeosien välillä olisi voitu paremmin oppia ja parantaa tehdyistä virheistä, mutta eri hankeosilla oli omat pääurakoitsijansa, jotka loppukädessä hoitivat omat työnsuunnittelunsa ja näin tilaajaorganisaation vaikutusmahdollisuudet jäivät siltä osin vähäisiksi. Myös koronapandemia osaltaan vähensi eri ryhmien tiedonvaihtoa, kun varsinkin eri hankeosien välinen kommunikaatio väheni, kun ei enää nähty kasvokkain ja tämä osittain lisäsi siiloutumista hankeosittain sekä omiin organisaatioihin.

5.2.3 Lisää arvoa asiakkaalle

Haastattelujen toteutushetkellä case-esimerkkihanke on käytössä ja yhdeksi huomioksi, miten lisäarvoa olisi voitu luoda on loppukäyttäjän tiiviimpi integrointi rakentamisen aikana osaksi tilaajaorganisaatiota. Operaattorin osallistaminen mukaan käyttöönottoprosessiin ja loppukatselmointiin olisi varmasti osaltaan helpottanut loppuunsaattamista ja puutteiden korjausta sekä ohjannut tehtyjä ratkaisuja kohti tarkoituksenmukaisuutta. Lisäksi siirtymisen käytön aikaan ja eri järjestelmien haltuunotto olisi oletettavasti sujunut paremmin.

Hankkeen tilaajan näkökulmasta tämä olisi ollut lisäarvoa tuova osapuoli, mutta tietoa siitä kuinka iso ponnistus olisi ollut resurssien tai rahan näkökulmasta ei ole.

Toinen kokonaisuus, millä lisäarvoa oltaisiin tuottaa tilaajan näkökulmasta katsottuna, on hankeorganisaation alasajo. Hankkeosien vastaanotot tapahtuivat kiireisessä kahden viikon aikaikkunassa todella intensiivisen loppuunsaattamisprosessin keskellä. Tämän jälkeen hankeosittain järjestettiin nopeasti vielä taloudelliset loppuselvitystilaisuudet. Jälkikäteen tarkasteltuna alasajoprosessi olisi voinut olla pehmeämpi ja hallittavissa paremmin. Nyt organisaatio ajettiin rajusti alas ja sähköpostit otettiin pois käytöstä. Verraten varsinkin alun pitkään kehitysvaiheeseen alasajo oli erityisen raju. Vaikka hanke alittikin budjetin niin onko tästä aiheutunut joitain ylimääräisiä kustannuksia tai onko jotain toiminnallisesti oleellista jäänyt muuten havaitsematta? Hieman pehmeämmällä organisaation alasajolla olisi varmasti pystytty hoitamaan parempi tiedon siirtyminen ja prosessien sulkeminen.

Yksi haastatteluissa esiinnoituneista näkökulmista on organisaatio kokonaisuutena. Organisaation näkökulmasta lisäarvoa olisi voitu tuottaa monestakin eri näkökulmasta ja eri osapuolien toimesta. Täytyy kuitenkin muistaa, että kyseessä on ollut pitkä hanke, joten on tervettäkin, että henkilöstöä vaihtuu ajan kuluessa, mutta yksi näkökulma on olisiko vaihtuvuutta ja tämän kautta hiljaisen tiedon poistumista hankkeesta voinut vähentää.

Toinen organisaatioon liittyvä näkökulma on olisiko tilaajan pitänyt puuttua tiukemmin urakoitsijoiden organisaatioon. Urakoissa henkilövaihdokset oli sanktioitu, mikäli urakoitsijat vaihtavat avainhenkilöitään pois hankkeesta, mutta silti avainhenkilöiden vaihtaminen oli hankkeessa verrattain yleistä. Täytyy toki tunnistaa, että rakentaminen on suhdanneherkkä ala ja hankkeen rakentamisen aikana on oltu melko korkeassakin suhdanteessa. Haastatteluissa nousi esiin näkemys, että olisi mielenkiintoista nähdä, miten hankeosat olisivat onnistuneet, mikäli niitä olisi ollut toteuttamassa tämä alun perin hankkeisiin suunniteltu ja valittu henkilöstö.

Korkeasuhdanne vaikutti osaltaan myös tilaajan henkilöstöön. Ainakin osittain suhdannetilanteesta johtuen tilaaja ei saanut miehitettyä kaikkia hankeosia omalla organisaatiollaan, jolloin hankeosan kohdeorganisaatio jäi yksin rakennuttajakonsultin vastuulle ja näin selkeä päätöksentekijä jäi myös kauemmaksi hankeosasta. Tämä osaltaan lisäsi viivettä ja arkuutta päätöksenteossa, koska konsulteilla ei lähtökohtaisesti ole päätöksentekovaltaa ja

myöhemmin huonoiksi osoittautuneista päätöksistä voi joutua vastuuseen. Varmasti prosessiin lisäarvoa olisi tuonut selkeä päätöksentekijä joka hankeosassa.

Työtä ja hankkeen hallittavuutta olisi helpottanut dokumentaation selkeämpi määrittely. Kaikki hankkeessa määritetyt rakentamiseen liittyvät dokumentit koottiin yhteen sähköiseen tietoportaaliin, missä niille suoritettiin myös tarkastus- ja hyväksyntäprosessi. Kesken hankkeen tosin oli epäselvyyttä, millaisiin kokonaisuuksiin tämä massiivinen määrä dokumentaatiota jaetaan ja kenen vastuulla sen tarkastus ja hyväksyntä on. Samalla syntyi epävarmuutta siitä, että onko kaikki tarvittavat dokumentit nyt hyväksytysti toimitettu. Rakentamisesta on olemassa tarkat suunnitelmat ja tyypittely erilaisille rakennetyypeille ja rakennusosille, joita jälkikäteen ajateltuna olisi voitu hyödyntää tämän dokumentaation hallinnassa tehokkaammin. Tämä aiemmin ennen rakentamisen aloittamista suoritettu määrittely olisi luonut valmiin kehyksen johon dokumentteja olisi voitu kerätä ja kehittää läpi rakentamisen. Samalla olisi luotu selkeä rakenne dokumentaatiolle ja näin kaiken ollessa valmiina myös myöhempana tarvittava dokumentaatio olisi helpommin löydettävissä.

Haastatteluissa nousi esiin myös valmistautuminen virhe- ja puutehavaintojen laatimiseen ja urakoitsijan itselleluovutusprosessiin. Nyt jokainen urakoitsija laati itselleluovutuksensa oman prosessinsa mukaan osittain opin ja erehdyksen kautta. Ajatuksena haastatteluissa nousi, että olisiko standardoiduilla itselleluovutus pohjilla voitu varmistaa paremmin tasalaatuinen tarkastusprosessi kaikissa hankeosissa. Näin tilaajalla olisi ollut parempi varmuus, että missä kohtaa prosessia ollaan milloinkin menossa missäkin hankeosassa ja myös hankkeessa kokonaisuutena. Lisäksi tämä standardointi olisi helpottanut hankeosien vertailua keskenään ja vähentänyt niin sanottuja päällekkäisiä havaintoja, koska Congrid-järjestelmä perustui siihen, että kuka tahansa pystyy laatimaan havainnon epäkohdasta.

6 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen havainnot on tehty case-esimerkkihankkeen perusteella, case-esimerkkihankke on megahanke, johon on sovellettu julkista hankintalakia. Pääsääntöisesti tutkimuksen havainnot ovat sovellettavissa myös pienempien ja yksityisesti toteutettujen rakennushankkeiden pariin, mutta täytyy huomioida, että tietyt kokonaisuudet, kuten sopimusten tarkempi määrittely on tutkimuksessa ensisijaisesti mietitty juuri massiivisen julkisen

rakennushankkeen näkökulmasta ja ei välttämättä ole sellaisenaan parhaimmillaan sovellettaessa kaikkiin rakennusprojekteihin.

Tutkimuksessa nousi esiin useita mielenkiintoisia näkökulmia. Oleellisimpia huomioita kuitenkin on se, että rakentamisen loppuunsaattamista ja sen tehostamista on hyvin haastavaa erottaa muusta rakentamisen kokonaisuudesta. Rakennusprojekti on kokonaisuus, jos edellinen vaihe on tehty hyvin ja ajallaan myös seuraavan vaiheen tekeminen helpottuu. Usein projekteissa kiire tapaa kasaantumaan ja eniten sitä siis yleensä kertyykin projektin loppuun eli viimeistelyvaiheeseen. Onnistuneessa rakennusprojektissa täytyy huomioida lukuisia eri projektinjohtamisen osa-alueita. Täytyy kuitenkin muistaa, että rakennusprojektit ovat uniikkeja ja näin yhtä ainoaa toimintatapaa on vaikea monistaa ja olettaa, että sillä jokainen rakennushanke pystyttäisiin viemään onnistuneesti päätökseen.

Tutkimuksen tarkoituksena oli löytää tilaajaorganisaation näkökulmasta katsottuna tehostusmahdollisuuksia projektin loppuunsaattamiseen ja viimeistelyyn. Tutkimuksessa perehdyttiin myös lean ajatteluun ja joukkoon lean työkaluja ja kartoitettiin näiden soveltamista rakentamisessa case-esimerkin kautta. Tehostamismahdollisuuksia löytyi useita, mutta luonteeltaan ne eivät ole mitään massiivisia uudistuksia toimintatapoihin tai -kulttuuriin tai työkaluihin. Havainnoissa korostuu asioiden ja kokonaisuuden suunnittelu ennakkoon sekä muutoksiin varautuminen. Alla taulukossa 20 on esitetty pelkistyksiä ja huomioitavia seikkoja rakennushankkeen loppuunsaattamisen helpottamiseksi sekä apukysymyksiä, joiden kautta aihealueen tilannetta voi käydä läpi.

Varsinkin julkisessa hankinnassa on määriteltävä tarkasti vaatimukset, koska ehdolliset tarjoukset ovat usein poissulkevia
Onko vastuut ja vaatimukset määritelty selkeästi?
Onko erityisehtoja mitä tulee noudattaa?
Halutaanko käyttää tiettyjä työkaluja tai prosesseja?
Suunnitelmien valmius on selkeästi mietitty ja suunnitteluvastuulliset on kirjattu urakkasopimukseen
Lähdetäänkö hankkeeseen keskeneräisin suunnitelmin?
Kuka vastaa ja suorittaa loppupiirrustukset?
Miten suunnitelmamuutoksia hallitaan?
Miten mahdollinen suunnitelmamuutoksista saatu hyöty jaetaan?
Tarkastusprosessit määriteltävä ennakkoon työmaata ajatellen
Millä työkaluilla virhe- ja puutehavainnot tehdään?
Käytetäänkö samaa työkalua myös muuhun kuten mm. työmaapäiväkirjan ylläpitoon?
Dokumentaationhallinta palvelemaan loppukäyttäjää luomalla selkeä jäsentely dokumentaatioon ja tiivis yhteys suunnitelmiin
Onko dokumentaatiotapa sovittu? Voidaanko hyödyntää rakennetyyppejä ja laitelistoja?
Ovatko dokumentaation tarkastus- ja hyväksyntäkäytännöt selkeitä, eli tiedetäänkö kuka tarkastaa ja mitä?
Varsinkin yhteistoiminnallisissa urakoissa urakan alussa kannattaa määrittää toiminnan tavoitteet ja yhteiset toimintatavat mahdollisimman selkeästi
Mitä halutaan saada aikaan? mitkä ovat laadulliset, aikataululliset ja kustannuseikat, jotka on huomioitava hanketta toteutettaessa?
Onko tavoitteet ilmoitettu selkeästi ja kaikkien tiedossa?
Onko hankkeelle asetettu riittävä määrä tekemistä ohjaavia välitavoitteita?
Käyttöönottoprosessin selkeytys
Kuka vastaa käyttöönottoprosessista?
Kenellä on paras asiantuntemus suunnitella käyttöönottovaihe?
Mitä varten käyttöönottoa tehdään? Halutaanko varmistaa, että tekniikka toimii niin kuin on suunniteltu vai pitääkö rakennuksen tuottaa jotain tai onko jokin muu syy?
Raportointi kuntoon
Mitä varten raportointia tehdään?
Voidaanko raportit standardoida niin, että samaa raporttia voidaan hyödyntää usealle eri sidosryhmälle viestinnässä?

Taulukko 20. Tutkimuksessa esiin nousseita seikkoja rakennushankkeen viimeistelyyn liittyen

Kokonaisuudessaan tämä työ vastasi sille asetettuihin tavoitteisiin. Sillä löydettiin huomioitavia seikkoja, joilla rakennushankkeen loppuunsaattamista voidaan tehostaa. Myös case-esimerkkihankkeessa käytössä olleista lean-työkalujen ja -menetelmien hyödyntämistä saatiin kartoitettua. Haastattelujen perusteella voitiin päätellä, että tietoisuus lean menetelmistä oli melko hyvällä tasolla. Käytännössä kaikki tiesivät leanista jotain ja pienen keskustelun

jälkeen monet asiat tai työkalut, joita he eivät olleet mieltäneet leaniksi osoittautuivat lean-työkaluiksi.

Yksi merkittävimmistä havainnoista oli se, kuinka paljon loppuunsaattamisen ja virheiden ja puutteiden korjaamisesta on kiinni siitä mitä urakkasopimuksiin on kirjattu. Pitkissä, useita vuosia kestävässä rakennushankkeissa niiden viimeistelyä määrittävät seikat on yleensä määritetty jo ennen urakoitsijan valintaa. Tutkimuksessa tehtyjen havaintojen pohjalta mahdollisia ristiriitoja pystyttäisiin vähentämään tulevaisuudessa, jos käyttöön tulisi allianssimallin lisäksi muitakin urakkamuotoja, joissa yhteistoiminta ja riskienjakaminen aidosti korostuu entisestään.

7 Yhteenveto

Tämän työn aihe nousi esiin näkemyksestä, että suuret rakennushankkeet epäonnistuvat usein, varsinkin julkiset rakennushankkeet. Työn taustalla vaikutti kehitysajatus, miten rakennushankkeiden loppuunsaattamista voitaisiin tehostaa ja hallittavuutta sekä läpinäkyvyyttä lisätä. Hankkeen loppuunsaattamisen tehostamisen näkökulmasta huomioiden tässä työssä korostuvat projektin johtaminen sekä lean-ajattelu ja lean-ajattelun mukaiset työkalut. Tutkimus on laadittu ensisijaisesti rakennuttajan ja tilaajan näkökulmasta. Työ on tehty Sweco PM Oy:n toimeksiannosta.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tapoja, joilla rakennushankkeen loppuunsaattamista voidaan tehostaa. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään kuinka yleistä lean-ajattelun ja -työkalujen soveltaminen on suomalaisessa rakentamisessa ja rakennuttamisessa sekä millaisia kokemuksia eri lean-työkalujen soveltamisesta on case-esimerkkihankkeesta. Lisäksi pyrittiin löytämään pullonkauloja rakentamisesta ja erityisesti rakentamisen loppuunsaattamisessa.

Tutkimus on rajattu käsittelemään rakentamista miljardiluokan hankkeen näkökulmasta. Rakennushankkeita on useita erilaisia ja täytyy huomioida, että tässä työssä esiin nousevat havainnot, ongelmat ja ratkaisut eivät sellaisenaan koske jokaista rakennushanketta.

Tutkimus toteutettiin käymällä läpi teoriaa rakennushankkeista ja niiden vaiheista, rakennusalan projektinhallinnasta sekä Lean-ajattelusta. Teoriaosuudessa on kiinnitetty huomiota

näihin osa-alueisiin varsinkin rakennuttajan ja rakennusalan näkökulmasta. Itse tutkimusosuus toteutettiin kvantitatiivisena läpikäyntinä case-esimerkkihankkeen virhe- ja puutehavainnoista. Virhe- ja puutehavaintojen määrää verrattiin tutkimuksessa tiettyihin case-esimerkkihankkeen avainpäivämääriin. Kvantitatiivisen selvityksen pohjalta suoritettiin yhteensä kuudelle case-esimerkkihankkeen avainhenkilölle puolistrukturoitu teemahaastattelu, jossa tiedusteltiin lean-ajattelun ja työkalujen soveltamista case-hankkeessa sekä heidän kokemuksiinsa case-esimerkkihankkeen loppuunsaattamisesta.

Tutkimustuloksissa korostui loppuunsaattamisen näkökulmasta asioiden selkeys. Loppuunsaattamista helpotti urakkasopimusten selkeys ja selkeät tavoitteet toiminnalle. Mitä selkeämmin asioita oli pystytty määrittelemään hyvissä ajoin ennen toteutusta myös, toteuttaminen helpottui ja selkeytyi. Monien loppuvaiheen virhe- ja puutehavaintojen juurisyyt olivat viimehetken muutoksissa ja suunnittelun hallinnan epäonnistumisissa. Loppuunsaattamisessa korostui myös hankkeen käyttöönottovaiheen suunnittelu ja selkeä vastuuttaminen. Työn tuloksissa korostui projektiosittelun näkökulmasta aikataulun ja resurssien hallinta, vaikka case-esimerkkihankkeessa onnistuttiin molemmissa hyvin, molemmat vaativat paljon ponnisteluja eri tahoilta.

Haastattelujen perusteella muodostui käsitys lean-työkalujen ja -menetelmien soveltamisesta case-esimerkkihankkeessa. Lisäksi saatiin muodostettua ymmärrys eri työkalujen hyödyllisyydestä ja parannusehdotukset niiden käyttöön erityisesti rakennushankkeen johtamisen ja loppuunsaattamisen näkökulmasta. Haastattelutulosten läpikäynnistä syntyi muistilista asioista, joita kannattaa huomioida rakennushankkeen kaupallisia asiakirjoja määrittäessä. Asialistan ytimessä on urakoiden tarjouspyyntöjen vaatimusten selkeys, suunnitteluvastuut ja suunnitelmien valmius, ennalta määritellyt tarkastusprosessit, selkeä dokumentaation hallinta, toiminnan tavoitteet ja toimintatavat kaikkien tiedossa, ennalta määritetty käyttöönottoprosessi, standardoitu ja hankkeen kokoon sopiva raportointikäytäntö.

Lopputuloksena voidaan todeta lean ajattelun mukaisesti, että paljon on tehty asioita hyvin, mutta paljon on parannettavaakin rakentamisen loppuunsaattamisen ja viimeistelyn tehostamisen näkökulmasta.

Lähteet

- Arter Oy. Kanban taulujen käyttö asiantuntijatyön ohjauksessa. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 10.2.2023]. Saatavissa: https://www.arter.fi/koulutukset/kanban-tilojen-kaytto-asiantuntijatyon-ohjauksessa/?gclid=CjwKCAiA0JKfBhBIEiwAPhZXDzA3QyY8IxLHx11kSgeajwrk-qjPVfWAaMeXcfJ_WMdqDI4nK74FucRoCK0cQAvD_BwE
- Arter. 2022. PDCA-malli käytännössä. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 7.3.2023]. Saatavissa: <https://www.arter.fi/pdca-malli-kaytannossa-laadunhallinnan-kivijalkana/>
- BERTELSEN, S. & KOSKELA, L., 2004. Construction beyond lean: a new understanding of construction management, 2004 Luettu 26.1.2023. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/236841885_CONSTRUCTION_BEYOND_LEAN_A_NEW_UNDERSTANDING_OF_CONSTRUCTION_MANAGEMENT
- Congrid yrityksenä. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 17.2.2023]. Saatavissa: <https://www.congrid.fi/yritys/>
- Finto. Työpajatyöskentely. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 15.3.2023]. Saatavissa: <https://finto.fi/keko/fi/page/p79>
- Forsström, M. 2021. Fasilitointi luo struktuuria ja tukee tavoitteellisuutta työpajassa. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 15.3.2023]. Saatavissa: <https://innokyla.fi/fi/ajankohtaista/fasilitointi-luo-struktuuria-ja-tukee-tavoitteellisuutta-tyopajassa>
- Hammarsten, H. 2020. Onko jättiprojekti kuin labyrintti vai tankkeri? – Länsimetron tilannehuone opettaa paljon johtamisesta. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 1.3.2023]. Saatavissa: <https://www.mustread.fi/artikkelit/onko-jattiprojekti-kuin-labyrintti-vai-tankkeri-lansimetron-tilannehuone-opettaa-paljon-johtamisesta/>
- Hautala, K. & Kallio, R. 2012. LCIFIN1 Osaprojekti 8: Lean-työkalujen soveltuvuus Liikenneviraston toimintaan. ISBN: 978-952-255-150-4
- Hekkala, S. 2017. Selvitysmies: Valtion osittain rahoittamat rakennushankkeet näyttävät pääsääntöisesti epäonnistuvan. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 1.3.2023]. Saatavissa: <https://yle.fi/a/3-9538400>
- Hyvärinen, M. & Suoninen, E. & Vuori, J. HAASTATTELUT. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 6.3.2023]. Saatavissa: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/laadullisen-tutkimuksen-aineistot/haastattelut/>

- Kasanen, E. & Lukka, K. & Siitonen, A. 1991. Konstuktiivinen tutkimusote liiketaloustieteissä. Liiketaloudellinen aikakauskirja, Vol. 40, No: 3. 301-329.
- Koski, H. 2004. Rakennushankkeen luovutusprosessin kehittäminen. Luettu 26.1.2023. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2004/T2236.pdf>
- Koskinen, I. 2021. Mikä on Kanban? Katsaus menetelmään ja sen käyttöön ketterässä projektinhallinnassa. [verkkoaineisto]. [viitattu 10.2.2023]. Saatavissa: <https://psa.visma.fi/blog/mika-on-kanban-katsaus-menetelmaan-ja-sen-kayttoon-ketterassa-projektinhallinnassa/>
- Laitila, E. 2015. Systeemiajattelun tekniikka tehostamassa arki ajattelua. ISBN: 978-952-93-4683-7
- Lauttamäki, V. 2014. Practical Guide For facilitating a futures workshop. ISBN 978-952-249-297-5
- Lean Enterprise Institute, 2023. James (Jim) Womack, PhD. [www-sivu]. [Viitattu 26.1.2023]. Saatavissa: <https://www.lean.org/about-lei/senior-advisors-staff/james-womack/>
- Leanin historia. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 26.1.2023]. Saatavissa: <https://sixsigma.fi/leanin-historia/>
- Liker, J. K. & Meier, D. 2006. The Toyota Way Fieldbook: A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps. ISBN: 978-007-14-4893-2
- Lohilahti, O., 2017. Rakennusalalla työn tuottavuus ei ole kasvanut 40 vuodessa – onko allianssista tai leanista apua? [Verkkoaineisto]. [Viitattu 15.11.2022]. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2017/09/rakennusalalla-tyon-tuottavuus-ei-ole-kasvanut-40-vuodessa-onko-allianssista-tai-leanista-apua/>
- Modig, Niklas & Åhlström, Pär. 2013. Tätä on lean – ratkaisu tehokkuusparadoksiin. ISBN: 978-919-80-3933-7
- Mölsä, S., 2019. Mistä puhumme, kun puhumme tahtituotannosta? [Verkkoaineisto]. [Viitattu 14.3.2023]. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2019/12/mista-puhumme-kun-puhumme-tahtituotannosta/>
- Neilimo, K. & Näsi, J. 1980. Nomoteettinen tutkimusote ja suomalainen yrityksen taloustiede: Tutkimus positivismiin soveltamisesta. ISBN : 951-44-1072-6

Niskanen, V. 2010. Kohti tutkivaa työtapaa. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 28.2.2023]. Saatavissa: https://www.mv.helsinki.fi/home/niskanen/kotutapa_niskanen_10_11.pdf

Näpärä, L. 2017. Haastateltavien valinta. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 6.3.2023]. Saatavissa: <https://spoken.fi/haastateltavien-valinta/>

Olkkonen, T. 1993. Johdatus teollisuustalouden tutkimustyöhön. ISBN: 951-22-1774-0

Piirainen, A. 2014. Lean ja hukka – Muda, Mura ja Muri. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 14.2.2023]. Saatavissa: <https://sixsigma.fi/lean-ja-hukka/>

PMI, Project Management Institute. 2016. Construction extension to the PMBOK® guide. ISBN 978-1-62825-090-9

RAKLI. 2017. Onnistuneen rakennushankkeen elementtejä ovat sujuva yhteistoiminta, osaava projektinjohto ja kova vaatimustaso. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 1.3.2023]. Saatavissa: <https://www.rakli.fi/rakli-tiedottaa/onnistuneen-rakennushankkeen-elementteja-ovat-sujuva-yhteistoiminta-osaava-projektinjohto-ja-kova-vaatimustaso/>

Rother, M. 2011. Toyota Kata. ISBN: 978-952-22-0362-5

RT 10-11223. 2016. Talonrakennushankkeen kulku. Toteutusmuodot. RT-ohjekortti. Rakennustieto.[Viitattu 17.11.2022]. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/palvelut/tietoa-rakentamiseen/kortistot/rt-kortisto>

RT 10-11224. 2016. Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen vaiheet ja osittelu. RT-ohjekortti. Rakennustieto.[Viitattu 11.11.2022]. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/palvelut/tietoa-rakentamiseen/kortistot/rt-kortisto>

RT 10-11284. 2017. Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18. RT-ohjekortti. Rakennustieto.[Viitattu 11.11.2022]. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/palvelut/tietoa-rakentamiseen/kortistot/rt-kortisto>

Saarinen, M. 2022. Triplan putoilevat betonilaatat ovat vain jäävuoren huippu. HS Visio selvitti, miksi niin moni asia menee suomalaisilla rakennus-työmailla täysin pieleen. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 1.3.2023]. Saatavissa: <https://www.hs.fi/visio/art-2000008523442.html>

Sabater, V. 2021. Ishikawan diagrammi ja ongelmanratkaisu. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 9.2.2023]. Saatavissa: <https://mielenihmeet.fi/ishikawan-diagrammi-ja-ongelmanratkaisu/>

Salminen, J. 2021. RIL 276-2021. Lean rakentamisessa. Arvoa luovan rakentamisen periaatteet, menetelmät ja työkalut. ISBN: 978-951-758-673-3

Six Sigma. 2023. Leanin historiaa. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 26.1.2023]. Saatavissa: <https://sixsigma.fi/leanin-historia/>

Senge, Peter M. 2006. The Fift Dicipline: the art and practice of the learning organization ISBN: 0-385-51725-4

Torkkola, S. 2015. Lean asiantuntijatyön johtamisessa. ISBN: 978-952-14-2491-5

Uusitalo, H. 1991. Tiede, tutkimus ja tutkielma: johdatus tutkielman maailmaan. ISBN : 951-0-17457-2

Vainio, T. & Nippala, E. 2021. Rakentamisen yhteiskunnalliset vaikutukset – kalvosarja. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 18.2.2023]. Saatavissa: <https://www.rt.fi/globalassets/ajankohtaista/ajankohtaista-liitteet/2021/vtt-rakentamisen-yhteiskunnalliset-vaikutukset-2021-selvitys.pdf>

Väisänen, J. 2013. viiden ässän kehitystyökalu. [verkkoaineisto]. [viitattu 7.2.2023]. Saatavissa: <https://sixsigma.fi/5s-kehitystyokalu/>

Womack, J.P. Jones, D.T., 2003. Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. EISBN 978-1-43913-595-2