

Ville Pitkänen

HUKAN KARTOITTAMINEN KORJAUS- RAKENTAMISEN TOIMIHENKILÖIDEN TYÖSSÄ

Rakennetun ympäristön tiedekunta
Diplomityö
Lokakuu 2019

TIIVISTELMÄ

Ville Pitkänen: Hukan kartoittaminen korjausrakentamisen toimihenkilöiden työssä
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma
Lokakuu 2019

Tämä diplomityö käsittelee leania, lean rakentamista ja erityisesti hukkaa. Diplomityön perusteena oli rakennusalan tuottavuuden keho kehittyminen verrattuna esimerkiksi tehdasteollisuuteen. Tutkimuksessa lähdettiin kartoittamaan kohdeyrityksen, NCC Suomi Oy:n, korjausrakentamisen toimialalla työskentelevien toimihenkilöiden työssä esiintyvää hukkaa. Lisäksi selvitettiin tilanteita, joissa hukkaa ilmenee sekä syitä hukalle.

Tutkimus jakaantui kahteen pääosuuteen. Ensimmäinen osuus oli teoriaosuus, jossa tehtiin kirjallisuuskatsaus leaniin, lean rakentamiseen ja erityisesti hukkaan. Jälkimmäinen osuus koostui empiirisestä osuudesta, joka jakautui vielä kahteen osaan, kyselytutkimukseen ja tapaustutkimukseen. Kyselytutkimuksessa selvitettiin hukkien esiintyvyyttä, merkittävyyttä sekä havaittavuutta. Lisäksi siinä kysyttiin käytännön esimerkkiä toimihenkilön työssä esiintyvistä hukasta. Kyselytutkimuksen tulosten perusteella laskettiin hukkien riskitulot vika- ja vaikutusanalyysin periaatteella. Tapaustutkimus suoritettiin ajankäytön seuranta tutkimuksena. Siinä kolmen kohdeyrityksen korjausrakennustyömaan vapaaehtoiset toimihenkilöt täyttivät seurantalomaketta viikon ajan ja merkitsivät siihen työssään ilmenneitä hukkia. Kyselytutkimukseen osallistui 100 henkilöä ja tapaustutkimukseen seitsemän henkilöä.

Teoriaosuuden perusteella muodostettiin hukkaluettelo, jossa luetellaan toimihenkilöiden työhön sopivat hukkatyypit selityksineen ja esimerkkeineen. Hukkaluetteloä käytettiin myöhemmin empiirisissä osioissa kyselytutkimuksen ja tapaustutkimuksen pohjana.

Kyselytutkimuksen perusteella saatiin selville, että merkittävimmäksi eli haitallisimmaksi hukaksi koettiin *ylikuormitus*. Eniten esiintyvä hukka oli *tarpeettomat varastot* ja helpoiten havaittava hukka oli *odottaminen*. Merkittävimmäksi hukaksi monivalintakysymyksen perusteella osoittautui *odottaminen*. Toiseksi merkittävin hukka oli *epäsopivat menetelmät ja dokumentointi* ja kolmanneksi merkittävin oli *ylikuormitus*. Vakavimmat hukat riskitulon perusteella olivat *ylikuormitus*, *odottaminen* sekä *epäsopivat menetelmät ja dokumentointi*. Kriittisimmät hukat olivat *ylikuormitus*, *epäsopivat menetelmät ja dokumentointi* sekä *tarpeettomat siirrot ja kuljetukset*.

Tapaustutkimuksen perusteella selvisi, että hukka-ajan määrä vaihteli 45 minuutista 6 tuntiin ja 15 minuuttiin ja sen keskiarvo oli noin kolme tuntia. Merkittävimmiksi hukiksi sen perusteella nousivat *odottaminen*, *virheet* ja *tarpeeton liikkuminen*.

Tiivistettynä tutkimuksen perusteella viisi kriittisintä hukkaa, joihin eliminointitoimenpiteet kannattaa kohdistaa ovat: **odottaminen, ylikuormitus, epäsopivat menetelmät ja dokumentointi, tarpeettomat siirrot ja kuljetukset** sekä **tarpeettomat varastot**.

Tutkimuksen perusteella suurimmaksi syyksi hukalle nousi suunnitelmien ja tietojen puute. Suunnitelmien ja tietojen puutteet pitävät sisällään muun muassa virheelliset suunnitelmat, suunnitelmien puuttumisen kokonaan, suunnitelmien ristiriidat, suunnitelmat, jotka ovat käytännössä mahdotonta toteuttaa, suunnitelmien muutokset, ratkaisupäätösten puutteet ja yleisesti lähtötietojen puutteet. Toinen merkittävä syy hukalle oli kiire ja aikataulun kireys.

Tulosten perusteella voidaan sanoa, että kehitettävää on vielä paljon, jotta hukkaa saataisiin vähennettyä ja eliminoidua. Tutkimuksen tulokset mahdollistavat yhden lähestymistavan kohdeyrityksen toiminnan kehittämiseksi ja tuottavuuden parantamiseksi. Tulosten perusteella pystytään keskittämään parannustoimenpiteet merkittävimpiin hukkiin ja hukkien syihin.

Vastaavaa tutkimusta toimihenkilöiden työn hukasta ei ole aikaisemmin tehty, joten tutkimuksesta on toivottavasti hyötyä jatkossa aihetta lisää tutkittaessa. Tutkimuksen keskeisenä tuloksena voidaan pitää keskeisimpien ja merkittävimpien hukkien selvittämistä kohdeyrityksen korjausrakentamisen toimialalla sekä tilanteiden ja syiden selvittämistä, joissa hukkaa ilmenee.

Avainsanat: lean, lean rakentaminen, arvo, hukka, korjausrakentaminen, toimihenkilö, kartoitus, tuottavuus.

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ABSTRACT

Ville Pitkänen: Mapping the waste in the work of officials in renovation business
Master of Science Thesis
Tampere University
Master's Degree Program in Civil Engineering
October 2019

This Master of Science Thesis deals with the lean and lean construction and especially with the waste. The starting point of the thesis was the poor development of productivity in construction compared to, for example, manufacturing. The main objective was to map out the waste in the work of officials in renovation business in the target company NCC Suomi Oy. In addition, situations where waste occurs and the reasons for waste were studied.

The study was divided into two main parts. The first part was a theory section, which included a literature review on lean, lean construction and especially waste. The latter part consisted of an empirical part, which was further subdivided into a questionnaire survey and a case study. The questionnaire survey investigated the incidence, significance and detectability of waste. In addition, there was asked for a practical example of the official's waste in his work. Based on the results of the survey, risk priority numbers of the wastes were calculated using the principle of failure mode and effects analysis (FMEA). The case study was conducted as a time-use tracking study. In it, the volunteers at the three target companies' refurbishment sites filled in the tracking form for a week and noted the work-related waste. 100 people participated in the survey and seven people participated in the case study.

On the basis of the theoretical part, a list of wastes was created, listing the types of waste suitable for the work of officials, with explanations and examples. The waste list was later used in the empirical sections as a basis for a survey and a case study.

The survey found that *stress* was considered to be the most significant and most harmful waste. The most common waste was *unnecessary inventory* and the easiest to detect was *waiting*. The most significant waste based on the multiple-choice question was *waiting*. The second most significant waste was *inappropriate methods and documentation* and the third most significant was the *stress*. The most serious wastes based on the risk priority numbers were *stress*, *waiting*, and *inappropriate methods and documentation*. The most critical wastes were *stress*, *inappropriate methods and documentation*, and *unnecessary transporting*.

The case study revealed that the amount of wasted time ranged from 45 minutes to 6 hours and 15 minutes, with an average of about three hours. *Waiting*, *faults* and *unnecessary movement* became the most significant wastes.

In summary, the five most critical wastes to be addressed in the study are: **waiting**, **stress**, **inappropriate methods and documentation**, **unnecessary transporting** and **unnecessary inventory**.

According to the study, the biggest reason for the waste was the lack of plans and information. Deficiencies in plans and information include, but are not limited to faulty plans, complete lack of plans, inconsistencies in plans, plans that are virtually impossible to implement, changes to plans and in general, lack of input data. Another major reason for the waste was the rush and tight schedule.

The results suggest that there is still much to be done to reduce and eliminate waste. The results of the study provide a single approach to developing the operations of the target company and improving productivity. Based on the results, it is possible to focus the improvement actions on the most significant wastes and their causes.

A similar study on the waste of construction officials has not been done before, so hopefully the study will be useful in further exploring of the subject. The main result of the study can be considered the identification of the most important and significant wastes in the renovation business of the target company, as well as the situations and causes of such waste.

Keywords: lean, lean construction, value, waste, renovation, official, survey, productivity.

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

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Tampereen yliopistossa ja työn aihe on hukan kartoittaminen korjausrakentamisen toimihenkilöiden työssä. Diplomityö on tehty NCC Suomi Oy:n toimeksiantona. Kiitos NCC:lle mahdollisuudesta tehdä diplomityö joustavasti ja kiireettömästi sekä hyvin ohjeistettuna. Diplomityön tekeminen on ollut opettavainen prosessi ylä- ja alamäkineen. Tästä on hyvä jatkaa kohti työelämän haasteita ja kokemuksia.

Diplomityön vastuuohjaajana sekä tarkastajana toimi rakennustekniikan professori Arto Saari. Työn ohjaajina toimivat kohdeyrityksestä Oskari Peurakoski ja Timo Valpola.

Diplomityön motivaattorina on toiminut rakentamisen perusyhtälö, jonka mukaan tavoitetaan päästään ynnäämällä nykytilaan tarvittavat toimenpiteet. Tämän aion pitää jatkossa kirkkaana mielessäni.

Haluan kiittää työni ohjaajia Oskaria ja Timoa rakentavasta palautteesta ja opastamisesta diplomityön valmiiksi saattamiseksi. Iso kiitos myös työn vastuuohjaajalle ja tarkastajalla professori Arto Saarelle kommentteista ja tuesta työn tekemiseen. Lisäksi haluan kiittää erityisesti kaikkia opiskelukavereitani koko opiskelujen ajalta. Lopuksi vielä suuri kiitos tyttöystävälleni Sabinelle, joka on ollut isona tukenani koko diplomityöprojektin ajan.

Helsingissä, 8.10.2019

Ville Pitkänen

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1 Tutkimuksen tausta	1
1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset	4
1.3 Tutkimusmenetelmät	5
1.4 Tutkimuksen kulku ja rajaukset	6
2. LEAN	7
2.1 Leanin taustoitus	7
2.2 Lean-ajattelun periaatteet	10
2.2.1 Arvon määrittäminen	16
2.2.2 Arvovirran tunnistaminen	19
2.2.3 Virtauksen luominen	21
2.2.4 Imuohjauksen käyttäminen	21
2.2.5 Täydellisyyteen pyrkiminen	23
2.3 Lean työkaluja ja menetelmiä	24
2.3.1 5S-menetelmä	25
2.3.2 Viisi kertaa miksi ja kalanruoto diagrammi	26
2.3.3 Visuaalinen ohjaaminen	26
2.3.4 A3	27
2.3.5 Andon ja Kanban	28
2.3.6 Last Planner -menetelmä	28
2.3.7 Tahtiaikatuotanto	29
2.3.8 Tuotannon tasoittaminen	30
3. LEAN RAKENTAMINEN JA HUKKA	32
3.1 Lean rakentaminen	32
3.1.1 Rakentamisen ja korjausrakentamisen ominaispiirteet	35
3.2 Hukka	37
3.3 Hukka rakentamisessa	41
3.4 Hukka toimistotyössä	45
3.5 Hukan tunnistaminen	47
3.6 Hukan eliminointi	49
4. KYSELYTUTKIMUS	53
4.1 Kyselytutkimuksen toteutus	53
4.2 Kyselytutkimuksen tulokset	56
4.2.1 Hukkien vika- ja vaikutusanalyysi	68
5. TAPAUSTUTKIMUS	71
5.1 Tapaustutkimuksen toteutus	71
5.2 Tapaustutkimuksen tulokset	72
6. TUTKIMUSTULOSTEN POHDINTA	78
6.1 Keskeiset tulokset ja niiden vertailu aiempiin tutkimuksiin	78
6.2 Tutkimuskysymyksiin vastaaminen	84

6.3	Tutkimuksen rajoitteet ja kriittinen arviointi	87
6.4	Tulosten yleistettävyys	88
7.	YHTEENVETO.....	90
7.1	Tutkimuksen tulokset	90
7.2	Jatkotutkimustarpeet	91
	LÄHTEET	93
	LIITE A: KYSELYLOMAKE.....	97
	LIITE B: TAPAUSTUTKIMUKSEN SEURANTALOMAKE.....	110

KUVALUETTELO

Kuva 1.	<i>Korjausrakentamisen määrän kehitys (Rakennusteollisuus RT 2018b)</i>	<i>1</i>
Kuva 2.	<i>Lisäarvoa tuottavien toimintojen ja hukan osuus valmistavassa teollisuudessa sekä rakentamisessa (Koskenvesa 2011; viitattu Construction Institute USA 2004)</i>	<i>3</i>
Kuva 3.	<i>Toyotan tuotantojärjestelmän periaate (mukaillen, Modig & Åhlström 2013).....</i>	<i>9</i>
Kuva 4.	<i>Viisi lean-ajattelun periaatetta (mukaillen, Lean Enterprise Institute 2018)</i>	<i>11</i>
Kuva 5.	<i>Lean-ajattelun mukainen lähestymistapa tuotannon kehittämisessä (Haapasalo & Malvalehto 2012)</i>	<i>12</i>
Kuva 6.	<i>Arvon suhde kustannuksiin nähden (mukaillen, Hines et al. 2004)</i>	<i>18</i>
Kuva 7.	<i>Esimerkki arvovirtakuvauksesta (Haapasalo & Malvalehto 2012).....</i>	<i>20</i>
Kuva 8.	<i>Imuohjauksen periaate (Modig & Åhlström 2013).....</i>	<i>22</i>
Kuva 9.	<i>Demingin laatuympyrä (mukaillen, Mannila 2015).....</i>	<i>24</i>
Kuva 10.	<i>Esimerkkipohja A3:sta (Koskenvesa 2017)</i>	<i>27</i>
Kuva 11.	<i>Virtautettu tuotantojuna (Salminen 2016)</i>	<i>30</i>
Kuva 12.	<i>Rakentamistehtävän panoksia (Koskela & Koskenvesa 2003).....</i>	<i>36</i>
Kuva 13.	<i>Muran, Murin ja Mudan yhteys (mukaillen, Pieńkowski 2014)</i>	<i>39</i>
Kuva 14.	<i>Vastaavien työnjohtajien ja työnjohtajien ajankäytön jakautuminen toimintojen välillä (Marjasalo & Koskenvesa 2013).....</i>	<i>43</i>
Kuva 15.	<i>Malli hukkien tunnistamiseksi (Manninen 2012; viitattu Alwi et al. 2002)</i>	<i>47</i>
Kuva 16.	<i>Systemaattinen malli hukan eliminoimiseen (Manninen 2012; viitattu Vilasini et al. 2011)</i>	<i>50</i>
Kuva 17.	<i>Vastaajien kokemus toimihenkilötehtävistä rakennusalalla</i>	<i>57</i>
Kuva 18.	<i>Hukkien tunnistettavuuden, merkittävyyden ja esiintyvyyden keskiarvot.....</i>	<i>58</i>
Kuva 19.	<i>Yhteenveto merkittävimmistä hukista</i>	<i>59</i>
Kuva 20.	<i>Hukkien riskitulot ja kriittisyydet.....</i>	<i>70</i>
Kuva 21.	<i>Hukkien kokonaiskestot ja määrät tapaustutkimuksessa.....</i>	<i>74</i>

LYHENTEET JA TERMIT SEKÄ NIIDEN MÄÄRITELMÄT

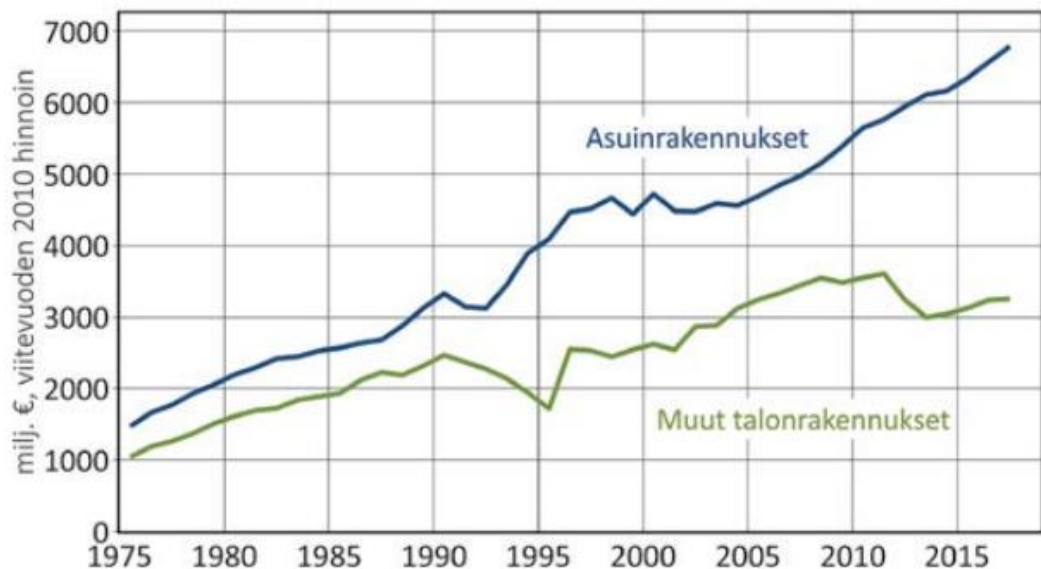
Andon	Andon tarkoittaa ”koneita ihmisten älykkyydellä”. Andon on visuaalisen johtamisen työkalu, joka näyttää toiminnan tilan työpisteellä.
Arvo	Tarkoittaa sitä, mitä asiakas haluaa ja josta on valmis maksamaan.
FMEA	Failure mode and effects analysis, suomeksi vika- ja vaikutusanalyysi. FMEA on menetelmä, jolla tutkitaan potentiaalisia vikatiloja tuotteesta, prosessista tai organisaatiosta.
Gemba	Japania ja tarkoittaa ”oikeaa paikkaa”. Gemba tarkoittaa paikkaa, jossa arvoa luodaan. Esim. Gemba on rakennusprojektin tilaajan näkökulmasta paikat, joissa rakentaminen tapahtuu.
Genchi genbutsu	Japania ja tarkoittaa ”mene ja katso itse”. Yksi viidestä Toyotan tavan periaatteesta. Sen mukaan oikeasti ymmärtääkseen tilanteen ja ongelman on mentävä itse Gemballe.
Hukka	Hukalla tarkoitetaan kaikkea toimintaa, joka ei tuota arvoa asiakkaalle.
JIT	Just-In-Time (”juuri ajoissa”) on tuotantojärjestelmä, joka tuottaa ja toimittaa vain tarpeelliset asiat ja vain tarvittavan määrän juuri silloin kun ne tarvitaan.
Kanban	Japania ja tarkoittaa ”korttia” tai ”merkkiä”. Kanban on työväline, jolla visualisoidaan ja hallitaan työjonoja. Kanban havainnollistaa mitä tehtäviä on työn alla, mikä estää tehtävien etenemistä ja paljonko aloittamattomia tehtäviä on jonossa.
LPDS	Lean Project Delivery System eli projektipohjainen tuotantosysteemi on käsitteellinen viitekehys, joka ohjeistaa lean rakentamisen käytännön toteutuksessa projektipohjaisessa tuotannossa.
LPS	Last Planner System eli Last Planner -menetelmä (”viimeinen suunnittelija”) on tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen menettely, joka keskittyy rakentamisvaiheen ja lyhyen aikavälin suunnitteluun ja ohjaukseen.
Lean-ajattelu	Lean-ajattelu on ajattelutapa, jossa keskitytään hukan eliminoimiseen ja asiakasarvon tuottamiseen.
Lean rakentaminen	Lean-ajattelun ja sen menetelmien soveltamista erilaisten toimintatapojen ja työkalujen avulla rakennusosalalla.
Muda	Tarkoittaa resurssien hukkaa. Se voi olla arvoa tuottamatonta toimintaa tai työtä, joka luo hukkaa.
Mura	Tarkoittaa epätasaisuutta ja epäyhdenmukaisuutta, mikä on variaatiota tuotannossa koskien määrää ja laatua.

Muri	Tarkoittaa ylikuormitusta ja liikaa rasittamista. Muri on kohtuuttomia vaatimuksia työntekijöille ja prosesseille.
Prosessi	Toimintatapa, jonka avulla panoksista syntyy tuotoksia, lisäarvoa tuottavia tuloksia ja vaikutuksia sekä se toistuu aina samanlaisena.
Pullonkaula-ajattelu	Pullonkaula-ajattelun (engl. Theory Of Constraints, TOC) keskeinen perusajatus on, että jokaisessa tavoitteellisessa järjestelmässä (systeemissä) on vain yksi tai muutama tavoitteiden saavuttamista rajoittava tekijä (engl. constraint).
TFV-Teoria	Muunnos-virtaus-arvo-teoria (Transformation-Flow-Value-Theory) on tuotannon teoria, joka yhdistää kolme tuotannon käsitteellistä mallia, joissa tuotanto nähdään muunnoksena, virtauksena ja arvontuottona.
TPS	Toyota Production System eli Toyotan tuotantojärjestelmä on kokonaisuus ajatusmalleja, teemoja ja tekniikoita, jotka muodostavat tuotannon sosio-tekniikan järjestelmän.
Tuote	Tuote voi olla mikä tahansa asia, joka on tarjottavissa markkinoille ja tyydyttää kysynnän tai tarpeen.
Tuottavuus	Tuottavuus tarkoittaa tuotosten ja niiden aikaansaamiseksi käytettyjen panosten välistä suhdetta.
Vaihtelu	Säännöllisesti tai sattumanvaraisesti ilmenevä joukko muutoksia.
VSM	Value Stream Mapping eli arvovirtakuvaus on tuotantotekniikka, jossa visualisoidaan karttana kaikki prosessin vaiheet ja niiden riippuvuudet.

1. JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Rakentaminen on Suomen yksi avainaloista ja siitä onkin puhuttu ”Suomen talouden veturina” viime vuosien aikana. Rakentamisen merkitys Suomen kansantaloudelle onkin erittäin merkittävä. Rakennustuotannon arvo Suomessa vuonna 2017 oli yhteensä 33,7 mrd. €, josta talonrakentamisen osuus oli 27,0 mrd. € ja korjausrakentamisen osuus 13,1 mrd. €. (Rakennusteollisuus RT 2018a) Rakennetun omaisuuden tila 2019 -raportin mukaan rakentamisen osuus Suomen bruttokansantuotteesta on 16 % ja rakennetun ympäristön osuus Suomen kansallisvarallisuudesta on jopa 83 %. (ROTI 2019) Lisäksi 70 % kiinteistä investoinneista kohdistuu rakennettuun ympäristöön. Rakennuskannan korjausvelan määräksi on arvioitu 30–50 mrd. € ja korjaus- ja muutosinvestointien määrä ei nykyisellään riitä kattamaan korjausvelkaa, minkä johdosta rakennetun omaisuuden rapautuminen kiihtyy. (ROTI 2017) Korjausrakentamisen määrä on jatkanut melko tasaista kasvua aina vuodesta 1975 asti, eikä tahti näytä ainakaan vielä hiipuvan (Rakennusteollisuus RT 2018b). Kuvassa 1 esitetään korjausrakentamisen määrän kehitys euroissa mitattuna vuodesta 1975 vuoteen 2017.

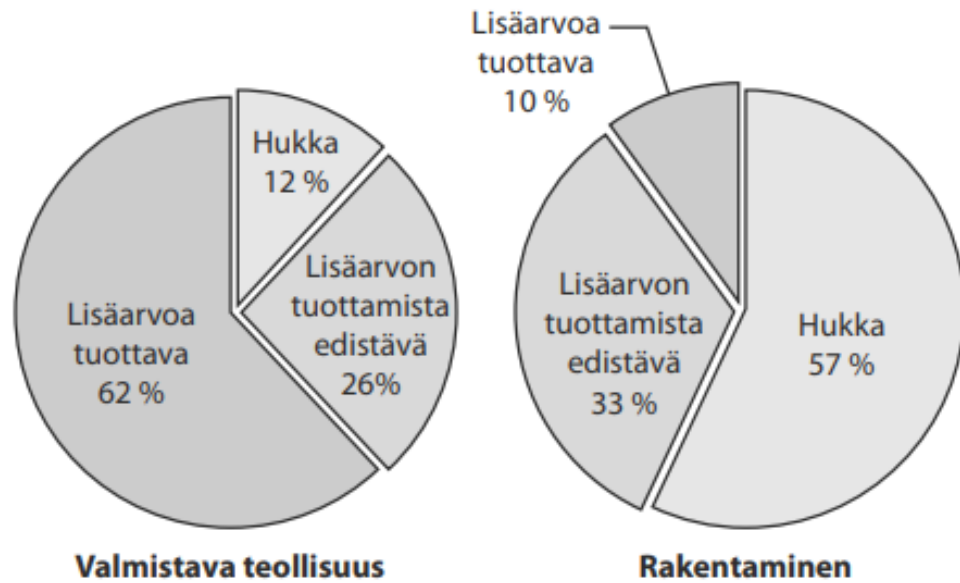


Kuva 1. Korjausrakentamisen määrän kehitys (Rakennusteollisuus RT 2018b)

Rakennusalan arvonlisäykseen perustuva tuottavuus on kuitenkin jäänyt lähes 1970-luvun tasolle, samalla kun muiden teollisuuden alojen tuottavuus on jopa moninkertaistunut. Syitä tuottavuuden olemattomaan kehitykseen on monia, mutta yhtenä tärkeänä syynä voidaan pitää suurta hukan määrää rakennusteollisuudessa. (Rakennuslehti 2017) Tuottavuus tarkoittaa yksinkertaistettuna tuotosten ja niiden aikaansaamiseksi käytettyjen panosten välistä suhdetta (Koskenvesa 2011).

Hukka voidaan määritellä toiminnaksi, joka kuluttaa aikaa ja resursseja mutta ei lisää arvoa lopputuotteeseen (Shingo 1981). Rakentamisessa lopputuote on esimerkiksi valmis rakennus. Hukka määritellään arvon perusteella, joten on tunnettava, miten arvo määritellään. Periaatteessa hukkaa ei voida absoluuttisesti määritellä, koska arvo on aina suhteellista ja tapauskohtaista. (Mossman 2009) Hukkaa tulee aina tarkastella yhdessä arvon kanssa, koska jokin asia voi olla toisen asiakkaan mielestä hukkaa, kun taas toisen mielestä ei. Arvo liittyy tuotantojärjestelmän lopputuotteisiin ja hukka tuotantojärjestelmän sisäisiin toimintoihin ja ei toivottuihin lopputuotteisiin. (Bolviken et al. 2014)

Construction Institute USA:n (2004) tutkimuksen mukaan rakentamisessa lisäarvoa tuottavien toimintojen osuus on 10 % ja lisäarvon tuottamista edistävien toimintojen osuus 33 %, jolloin hukan määräksi jää huimat 57 % toiminnoista. Verrattuna valmistavaan teollisuuteen, jossa vastaavat osuudet ovat 67 % (lisäarvoa tuottava), 26 % (lisäarvon tuottamista edistävä) ja 12 % (hukka) on ero rakentamiseen erittäin suuri. (Koskenvesa 2011; viitattu Construction Institute USA 2004) Rakennusala on erittäin työvoimapainotteinen teollisuuden ala, joten hukkaa vähentämällä on mahdollisuuksia merkittäviin kustannussäästöihin. Josephsonin ja Saukkoriiven (2005) tutkimuksen mukaan hukan osuus rakennushankkeiden tuotantokustannuksista vaihtelee 30–35 % välillä.



Kuva 2. Lisäarvoa tuottavien toimintojen ja hukan osuus valmistavassa teollisuudessa sekä rakentamisessa (Koskenvesa 2011; viitattu Construction Institute USA 2004)

Alsehaimin ja Koskelan (2008) mukaan suurimmat syyt rakennusprojektien aikatauluviivästyksiin ovat projektinhallinnan ja projektijohtamisen sekä projektiympäristön ongelmat. He suosittelevat lean rakentamisen tekniikoita näihin ongelmiin vastaamiseksi. Heidän mukaansa soveltamalla lean menetelmiä on päästy tehokkaampaan suunnitteluun, parempaan tuottavuuteen sekä parempaan kommunikointiin ja yhteistyöhön. He nostavat erityisesti esille Last Planner -menetelmän käyttämisen.

Rakennusalan heikkoa tuottavuutta ja suurta hukan esiintymistä tarkastellaan tässä tutkimuksessa lean rakentamisen näkökulmasta. Lean Construction Institute Finland (2018) määrittelee leanin toimintastrategiaksi, joka tavoittelee asiakasarvon maksimointia parantamalla jatkuvasti prosessien virtaustehokkuutta. Virtaustehokkuutta voidaan parantaa vähentämällä hukkaa eli arvoa tuottamatonta resurssien käyttöä. Hukan tunnistaminen ja eliminointi edellyttävät sen erottamista arvoa tuottavasta resurssien käytöstä. Tätä varten on tunnistettava ja määriteltävä asiakkaalle tuotettava arvo. Lean rakentamisella tarkoitetaan lean-ajattelun ja sen menetelmien soveltamista erilaisten toimintatapojen ja työkalujen avulla rakennusalalla. Tavoitteena on edellä kuvatun toimintastrategian mahdollistaminen projektiperusteisessa liiketoiminnassa. (Lean Construction Institute Finland 2018)

Hukkien tunnistaminen on ensimmäinen askel, ennen kuin niiden eliminoiminen on mahdollista. Tässä tutkimuksessa pyritään mahdollistamaan tuottavuuden parantaminen, selvittämällä hukkien esiintymistä ja siten mahdollistamalla niiden eliminoiminen.

Leanista ja lean rakentamisesta on olemassa paljon kirjallisuutta ja lähdemateriaalia. Kuitenkaan tässä tutkimuksessa tutkittavasta aiheesta eli toimihenkilöiden työssä esiintyvistä hukasta ei ole tiettävästi aikaisemmin tehty tutkimusta. Modig ja Åhlström käsittelevät leania yleisellä tasolla kirjassaan *Tätä on lean* (2013). Hukkien esiintymistä ja eliminointia rakentamisessa on tutkittu aikaisemmissa tutkimuksissa. Esimerkiksi (Emuze & Saurin 2016) käsittelevät kattavasti teoksessaan, *Value and Waste in Lean Construction*, arvoa ja hukkaa lean rakentamisessa. Koskela et al. (2013) kirjoittivat tutkimuksessaan, *Which are the wastes of construction*, erityisesti rakennusalan hukista. Liker (2004) kirjoittaa teoksessaan *The Toyota Way*, miten leanin perikuvana toiminut Toyotan tuotantojärjestelmä kehittyi tuotannon laadun uutena paradigmana.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen päätavoitteena on kartoittaa kohdeyrityksen ja tutkimuksen toimeksiantajan NCC Suomi Oy:n korjausrakentamisen toimialalla tuotannossa esiintyvää hukkaa ja selvittää syitä niiden taustalla. NCC Suomi Oy:seen viitataan jatkossa nimellä ”kohdeyritys”. Tutkimuksessa tutkitaan kohdeyrityksen korjausrakentamisen toimialalla, pääasiassa työmaalla, työskentelevien **toimihenkilöiden** työssä esiintyvää hukkaa.

Eri hukkatyyppejä löytyy rakentamisessa useita. Tavoitteena on selvittää kirjallisuuskatsauksen avulla keskeisimmät rakennusalan hukkatyypit ja miten eri hukkatyypit on määriteltä. Tavoitteena on koota yhteen toimihenkilöiden työssä mahdollisesti esiintyviä hukkatyyppejä. Kirjallisuuskatsauksesta muodostettua hukkaluetteloa käytetään kyselytutkimuksen sekä tapaustutkimuksen perustana.

Tutkimuksen empiirisessä osassa pyritään selvittämään hukkien esiintymistä ja syitä, joista hukat aiheutuvat. Jotta hukkaa pystyttäisiin eliminoimaan, on tiedettävä mitä hukkaa esiintyy, kuinka paljon ja mitkä ovat syyt niille. Tutkimuksessa pyritään vastaamaan seuraavaksi esitettäviin tutkimuskysymyksiin.

Tutkimuskysymykset:

1. **Mitä on lean rakentaminen ja mitkä hukkatyypit sopivat toimihenkilöiden työhön rakentamisessa?**
2. **Mitkä ovat merkittävimmät hukkatyypit toimihenkilöiden työssä yrityksen korjausrakentamisen toimialalla?**
3. **Miten hukat ilmenevät toimihenkilöiden työssä ja miksi?**

Tutkimuskysymykseen yksi vastataan kirjallisuuskatsauksen perusteella. Tavoitteena on tuottaa tiivis kuvaus leanista ja lean rakentamisesta. Lisäksi lähdeaineistosta kerätään

yhteen taulukkoon rakennusalan kontekstissa esiintyvät hukkatyypit, määritelmät sekä käytännön esimerkit kyseisistä hukkatyypeistä. Hukkatyypeistä pyritään löytämään sellaiset, jotka sopivat toimihenkilöiden työhön. Käytännön esimerkit hukista muodostetaan siten, että ne sopivat rakennusalan toimihenkilöiden työskentelyyn.

Toiseen tutkimuskysymykseen haetaan vastausta kyselytutkimuksen ja tapaustutkimuksen avulla. Kirjallisuuskatsauksessa laaditun hukkaluettelon pohjalta tehdyn kyselytutkimuksen ja tapaustutkimuksen perusteella selvitetään, mitkä ovat merkittävimmät hukkatyypit yrityksen korjausrakennustuotannossa, toimihenkilöiden työssä.

Kolmanteen tutkimuskysymykseen vastataan kyselytutkimuksen avoimen kysymyksen ja tapaustutkimuksen perusteella. Tavoitteena on selvittää, millaisissa tilanteissa hukkaa ilmenee ja mistä syistä ne johtuvat.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen teoreettisen osan muodostaa kirjallisuuskatsaus leaniin, lean rakentamiseen ja erityisesti hukkaan ja eri hukkatyypeihin. Tämä luo viitekehyksen ja teoreettisen pohjan diplomityölle. Aineistona kirjallisuuskatsaukseen käytetään muun muassa tieteellisiä artikkeleita ja tutkimuksia sekä kirjallisuutta aiheesta.

Tutkimuksen empiirinen osuus toteutetaan kyselytutkimuksena (survey-tutkimuksena) sekä tapaustutkimuksena. Kyselytutkimus toteutetaan internetpohjaisella kyselylomakkeella, joka jaetaan tutkimukseen osallistuville sähköpostin välityksellä. Tapaustutkimus toteutetaan ajankäyttötutkimuksena seurantalomakkeen avulla. Osallistujat täyttävät viikon ajan seurantalomaketta, johon he kirjaavat työssään ilmenneitä hukkia. Tavoitteena on siis kartoittaa hukan osuutta toimihenkilöiden työssä.

Kyselytutkimuksen kohderyhmä koostuu kohdeyrityksen korjausrakentamisen toimialalla eri työtehtävissä työskentelevistä henkilöistä. Yhdistävä tekijä kohderyhmällä on se, että he työskentelevät pääasiassa työmailla ja toimivat toimihenkilötehtävissä. Kohderyhmään kuuluu enimmäkseen työnjohtajia, vastaavia työnjohtajia, työmaainsinöörejä, harjoittelijoita ja työpäälliköitä. Valitsemalla eri työtehtävissä olevia henkilöitä tutkimuksen kohderyhmään, tavoitellaan kattavampaa kuvaa hukkien esiintymisestä. Tapaustutkimukseen osallistuvat toimihenkilöt valitaan halukkuuden ja vapaaehtoisuuden perusteella kolmelta kohdeyrityksen suurelta työmaalta pääkaupunkiseudulta.

Tutkimuksen tuloksena tavoitellaan korjausrakentamisessa toimihenkilöiden työssä esiintyvien merkittävimpien hukkien ja niiden taustalla olevien syiden selvittämistä. Tuotoksena listataan yrityksen korjaustuotannon merkittävimmät hukkatyypit, kuvataan niiden ilmeneminen ja syyt mistä ne aiheutuvat. Syyt hukkien taustalla ovat subjektiivisia ja

kokemusperäisiä näkemyksiä mutta tavoitteena on löytää yhtäläisyyksiä niihin. Tutkimuksen tuloksia käsitellään ja arvioidaan sekä määrällisesti että laadullisesti.

Tutkimustuloksia voidaan soveltaa rakennusyrittäjien toiminnassa. Kun pyritään parempaan tuottavuuteen, on hukkan poistaminen hyvä lähtökohta siihen. Tutkimustulosten perusteella osataan keskittää hukkien eliminointitoimenpiteet hukkien syihin.

1.4 Tutkimuksen kulku ja rajaukset

Tutkimus rajataan koskemaan kohdeyrityksen toimihenkilöiden työssä esiintyvää hukkaa. Tutkimuksen ulkopuolelle rajataan suorittavassa työssä eli rakennusmiesten työssä esiintyvän hukkan tarkastelu. Tämä rajaus tehdään tutkimuksen kohdeyrityksen toiveiden johdosta. Tutkimuksessa ei varsinaisesti tutkita, kuinka hukkia voidaan eliminoida, vaan keskitytään kartoittamaan hukkien ilmenemisen määrää, niiden merkittävyyttä ja syitä niiden taustalla. Tutkimus toteutetaan pääosin helmikuun 2019 ja syyskuun 2019 välisenä aikana.

Tutkimus noudattaa yleistä tieteellisten raporttien rakennetta. Ensin taustoitetaan tutkimusta ja perustellaan, miksi tutkimus suoritetaan. Tämän jälkeen esitetään tutkimuksen teoria. Sitten käydään läpi tutkimuksessa käytetyt menetelmät. Lopussa esitetään tutkimuksen tulokset ja kootaan ne yhteen yhteenvedossa. Luvussa yksi on esitelty tutkimuksen taustat, tutkimuksen tavoitteet, käytettävät tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen rakenne. Tutkimuksen teoriaa käydään läpi luvuissa kaksi ja kolme. Tämän jälkeen luvuissa neljä ja viisi kuvataan empiirisen tutkimuksen toteutus sekä tulokset. Luvussa kuusi pohditaan tutkimustuloksia ja verrataan niitä aiempiin tutkimuksiin aiheesta. Luvussa kuusi tehdään myös päätelmiä tutkimuksen tulosten pohjalta. Lisäksi arvioidaan tulosten yleistettävyyttä ja arvioidaan tutkimuksen rajoitteita. Viimeisessä seitsemännessä luvussa vedetään yhteen tutkimuksen tulokset ja annetaan jatkotutkimusehdotuksia. Työn lopussa esitetään liitteinä kyselytutkimuksessa käytetty kyselylomake ja taustatutkimuksessa käytetty seurantalomake.

2. LEAN

2.1 Leanin taustoitus

Käsite Lean on peräisin autonvalmistaja Toyotan ja sen käyttämän Toyotan tuotantojärjestelmän (engl. Toyota Production System, TPS) lähtökohdista. TPS on yli 50 vuotta vanha Toyotan sisäinen tuotantofilosofia. Ensimmäinen julkaisu, joka kuvaa mitä lean tuotanto tarkoittaa on *The Machine That Changed the World* (1990). Kirja esittelee lean tuotannon pääperiaatteita, jotka ovat tiimityö, viestintä, resurssitehokkuus, hukan eliminoiminen ja jatkuva parantaminen. (Modig & Åhlström 2013) Lean, suomeksi ”hoikka”, sai nimensä siitä, että siinä käytetään vähemmän ihmisiä, tilaa, investointeja sekä työtunteja verrattuna massatuotantoon (Womack et al. 1990).

Taiichi Ohno, TPS:än kehittäjä, tiivistää TPS:än ydinidean seuraavasti: *”Keskitymme ainoastaan aikaan, joka kuuluu asiakkaan tilauksesta siihen, kunnes saamme maksun asiakkaalta. Sitten lyhennämme kyseistä aikaa, poistamalla arvoa tuottamatonta hukkaa.”* (Liker 2004)

Liker (2004) käsittelee teoksessaan *The Toyota Way*, Toyotan liiketoiminnan periaatteet ja toimintafilosofian. Hänen mukaan TPS on vain osa laajempaa liiketoimintafilosofiaa, jota kutsutaan nimellä Toyotan tapa (engl. The Toyota way). Toyotan tapa tuo esille strategiset ja organisatoriset tekijät, jotka ohjaavat Toyotan toimintatapoja. TPS ja Toyotan tapa eivät ole siis sama asia. TPS on systemaattisin ja kehittynein malli, siitä mitä Toyotan tavan periaatteilla voidaan saavuttaa ja soveltaa käytännön tuotantoon.

Määritellään seuraavaksi termi, ”prosessi” koska siitä tullaan jatkossa puhumaan, on syytä ymmärtää, mitä sillä tarkoitetaan. Prosessi on toimintatapa, jonka avulla panoksista syntyy tuotoksia, lisäarvoa tuottavia tuloksia ja vaikutuksia ja se toistuu aina samanlaisena. Prosessilla on myös selkeä alku ja loppu. (Jyväskylän yliopisto 2019)

Kaikki organisaation toiminta voidaan kuvata prosesseina, jotka jaetaan tavallisesti kolmeen kategoriaan:

- *Operatiiviset prosessit:* Toiminta, joka tuottaa välittömästi arvoa asiakkaalle. Jos poistetaan toiminto, joka kuuluu operatiivisiin prosesseihin, tulee tuotteesta tai palvelusta epätäydellinen.
- *Tukiprosessit:* Toiminta, joka tukee operatiivisia prosesseja. Tukiprosessit eivät itsessään tuota arvoa tuotteeseen tai palveluun, mutta ovat enemmän tai vähemmän pakollisia, jotta operatiiviset prosessit toimisivat kunnolla.

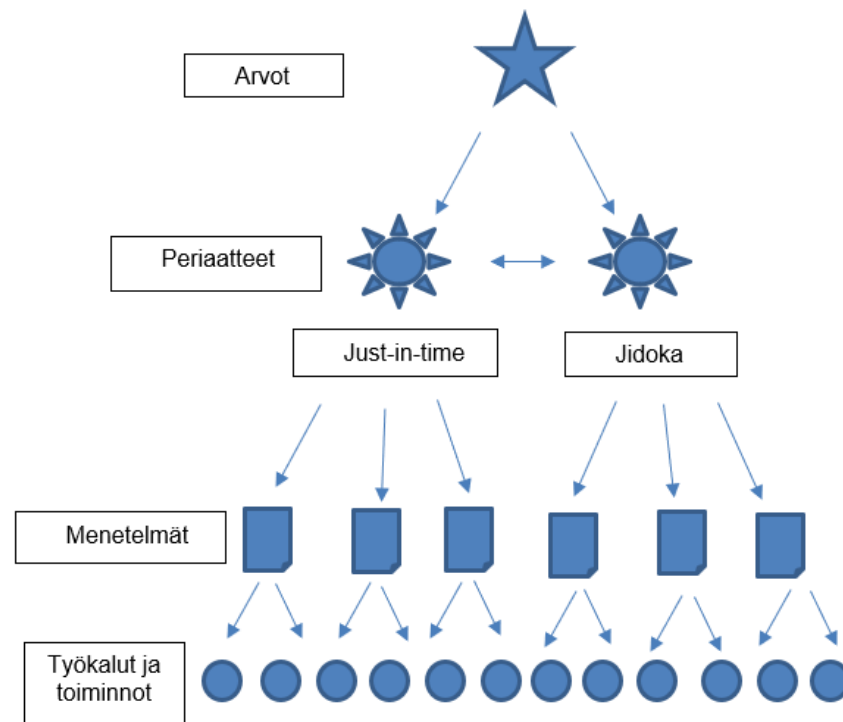
- *Johtamisprosessit*: Toiminta, jonka tavoitteena on päättää organisaation tavoitteista ja strategioista. (Josephson & Saukkoriipi 2005)

Seuraavaksi tarkastellaan vielä hieman tarkemmin Toyotan tapaa, joksi Liker (2004) on sen nimennyt. Liker (2004) nimeää teoksessaan 14 Toyotan tavan periaatetta. Nämä periaatteet voidaan jakaa neljään pääryhmään, jotka ovat:

- Filosofia (Pitkän tähtäimen ajattelu)
 - Toyotan filosofian ylimpänä tavoitteena on tuottaa arvoa asiakkaille ja yhteiskunnalle. Tämä filosofia luo edellytykset oppivan, joustavan ja tuottoisan organisaation kehittämiseen. Päätökset tulee tehdä pitkän tähtäimen filosofian pohjalta, myös lyhyen tähtäimen taloudellisten tavoitteiden kustannuksella.
- Prosessi (Hukan eliminointi)
 - Oikeanlainen prosessi tuottaa haluttuja tuloksia. Toyotan tavan mukaan oikeanlainen prosessi luodaan seuraavien vaiheiden mukaan:
 - Prosessiin on luotava virtaus, jotta ongelmat tulevat esille
 - Käytetään imuohjausta, ylituotannon välttämiseksi
 - Tasapainotetaan työmäärä (Heijunka)
 - Kohdatessa laatuongelmia tulee pysähtyä (Jidoka)
 - Tehtävien standardisoiminen, jatkuvan parantamisen mahdollistamiseksi
 - Visuaalisen ohjauksen käyttäminen, jotta ongelmat eivät jää piiloon
 - Ainoastaan luotettavan ja testatun teknologian käyttäminen.
- Ihmiset ja yhteistyökumppanit (Kunnioita, haasta ja kasvata heitä)
 - Arvon lisääminen organisaatioon, kehittämällä työntekijöitä ja yhteistyökumppaneita. Käytännössä tämä tapahtuu kasvattamalla johtajia, jotka noudattavat filosofiaa sekä kunnioittamalla, haastamalla ja auttamalla omia työntekijöitä, sekä alihankkijoita. Toyotan tapa sisältää monia työkaluja, joiden avulla voidaan tukea työntekijöiden jatkuvaa oppimista ja kehittymistä.
- Ongelmanratkaisu (Jatkuva parantaminen ja oppiminen)
 - Ratkaisemalla jatkuvasti ongelmien juurisyitä, edesautetaan organisaation oppimista. Oppiva organisaatio on tärkeässä roolissa Toyotan tavassa. Ongelmien juurisyiden tunnistaminen, ratkaiseminen ja ehkäiseminen ovat Toyotan jatkuvan parantamisen keskiössä. Analysoiminen, pohtiminen ja kantapään kautta oppiminen mahdollistavat kehityksen.

Päätökset tulee tehdä hitaasti yhteisymmärryksessä vaihtoehtoja perusteellisesti harkiten, mutta ne tulee toteuttaa nopeasti. (Liker 2004)

Toyotan tuotantojärjestelmän perusideaa havainnollistetaan kuvassa 3. Arvot määrittelevät, millainen organisaation on oltava. Periaatteet kertovat, miten organisaation tulee ajatella. Menetelmät kuvaavat, mitä organisaation tulee tehdä ja työkalut määrittävät, mitä organisaation tulee käyttää. (Modig & Åhlström 2013)



Kuva 3. Toyotan tuotantojärjestelmän periaate (mukaillen, Modig & Åhlström 2013)

Arvojen pohjalta syntyivät Toyotan periaatteet sen toiminnalle. Nämä periaatteet ovat Just-In-Time (JIT) ja Jidoka, jotka ovat TPS:än ”peruspilarit”. Näiden periaatteiden perusteella syntyi menetelmiä, jotka vakioivat sen, että periaatteet toteutuivat mahdollisimman hyvin. Vakiointi on TPS:än yksi tärkeimmistä menetelmistä. Sen avulla on mahdollista kehittää muita menetelmiä. Virtauksen luomiseksi ja etenkin sen säilyttämiseksi, on virtaus vakioitava siten, että kaikilla on sama näkemys siitä, miten jokin asia tulee tehdä. Visuaalinen ohjaus on eräs menetelmä, jota tarvitaan Jidokan toteuttamiseksi. Työkalut ja toiminnot ovat menetelmien toteutustapoja. Esimerkiksi vakiointimenetelmän yksi työkalu on A3. (Modig & Åhlström 2013)

Jidoka tarkoittaa ”automatisointia inhimillisellä otteella” ja koneiden toimimista ”inhimillisesti fiksusti”. Jidokassa on tavoitteena luoda niin näkyvä ja visuaalinen organisaatio, että, jos jokin häiritsee tai pysäyttää virtauksen, se huomataan heti. Jidokan voidaan

ajatella täydentävän JIT:tiä. JIT tarkoittaa tuotannon virtauttamista, karsimalla kaikki varastot ja tuottamalla vain sitä, mitä asiakas haluaa. JIT:in mukaan jokaisen yksittäisen tuotteen tulee virrata tuotannon läpi. (Modig & Åhlström 2013)

Ymmärtääkseen lean tuotantoa syvällisemmin on ensin tunnettava sen historiallinen kehitys sekä sen lähtökohtana toiminut Toyotan tuotantojärjestelmä (Gao & Low 2014). Likerin (2004) mukaan ”leani” yritys on sellainen, joka soveltaa TPS:ää kaikessa yrityksen toiminnassa, jokaisella eri organisaation tasolla.

Leanista ei kuitenkaan vielä ole olemassa yhtä yleisesti hyväksyttyä määritelmää. Osassa kirjallisuudessa leania pidetään abstraktina asiana: asenteina, filosofiana, kulttuurina ja periaatteina. Kun taas toisissa kirjoissa lean määritellään konkreettisempaan asiana: työskentelytapana, menetelmänä ja työkaluna. Leanin määritelmässä tulee huomioida abstraktiotaso. Ylimmällä abstraktiotasolla lean voidaan määritellä filosofiaksi, kulttuuriksi tai arvoiksi. Keskitasolla lean voidaan ajatella parannuskeinona, laatuajatteluksi tai tuotantojärjestelmänä. Alimmalla tasolla lean ymmärretään menetelmänä tai työkaluna. Mitä korkeamman abstraktiotason määritelmää leanista käytetään, sitä useampaan asiayhteyteen se sopii, eikä rajoitu vain tiettyyn asiayhteyteen (esim. toimialaan) kuten alimmalla abstraktiotasolla. (Modig & Åhlström 2013)

2.2 Lean-ajattelun periaatteet

Nyt, kun leanin taustaa ja perusajatuksia on jo hieman käyty läpi, siirrytään tarkastelemaan lean-ajattelua. Lean-ajattelu on nimensä mukaisesti ajattelutapa, jossa keskitytään hukkan eliminoimiseen ja asiakasarvon tuottamiseen. Lean-ajattelussa tuotantoprosessia tarkastellaan materiaalien tai informaation virtauksena raaka-aineista lopputuotteiksi. Virtausprosessissa materiaalia voidaan jalostaa tai tarkastaa tai se voi liikkua tai odottaa. (Womack & Jones 2003)

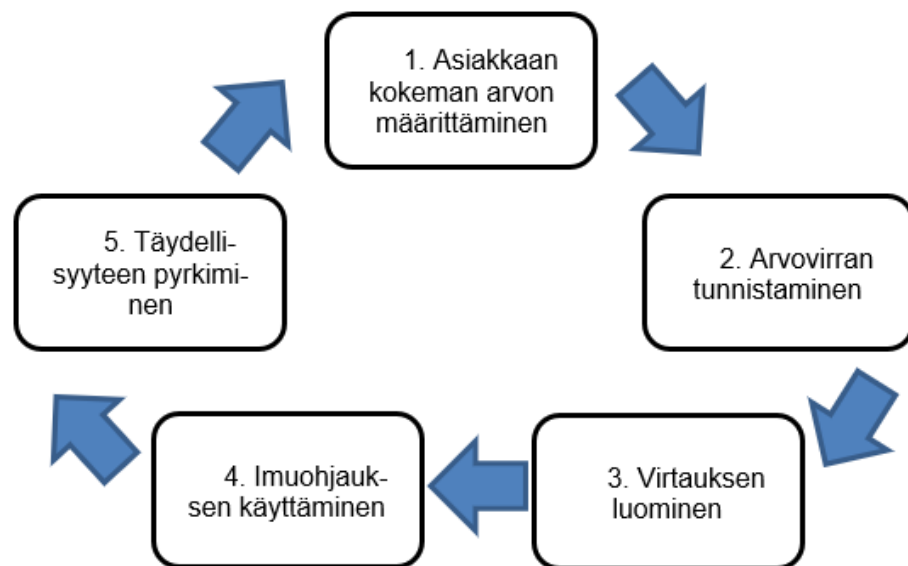
Kourin (2010) mukaan leanin tarkoitus on: parantaa työskentelyolosuhteita, osallistaa työntekijöitä kehitystyöhön, parantaa yrityksen kilpailukykyä sekä tehdä oikeita asioita. Leanin tarkoitus ei sen sijaan ole: toimia kustannustensäästöohjelmalla, hakea pienempää riippuvuutta työntekijöistä, siirtyä liukuhihnatyöhön, vähentää työn mielekkyyttä ja karsia kaikesta.

Koskela (1992) tiivistää lean-ajattelun yhteentoista periaatteeseen:

1. Hukan vähentäminen
2. Arvon kasvattaminen, systemaattisella asiakastarpeiden huomioimisella
3. Vaihtelevuuden vähentäminen
4. Läpimenoaikojen lyhentäminen

5. Yksinkertaistaminen, minimoimalla tuotannon vaiheita, osia ja sidonnaisuuksia
6. Tuotannon joustavuuden kasvattaminen
7. Tuotannon läpinäkyvyyden kasvattaminen
8. Keskittyminen koko prosessin hallintaan
9. Jatkuvan parantamisen kulttuurin luominen prosessiin
10. Virtauksen kehityksen tasapainottamien joustavuuden kehittämällä
11. Suorituskyvyn ja toiminnan mittaaminen

Womack ja Jones (2003) puolestaan tiivistävät lean-ajattelun, teoksessaan *Lean Thinking*, viiteen periaatteeseen, jotka ovat kuvan 4 mukaiset: asiakkaan kokeman arvon määrittäminen, arvovirran tunnistaminen, jatkuvan virtauksen luominen prosessiin, imuohjauksen käyttäminen sekä täydellisyyteen pyrkiminen. Näitä viittä periaatetta ja lean-ajattelun pääkohtaa käsitellään myöhemmin tarkemmin omissa alaluvuissaan 2.2.1–2.2.5.



Kuva 4. Viisi lean-ajattelun periaatetta (mukailten, *Lean Enterprise Institute 2018*)

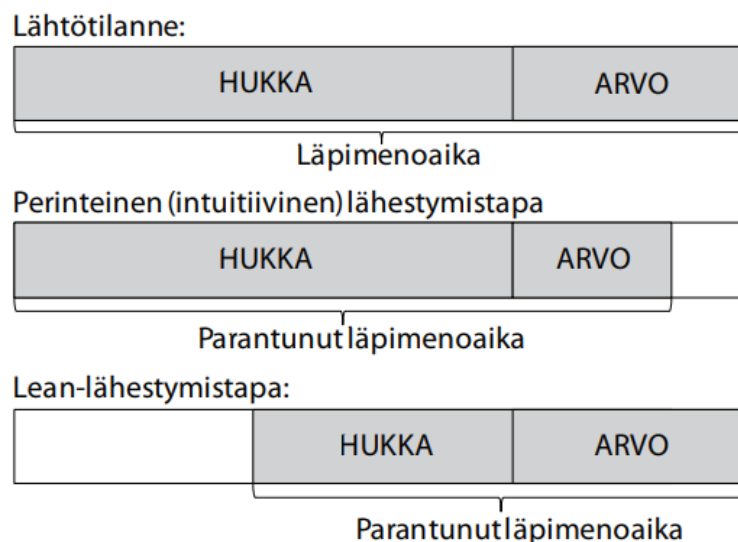
Lean-ajattelun ymmärtämiseksi vertaillaan seuraavaksi vielä kahta eri tehokkuusajattelua muotoa, resurssitehokkuutta ja virtaustehokkuutta. Modig ja Åhlström (2013) määrittelevät leanin toimintastrategiaksi, joka korostaa virtaustehokkuutta eikä resurssitehokkuutta.

Resurssitehokkuus on tehokkuuden niin sanottu perinteikäs muoto. Resurssitehokkuudessa korostetaan arvoa tuottavien resurssien hyödyntämistä mahdollisimman tehokkaasti. Yrityksen resursseja ovat muun muassa yrityksen toimitilat, koneet ja laitteet sekä

työntekijät ja heidän osaamisensa. Resurssitehokkuuden peruseriaatteita ovat tehtävien pilkkominen pienempiin osiin ja mittakaavaedun tavoittelemisen. (Modig & Åhlström 2013)

Virtaustehokkuudessa keskitytään sen sijaan yrityksessä jalostettavaan yksikköön, eikä resursseihin. Jalostettava yksikkö voi olla esimerkiksi teollisuudessa valmistettava tuote (materiaali), palvelualalla palveltava asiakas (ihminen) tai virastoon jätetty lupahakemus (informaatio). Virtaustehokkuus mittaa virtausyksikön jalostumista tietyssä ajanjaksona, joka alkaa yleensä tarpeen tunnistamisesta ja päättyy tarpeen tyydyttyä. Virtaustehokkuus on sitä parempi, mitä suuremman osan ajasta virtausyksikkö jalostuu, eli sille tehdään jotakin, mikä vie sitä lähemmäs tarpeen tyydyttymistä. Yrityksen tasolla virtaustehokkuus kuvaa niin sanottua jalostuskykyä eli tuotetaanko virtausyksiköihin arvoa vai ovatko ne esimerkiksi varastossa tai jonossa ”tyhjän panttina”. Virtaustehokkuus syntyy erilaisista prosesseista. Prosessilla tarkoitetaan joukkoa toimintoja, jotka jalostavat virtausyksiköitä, esimerkiksi kehitys-, hankinta- ja tuotantoprosessi. Virtaustehokkuuden kannalta on oleellista määritellä prosessit virtausyksiköiden näkökulmasta. (Modig & Åhlström 2013)

Perinteinen yrityksen toiminnan kehittäminen kohdistuu siis yleensä arvoa tuottavien toimintojen tehostamiseen eli resurssitehokkuuden parantamiseen. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi tehokkaampien koneiden ja laitteiden hankkimista. Lean-ajattelun mukaan keskitytään hukkan eliminointiin, mikä usein muodostaa suurimman osan tuotannon läpimenoajasta. (Haapasalo & Malvalehto 2012) Kuvassa 5 havainnollistetaan tätä eroa.



Kuva 5. Lean-ajattelun mukainen lähestymistapa tuotannon kehittämisessä (Haapasalo & Malvalehto 2012)

Vaihtelulla on suuri vaikutus virtaustehokkuuteen. Prosesseissa esiintyy aina vaihtelua. Vaihteluun on olemassa loputtomasti syitä, mutta syyt voidaan kuitenkin jakaa pääluokkiin, jotka ovat resurssit, virtausyksiköt sekä ulkoiset tekijät. Hyvää virtaustehokkuutta ei ole myöskään helppoa saavuttaa. Virtaustehokkuusajattelussa keskitytään virtausyksikön läpimenoajan lyhentämiseen sekä arvoa tuottavien toimintojen osuuden kasvattamiseen prosessissa. Läpimenoaika tarkoittaa aikaa, joka virtausyksiköltä kuluu, kun se etenee prosessin alusta loppuun. Jaksoaika tarkoittaa kahden virtausyksikön prosessista poistumisen välillä kuluva keskimääräistä aikaa. Lisäksi on hyvä ymmärtää, että hyvän virtaustehokkuuden yhdistäminen hyvään resurssitehokkuuteen on lähes mahdotonta, koska hyvä resurssitehokkuus edellyttää suurta keskeneräisten virtausyksiköiden määrää. (Modig & Åhlström 2013)

Virtaustehokkuutta rajoittavat kolme lakia:

- Littlen laki: Läpimenoaika on sitä pidempi, mitä enemmän keskeneräisiä virtausyksiköitä prosessissa on ja mitä pidempi jaksoaika on.
- Laki pullonkaloista: Pullonkaulat kasvattavat läpimenoaikaa.
- Laki vaihtelun vaikutuksesta: Läpimenoaika kasvaa vaihtelun kasvaessa sekä lähestyttäessä täyttä käyttöastetta. (Modig & Åhlström 2013)

Hines et al. (2004) mukaan on oleellista erottaa toisistaan lean-ajattelu ja lean tuotanto. Lean-ajattelu on strategiatason käsite, jonka ydin on arvon ymmärtämisessä. Lean tuotanto taas on toiminnallisen tason käsite, jonka keskiössä on hukan eliminoiminen. Näiden kahden erottaminen on leanin kokonaiskuvan hahmottamisen kannalta tärkeää, jotta pystytään soveltamaan oikeita työkaluja ja strategioita asiakasarvon luomiseen. (Hines et al. 2004) Lean tuotannossa tavoitellaan asiakkaan vaatimusten mukaisen tuotteen toimittamista tilauksesta, ilman varastoja. Lean tuotannossa pyritään suunnittelemaan ja tekemään asiat eri tavalla kuin massatuotannossa. Tavoitteena on pystyä vastaamaan uniikkeihin asiakastarpeisiin tehostamalla tuotantoa, täydellisyyteen pyrkien. (Gao & Low 2014)

Hines et al. (2002) esittävät vaiheittaisen kuvauksen lean-ajattelun käyttöönottamisesta organisaatiossa käytännössä. Tämän kuvauksen tavoitteena on vastata kysymykseen: *Onko lean meitä varten?* Lisäksi sen on tarkoitus auttaa kehittämään pääpiirteinen suunnitelma leanin käyttöönotosta organisaatiossa. Tämä kuvaus sisältää kuusi eri vaihetta ja se esitetään taulukossa 1. Taulukkoa luetaan pääkohtien 1–6 osalta vasemmalta oikealle ja tarkentavien kohtien kohdalta ylhäältä alas (pääkohtien alla). Aluksi siis luetaan kohta yksi ja sen alakohdat, jonka jälkeen edetään kohtaan kaksi ja niin edelleen.

Taulukko 1. *Lean-ajattelun käyttöönottoaminen organisaatiossa (mukailten, Hines et al. 2002)*

1 →	2 →	3 →	4 →	5 →	6
Arvon ja hukan ymmärtäminen	Suunnan määrittäminen	Asiakasarvon ymmärtäminen	Kokonaiskuvan ymmärtäminen	Yksityiskohtainen kuvaaminen	Suunnitelmien tarkistaminen ja potentiaalisen hyödyn arvioiminen
↓ Mitä on arvo?	↓ Kriittisten menestystekijöiden arvioiminen	↓ Mitä asiakas todella haluaa?	↓ Spagetti-diagrammi	↓ Yksityiskohtainen arvovirtakuvaus	↓ Vaihtoehtojen uudistusprojektien kehittäminen
↓ Mitä on hukka?	↓ Suorituskykyilmaisimien arvioiminen ja muokkaaminen	↓ Kuinka tyytyväisiä asiakkaat ovat nyt?	↓ Kokonaiskuvan kuvaaminen	↓ Prosessien aktiivisuuden kuvaaminen	↓ Vaihtoehtojen vertailu
↓ Arvon ja kustannusten tasapainottaminen	↓ Parannusten kohdistaminen kullekin suorituskykyilmaisimelle			↓ Tuotevalikoimapatken ja myyntiputken kuvaaminen	↓ Kustannussäästöjen arvioiminen
↓ Neljän eri toiminnon määrittäminen organisaatiossa (VA, FVA, NNVA ja NVA)	↓ Tärkeimpien arvovirtojen määrittäminen			↓ Laadun osatekijöiden kuvaaminen	
	↓ Keskeisimpien kohteiden päättäminen			↓ Kysynnän kuvaaminen	
				↓ Prosessin kustannuslaskenta	

Kuvaus lähtee liikkeelle arvon ja hukan ymmärtämisestä. Tässä vaiheessa oleellista on, arvon ja hukan ymmärtämisen lisäksi, arvon ja kustannusten yhteyden ja tasapainon hahmottaminen sekä organisaation toimintojen jakaminen neljään eri toimintoon. Nämä ovat: arvoa tuottavat toiminnot (engl. Value adding, VA), arvoa tuottamattomat toiminnot – jotka ovat kuitenkin välttämättömiä nykyteknologialla – (engl. Necessary but non-value adding, NNVA), arvoa tuottamattomat toiminnot eli hukka (engl. Non-value adding, NVA) sekä tulevaisuudessa arvoa tuottavat toiminnot (engl. Future value adding, FVA). Tulevaisuudessa arvoa tuottavilla toiminnoilla tarkoitetaan sellaisia toimintoja, joilla saadaan tuotettua hyödykkeeseen arvoa jonakin tulevaisuuden ajankohtana. Esimerkiksi markkinoimalla uutta tuotetta, josta asiakas ei ole vielä tietoinen, ”tuotetaan arvoa tulevaisuudessa”. Toisessa päävaiheessa määritetään uudistusprojektin eli lean-ajattelun käyttöönottamisen suunta, johon sisältyy muun muassa menestystekijöiden arvioiminen ja suorituskykyilmaisimien arvioiminen ja muokkaaminen. Lisäksi määritetään organisaation tärkeimmät arvovirrat sekä päätetään mihin lähdetään keskittymään eli asetetaan tavoitteet. Suorituskykyilmaisimilla mitataan toteuttaako järjestelmä sille asetetut tehtävät sekä kuinka hyvin ne toteutuvat. (Hines et al. 2002) Arvovirtaa käsitellään myöhemmin alaluvussa 2.2.2.

Seuraava vaihe on asiakasarvon ymmärtäminen, jossa tulee ratkaista vastaukset kysymyksiin *Mitä asiakkaat todella haluavat?* ja *Kuinka tyytyväisiä he ovat tällä hetkellä?* Tämän jälkeen vaiheessa neljä, kokonaiskuvan ymmärtäminen, tavoitellaan kokonaisuuden hahmottamista. Tähän sisältyy virtauksien, hukan ja lean-ajattelun periaatteiden ymmärtäminen. Apuna tähän voidaan käyttää esimerkiksi spagettidiagrammia ja kokonaiskuvan kuvaamista. Spagettidiagrammi on työkalu, jolla tarkastellaan informaation ja fyysisten aktiviteettien virtausta työympäristössä. Se on visuaalinen kuvaus virtauksista ja sen avulla hahmotetaan, missä toiminnot tapahtuvat, kuinka monimutkaisia virtaukset ovat ja kuinka pitkän matkan informaatio sekä tuotteet kulkevat. Kokonaiskuvan kuvaamisella tarkoitetaan käytännössä karkean arvovirtakuvauksen tekemistä. Arvovirtakuvaukseen huomioitavia asioita ovat: asiakasvaatimukset, informaatiovirtaukset, fyysiset virtaukset sekä informaatiovirtauksien ja fyysisten virtauksien yhteydet. Arvovirtakuvausta käsitellään vielä yksityiskohtaisemmin alaluvussa 2.2.2. Viidennessä vaiheessa, yksityiskohtainen kuvaaminen, tarkennetaan arvovirtakuvausta muun muassa prosessien aktiivisuuden kuvaamisella. Muita tässä vaiheessa suoritettavia asioita ovat tuotevalikoima- ja myyntiputkien kuvaaminen, laadun osatekijöiden kuvaaminen, kysynnän kuvaaminen sekä prosessin kustannuslaskenta. Tässä vaiheessa on syytä osallistaa myös käytännön työtä tekevät työntekijät, jotta saadaan todenmukaista tietoa tuotantoprosesseista. Kuudennessa ja viimeisessä vaiheessa, suunnitelmien tarkastaminen ja

potentiaalisen hyödyn arvioiminen, suuresta määrästä kerättyä tietoa muodostetaan toteutuskelpoinen suunnitelma. Vaihtoehtoisia suunnitelmia tulee vielä vertailla keskenään ja arvioida niiden avulla saavutettavia potentiaalisia kustannussäästöjä. (Hines et al. 2002)

Lean on siis kokonaisvaltainen organisaation toimintojen organisointitapa, joka keskittyy arvoa tuottavaan toimintaan. Leanin ajatellaan yleensä koskevan prosesseja ja toimintoja, joiden muodostamista arvovirroista eliminoidaan arvoa tuottamatonta toimintaa eli hukkaa. Sitä se onkin, mutta pelkkä prosessien huomioiminen ei riitä leanin käyttöönotossa, vaan on otettava lisäksi huomioon teknologian ja ihmisten rajoitteet. Leanin käyttöönottoon vaikuttavat myös organisaation tukitoiminnot, kuten työkuultuuri, johtamistavat, strategia, vuorovaikutus ja toimintaympäristö. Oleellista on muistaa, että lean työkalut ovat tehottomia, jos organisaation kulttuuri ei tue niiden käyttöä. Organisaation johto on myös merkittävässä asemassa kulttuurin ja ajattelutapojen muuttamisessa. He ovat toiminnallaan suunnannäyttäjiä ja esimerkkejä muille. (Merikallio & Haapasalo 2009)

2.2.1 Arvon määrittäminen

Tämän tutkimuksen keskittyessä hukkaan on syytä ensin perehtyä arvoon. Arvo ja hukka ovat nimittäin vahvasti sidoksissa toisiinsa, joten ainoastaan hukkaa käsittelemällä jäisi kokonaiskuva aiheesta varsin suppeaksi.

Womackin ja Jonesin (2003) mukaan asiakkaan kokeman arvon määrittäminen on lean-ajattelun periaatteiden ensimmäinen vaihe. Arvon tunnistaminen on lean-ajattelun avaintekijä, sillä ilman arvon tunnistamista on mahdotonta tunnistaa hukkaa tai mahdollistaa tuotantoprosessin kehittyminen (Emuze & Saurin 2016). Arvoa määritellessä tulee ensimmäiseksi esittää kysymys: ”Mitä asiakas haluaa tältä prosessilta?” Asiakkaalla tarkoitetaan sekä sisäistä että ulkoista (loppu)asiakasta. Sisäisiä asiakkaita ovat tuotannon seuraavat työvaiheet. Asiakkaan näkökulmasta prosessia tarkasteltaessa voidaan erottaa arvoa tuottavat vaiheet, arvoa tuottamattomista (hukasta). Samaa ideologiaa voidaan soveltaa niin teollisuudessa kuin palvelualoillakin. (Liker 2004)

Arvoa muodostuu, kun virtausyksikölle tehdään jotakin ja se jalostuu. Arvo määräytyy aina asiakkaan näkökulmasta, joten tarve määrittelee arvon. Voidaan ajatella, että on olemassa välittömiä tarpeita sekä välillisiä tarpeita. Välittömässä tarpeessa (esim. asunnontarve) on yleensä jokin konkreettinen lopputulos, joka tyydyttää tarpeen. Välillinen tarve on asiakkaan kokemus asiointitilanteesta (esim. palvelukokemus). (Modig & Åhlström 2013) Ainut asia mikä tuottaa arvoa, missä tahansa prosessissa, on tuotteen tai

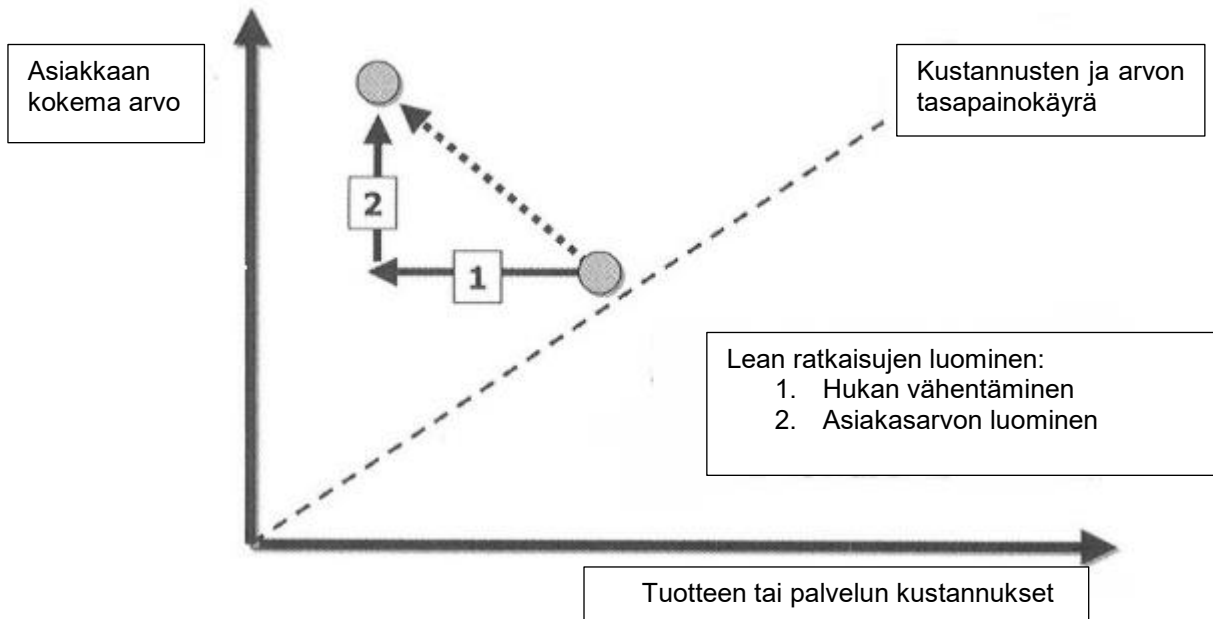
palvelun fyysinen muuttaminen tai siihen liittyvän informaation muuttaminen kohti sitä, mitä asiakas haluaa (Liker 2004).

Arvo on käsitteenä merkityksellinen ainoastaan, kun se esitetään suhteessa hyödykkeeseen, joka vastaa asiakkaan tarpeeseen tietynä ajankohtana ja tiettyyn hintaan. Yritykset luovat arvoa ja asiakkaan näkökulmasta tämä on syy, miksi yrityksiä on ylipäänsä olemassa. Arvon määrittäminen onkin kriittinen ensimmäinen vaihe lean-ajattelussa. Tarjoamalla ”väärä” hyödykkeitä ”oikealla” tavalla on hukkaa, koska arvoa ei tällöin luoda. (Womack & Jones 2003) Tällä tarkoitetaan esimerkiksi ”täydellisesti” toimivaa tuotantoprosessia, joka valmistaa hyödykkeitä, joilla ei ole kysyntää.

Arvon voidaan myös ajatella tarkoittavan tuotteen tai palvelun ominaispiirrettä, josta asiakas on valmis maksamaan enemmän kuin sen tuottaminen maksaa. Tästä muodostuu myös yrityksen kate. Jos arvon tuottaminen tulee kalliimmaksi, kuin siitä ollaan valmiita maksamaan, on liiketoiminta kannattamatonta. (Piirainen 2014)

Usein arvon luomisen ajatellaan olevan sama asia, kuin kustannusten alentaminen. Käytännössä se ei kuitenkaan tapahdu täysin niin. Kuva 6 havainnollistaa arvon ja kustannusten suhdetta. Siinä kustannusten ja arvon tasapainokäyrä kuvaa tilannetta, jossa kustannukset ovat täsmälleen yhtä suuret tuotteen tarjoaman arvon kanssa (summan, jonka asiakas on valmis maksamaan). Mitä korkeammalle tasapainokäyrän yläpuolelle tuote tai palvelu sijoittuu, sitä houkuttelevampi se on asiakkaalle. Tästä voidaan johtaa seuraavat päätelmät:

- Arvoa syntyy, kun toiminnan hukkaa vähennetään. Kun hukkatoiminnot ja niihin liittyvät kustannukset poistuvat niin asiakkaan kokema arvo lisääntyy.
- Arvoa syntyy, kun pystytään tarjoamaan lisäominaisuuksia tai palveluita, joita asiakas arvostaa. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi lyhyempiä toimitusaikoja tai pienempiä tuotantoeriä, jotka eivät välttämättä luo lisäkustannuksia, vaikka lisäävätkin asiakkaan kokemaa arvoa. (Hines et al. 2004)



Kuva 6. Arvon suhde kustannuksiin nähden (mukaan, Hines et al. 2004)

Arvon psykologista näkökulmaa ei yleensä ole käsitelty lean rakentamista käsittelevässä kirjallisuudessa. Päätöksentekoa käsittelevien tutkimusten mukaan asiakkaan käsittämä arvo on enemmän kuin subjektiivinen. Se sisältää tiedostamattomia ja muovautuvia piirteitä, jotka saattavat johtaa epärationaalsiin päätöksiin, arvon maksimoimisajattelun näkökulmasta. Arvoa voidaan myös "valmistaa". Esimerkiksi mainonnan avulla voidaan luoda arvoa (tarvetta) asiakkaalle, joka ei aikaisemmin tiennyt tarvitsevansa kyseistä tuotetta/ominaisuutta. Arvolla ei yleisesti ottaen ole kovin kiinteää ja vakaata olomuotoa, kuten yleensä on lean-ajattelussa tapana ajatella. Arvo voi siis myös heikentyä ja jopa "tuhoutua", esimerkiksi negatiivisten kokemusten perusteella. (Emuze & Saurin 2016)

Arvon määrittäminen on yrityksille usein hankalaa, koska useimmat yritykset haluavat tehdä sitä, mitä he jo tekevät. Lisäksi asiakkaat eivät osaa vaatia sellaista, mitä ei ole vielä tarjolla. Toinen syy arvon määrittämisen vaikeudelle on se, että yrityksillä on tapana määrittellä arvo omia tarpeita ja etuja ajatellen. (Womack & Jones 2003)

Koskelan (2000) arvonmuodostuskonsepti, jonka perusteella saadaan luotua arvoa asiakkaalle, koostuu viidestä periaatteesta. Ensiksi tulee varmistaa, että kaikki asiakasvaatimukset, niin selkeät kuin piilevätkin, ovat tiedossa. Seuraavaksi tulee varmistaa, että oleelliset asiakasvaatimukset säilyvät tuotannon kaikissa vaiheissa, eivätkä ne unohdu suunnittelu- tai tuotantovaiheissa. Lisäksi tulee varmistaa tuotantosysteemin kykene-

vyys tuottaa asiakasvaatimuksia vastaavia tuotteita ja huomioida asiakasvaatimukset jokaisessa tuotettavassa tuotteessa. Lopuksi tulee vielä todentaa mittaamalla, että arvoa on onnistuttu luomaan asiakkaalle.

Arvon voidaan ajatella olevan hukan vastakohta. Arvoa tuottamattomia toimintoja eli hukkaa käsitellään myöhemmin luvussa 3.2. Arvo voidaan määritellä monella eri tavalla ja sillä voidaan tarkoittaa montaa eri asiaa. Kuitenkin tässä tutkimuksessa sillä tarkoitetaan ainoastaan sitä, mitä asiakas haluaa ja josta on valmis maksamaan.

2.2.2 Arvovirran tunnistaminen

Arvovirran tunnistaminen on lean-ajattelun periaatteista toinen, arvon määrittämisen jälkeinen vaihe. Arvovirralla tarkoitetaan toimintojen ketjua, joka vaaditaan tuotteen tuottamiseksi asiakkaalle tilauksesta tuotteen luovuttamiseen. Arvovirran kuvaamisen (engl. Value stream mapping, VSM) tavoitteena on määritellä tuotannon nykytila ja havaita siinä olevat hukat. Tuotannon nykytilan tehokkuutta tulee pystyä tarkastelemaan kriittisesti ja siitä tulee poistaa monimutkaisuudet ja asiakkaalle hyödyttömät toiminnot. (Womack 2006) Arvovirran kuvaamisen tavoitteena on siis määritellä ne prosessit ja toiminnot, joissa asiakkaan saama arvo muodostuu. Tämän jälkeen lisäarvoa tuottamattomat prosessit (hukka) eliminoidaan, ja arvoa tuottavia prosesseja tehostetaan. (Kouri 2010)

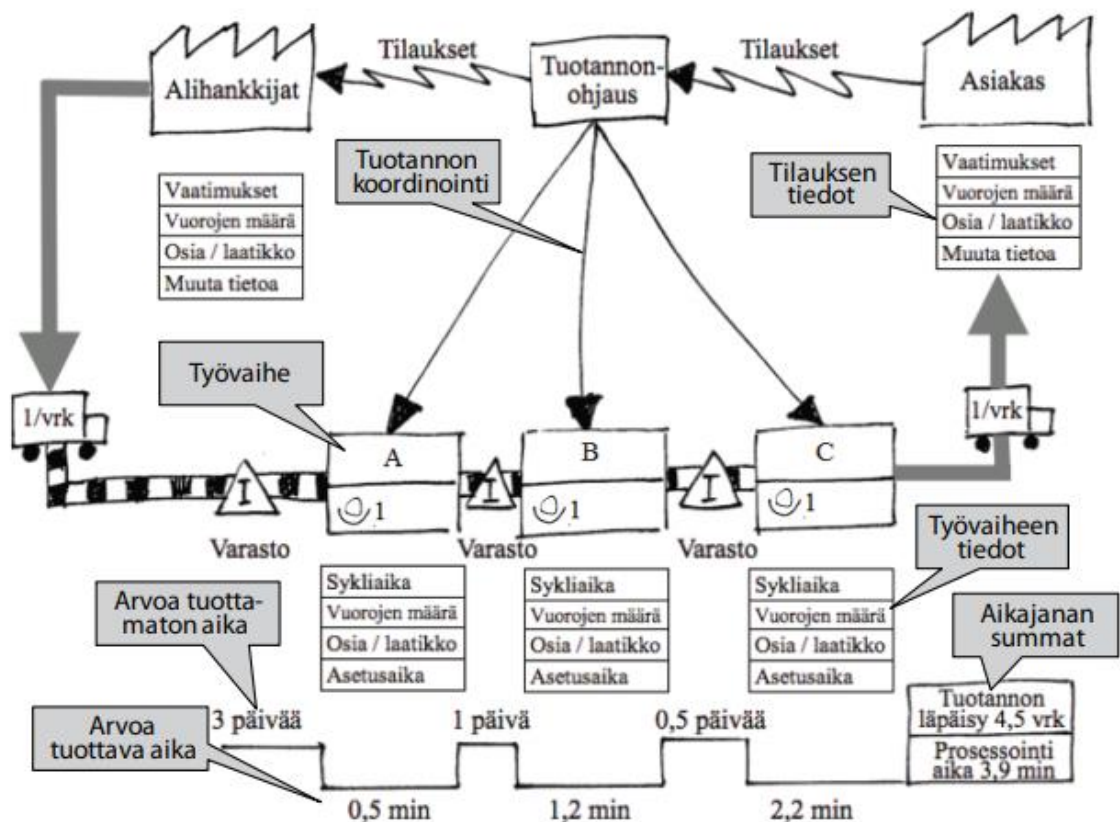
Arvovirran kuvaaminen on prosessi, jossa tarkastellaan informaation ja materiaalien virtaamista tuotannossa (nykytilanteessa). Virtauksista tehdään yhteenveto visuaalisesti, jonka jälkeen visioidaan tehokkaampi tuotannon tavoitetila. (Womack & Jones 2009) Arvovirralla tarkoitetaan siis niitä toimenpiteitä, joita tarvitaan hyödykkeen läpiviemiseksi kolmesta kriittisestä hallinnollisesta tehtävästä, jotka esiintyvät kaikessa liiketoiminnassa. Nämä tehtävät ovat:

- Ongelmanratkaisu: Toiminnot, konseptista yksityiskohtaiseen suunnitteluun ja insinööriyöhön tuotannon aloittamiseksi.
- Informaation hallinta: Toiminnot, tilauksen vastaanottamisesta aikatauluttamiseen ja toimitukseen.
- Fyysinen muunnos: Tarvittavat toimenpiteet tuotteen tuottamiseen, materiaalista lopputuotteeseen. (Womack & Jones 2003)

Arvovirtakuvaus perustuu olettamukseen, jonka mukaan toimintoja, joita ei pystytä mittaamaan ei myöskään voida hallinnoida. Myöskään toimintoja, joita vaaditaan tuotteen tuottamiseen, ei voida kehittää, poistaa tai parantaa, ellei niitä voida analysoida, määritellä tarkasti tai yhdistää toisiinsa. (Womack & Jones 2003)

Arvovirtaa tarkasteltaessa paljastuu usein paljon hukkaa yritysten liiketoiminnasta. Arvovirtakuvauksessa toiminnot jaetaan kolmeen osaan. Nämä ovat arvoa tuottavat toiminnot, arvoa tuottamattomat toiminnot, jotka ovat kuitenkin välttämättömiä nykyteknologialla sekä arvoa tuottamattomat toiminnot eli hukka. (Womack & Jones 2003)

Arvovirtakuvaus pyritään tekemään yhdelle tuotteella tai tuoteryhmälle kerrallaan, jottei siitä tule liian monimutkainen ja epäselvä (Womack & Jones 2009). Kuvassa 7 esitetään esimerkki arvovirran kuvaamisesta. Esimerkissä on kolme työvaihetta (A, B ja C) sekä niitä ennen varastot. Oleellista esimerkissä ovat tuotannon läpäisy aika (läpimenoaika) ja prosessointiaika. Prosessointiaika on se aika, jolloin arvoa tuotetaan. Varastointiajat ovat hukkaa. Lean-ajattelun mukaan läpimenoaikaa tulisi lyhentää eliminoimalla hukkaa.



Kuva 7. Esimerkki arvovirtakuvauksesta (Haapasalo & Malvalehto 2012)

Hukkien eliminoimisen mahdollistamiseksi on tunnettava työvaiheiden lisäksi niiden väliset yhteydet ja toimintalogiikka. Käytännössä on tiedettävä, miten informaatiovirta ohjaa materiaalivirtaa. On hankalaa tehdä johtopäätöksiä tuotannon virtauksesta, ellei informaatiovirtaa huomioida, sillä informaatiovirta tekee tuotannon virtauksen mahdolliseksi. (Womack & Jones 2003)

2.2.3 Virtauksen luominen

Tarkan arvon määrittelyn ja arvovirtakuvauksen sekä hukan eliminoimisen jälkeen seuraava vaihe lean-ajattelussa on virtauksen luominen tuotantoon. Virtauksella tarkoitetaan hukan eliminoimisen jälkeen jäljelle jääneiden toimintojen virtauttamista. Arvoa tuottavat toiminnot tähdätään järjestämään jatkuvaksi virraksi, jossa arvoa tuotetaan keskeytyksittä. Virtauksessa pyritään muodostamaan kokonaiskuva prosessista, jotta sitä voidaan optimoida esimerkiksi vähentämällä varastoja ja pullonkauloja. Työskentely organisaatiossa, jossa arvo virtaa jatkuvasti, mahdollistaa työntekijöiden tietoisuuden oikein tehdystä työstä ja koko tuotantosysteemin tilanteen hahmottamisen. (Womack & Jones 2003) Hyvän virtaustehokkuuden varmistamiseksi on tärkeää pitää virtaus jatkuvasti käynnissä eli varmistaa, että koko ajan jokin resurssi jalostaa virtausyksiöitä (Modig & Åhlström 2013).

Käytännössä virtaus saadaan aikaan seuraavien kolmen vaiheen mukaisesti. Ensimmäinen vaihe on keskittyminen varsinaiseen päämäärään (suunnitelmaan, tilaukseen tai lopputuotteeseen). Päämäärä tulee pitää koko ajan mielessä. Toinen vaihe, joka tekee ensimmäisen vaiheen mahdolliseksi, on olla välittämättä kaikista tekijöistä (esim. perinteisten työnkuvien ja toimintatapojen rajoitteista), jotka estävät tuotteen jatkuvan virtauksen. Kolmas vaihe on nykyisten toimintatapojen uudelleen arvioiminen, jotta kaikki turhat keskeytykset ja muut haittatekijät saadaan poistettua tuotteen virtausta rajoittamasta. Kaikki nämä kolme vaihetta on toteutettava yhdessä ja samanaikaisesti. (Womack & Jones 2003)

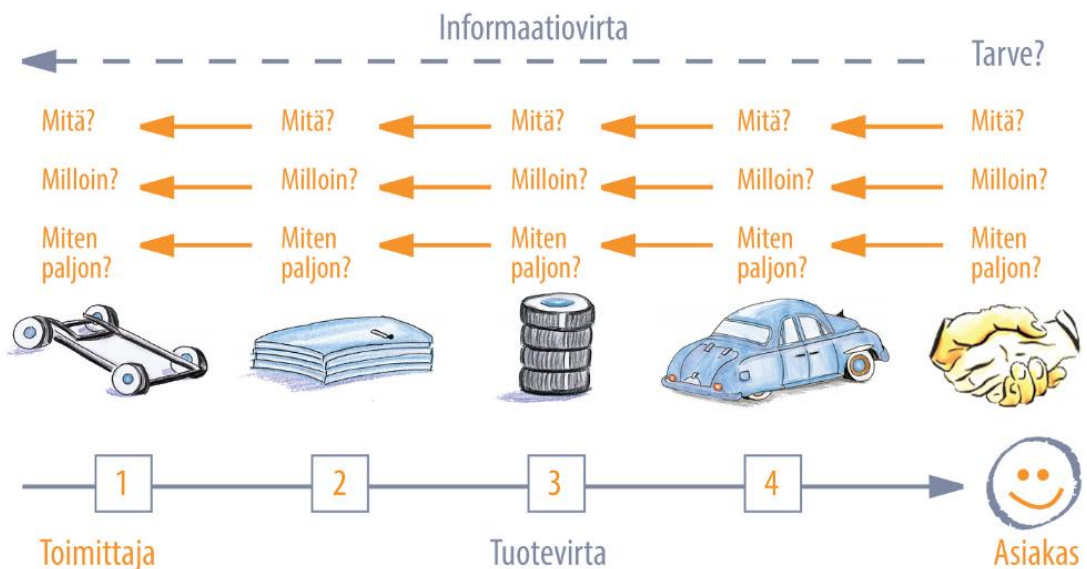
Koskelan (2000) mukaan jatkuvan virtauksen luominen rakentamisessa on haasteellista pirstoutuneisuuden, standardien vähyyden ja rakentamisen lopputuotteiden erikoispiirteisyyden takia. Käytännön lean työkalu virtauttamiseen on tahtiaikatuoanto, jota käsitellään myöhemmin alaluvussa 2.3.7.

2.2.4 Imuohjauksen käyttäminen

Perinteisessä tuotannonohjaustavassa arvovirran jokainen prosessi aikataulutetaan. Nämä aikataulut perustuvat ennusteisiin siitä, mitä seuraavat prosessit tarvitsevat tulevaisuudessa. Tätä kutsutaan työntöohjaukseksi. Käytännössä työntöohjauksessa jokainen prosessi tuottaa sen verran kuin arvellaan seuraavan prosessin tarvitsevan ja työntää tuotetun ”materiaalin” seuraavaa prosessia kohti. Vaihtoehtoinen tuotannonohjausmalli on lean-ajattelun mukainen imuohjaus. (Rother & Niemi 2011)

Jatkuvan virtauksen aikaansaamisen jälkeen seuraava vaihe lean-ajattelussa on imuohjauksen käyttäminen. Imuohjaus tarkoittaa sitä, että tuotannon ylävirran prosessit tuottavat hyödykkeen vasta, kun ne saavat tuotannon alavirran prosesseilta merkinannon tehdä niin. Imuohjaus on helpoin ymmärtää ajattelemalla asiakasta, joka esittää vaatimuksen jostakin tuotteesta ja edetä siitä takaperin kaikki tuotannon (työ)vaiheet, jotka vaaditaan tuotteen tuottamiseen. (Womack & Jones 2003) Ylävirran prosesseilla tarkoitetaan tuotannossa aikaisempia työvaiheita, ja vastaavasti alavirran prosesseilla tarkoitetaan myöhäisempiä työvaiheita. Esimerkiksi rakentamisessa voidaan ajatella pintakäsittelyn olevan alavirran prosessi ja tasoitetöiden ylävirran prosessi, suhteessa pintakäsittelyyn.

Käytännössä imuohjauksella tarkoitetaan sitä, että tuotantoa ei aloiteta, ennen kuin siitä saadaan ”tilaus”. Tilauksessa määritellyt tiedot asiakkaan tarpeesta: mitä, milloin ja miten paljon kulkevat vastavirtaan tuotantoprosessin kanssa. Asiakas voi olla ulkoinen loppuasiakas tai tuotannon sisäinen asiakas. Tuotantoprosessi pilkotaan siis pienempiin osiin ja syntyy niin sanottuja sisäisiä asiakkaita ja sisäisiä toimittajia. Jokainen sisäinen asiakas toimittaa tiedot eteenpäin alavirran toimittajalle (edeltävälle työvaiheelle). (Modig & Åhlström 2013) Kuvassa 8 esitetään yksinkertaistettu tuotantoprosessi, joka koostuu neljästä tuotantovaiheesta. Se havainnollistaa imuohjauksen periaatetta.



Kuva 8. Imuohjauksen periaate (Modig & Åhlström 2013)

Imuohjauksella pyritään tuotteiden valmistamiseen todellisen tarpeen tai kulutuksen mukaan. Lisäksi tuotteiden valmistamista varastoon pyritään vähentämään. Imuohjauksella tavoitellaan ylituotannon eliminoimista, joka on keskeinen hukkatyyppi. (Kouri 2010) Imuohjauksen käyttäminen on Likerin (2004) mukaan toiseksi paras vaihtoehto, jos yhden

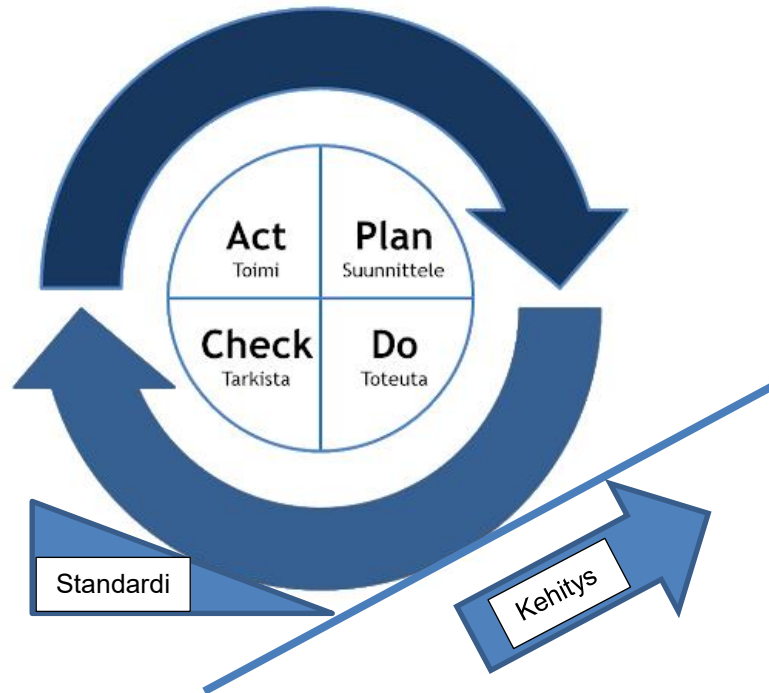
tuotantoyksikön virtaus tuotannon läpi kerrallaan on mahdotonta toteuttaa, kuten se käytännössä usein on.

2.2.5 Täydellisyyteen pyrkiminen

Täydellisyyteen pyrkiminen eli jatkuva parantaminen on lean-ajattelun viides ja viimeinen periaate. Täydellisyyteen pyrkimisellä tavoitellaan tilannetta, jossa tuotettu tuote vastaa täysin asiakkaan tarpeita ja odotuksia. Lisäksi sen tulee olla tuotettu aikataulussa, ilman virheitä ja vikoja. Päästäkseen lähelle tätä, on kommunikoinnin asiakkaan kanssa oltava läheistä. Täydellisyyteen pyrittäessä tavoitellaan parasta mahdollista ratkaisua ja parannetaan toimintaa jatkuvasti. (Aziz & Hafez 2013)

Lean-ajattelussa jatkuvan parantamisen ajatellaan olevan pieniä ja jokapäiväisiä parannuksia. Tätä nimitetään Kaizeniksi. Siinä pyritään jatkuvaan tuotekehitykseen ja tilausten sekä tuotannon kehittämiseen. Sen tavoitteena on tuottaa vakaita tuloksia, matkalla täydellisyyteen. Toinen täydellisyyteen pyrkimiseen liittyvä käsite, Kaikuku, tarkoittaa prosessin muokkaamista radikaalisti, siten että hukan eliminointi on päätavoitteena. Imuohjauksen käyttäminen ja jatkuvan virtauksen luominen ovat esimerkkejä tällaisista radikaaleista prosessin muutoksista. Kaizenin voidaan ajatella olevan kontinuumi Kaikukulle. Jatkuvalle parantamiselle saadaan nimittäin varmistettua, että suuren muutoksen jälkeen kehitys ei pysähdy siihen vaan etenee yhä pienin askelin. (Womack & Jones 2003)

Liker (2004) korosti, että Demingin laatuympeyrä (Plan-do-act-check -sykli) on jatkuvan parantamisen kulmakivi. Demingin laatuympeyrän periaate on vastaava kuin täydellisyyteen pyrkimisessä (Liker 2004). Kuvassa 9 esitetään Demingin laatuympeyrä. Laatuympeyrän ensimmäisessä vaiheessa suunniteltavia asioita ovat ongelman määrittely, tiedon kerääminen, juurisyiden selvittäminen, ratkaisuvaihtoehtojen kehittäminen ja parhaaksi nähdyn ratkaisuvaihtoehdon valitseminen. Seuraavassa vaiheessa toteutetaan suunnitelma mahdollisimman hyvin. Kolmannessa vaiheessa tarkistetaan ja mitataan, kuinka hyvin käytäntöön pannut toimenpiteet ovat onnistuneet ongelman ratkaisemisessa. Neljännessä vaiheessa vakiinnutetaan uusi prosessi tai ratkaisu standardiksi, jos toimenpiteet ovat olleet onnistuneita. Jos toimenpiteet eivät ole tuottaneet haluttua tulosta, korjataan suunnitelmia ja aloitetaan sykli alusta. (Gao & Low 2014) Demingin laatuympeyrän vaiheet muodostavat tieteellisen tiedonhankintaprosessin. Se tarjoaa käytännöllisen välineen haastavan tavoitetilan saavuttamiseen. Se auttaa pääsemään niin sanotun tuntemattoman harmaan vyöhykkeen läpi, joka sijaitsee nykytilan ja tavoitetilan välissä. (Rother & Niemi 2011)



Kuva 9. Demingin laatuympyrä (mukaillen, Mannila 2015)

Täydellisyyteen ei tietenkään koskaan voida päästä, mutta sen tavoittelu on kuitenkin edellytys parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Jatkuvassa parantamisessa painotetaan, että prosessit eivät koskaan ole optimaalisia ja niissä on aina jotakin parannettavaa. Esimerkiksi prosessien muuttuessa ilmenee yleensä uutta hukkaa. Tämän takia hukkien etsiminen ja eliminointi sekä prosessin jatkuva parantaminen tulee olla systemaattista. Arvon arvioiminen on käytävä läpi aina yhä uudestaan ja on mietittävä, ollaanko todellakin päästy parhaaseen mahdolliseen ratkaisuun. (Womack & Jones 2003)

2.3 Lean työkaluja ja menetelmiä

Seuraavaksi käsitellään vielä tiiviisti osaa lean työkaluista ja menetelmistä. Tarkoitus ei ole opastaa niiden yksityiskohtaiseen käyttöön, vaan antaa käsitys siitä, minkälaisia lean työkaluja on olemassa. Lean-ajattelun mukaisia työkaluja ja menetelmiä on vielä useita muitakin kuin seuraavaksi käsiteltävät, mutta niitä kaikkia ei ole mielekästä käydä läpi tässä yhteydessä.

Modigin ja Åhlströmin (2013) mukaan moni organisaatio aloittaa ”leenaamisen” käyttämällä Toyotan kehittämää menetelmiä ja työkaluja. Tällöin on ongelmana, että saatetaan sivuuttaa leanin syvällisempi ideologia, eikä ymmärretä, miksi työkaluja ylipäätään käytetään. On siis syytä muistaa, että työkaluja ei tule ottaa käyttöön päättömästi, vaan perustellusti ja harkiten.

Koska ideaalia lean-ajattelun mukaista tilannetta on mahdotonta saavuttaa, niin lean työkaluja ja menetelmiä tulee ja menee, mutta niiden tavoitteet pysyvät samoina. Lean-ajattelun mukainen ideaalitalanne on tuottaa uniikki tuote jokaiselle asiakkaalle, välittömästi ilman varastoja tai mitään muuta hukkaa. (Koskela et al. 2002)

2.3.1 5S-menetelmä

5S-menetelmä on työpaikkojen ja tuotantoprosessien organisointiin ja työmenetelmien standardointiin keskittyvä menetelmä. Sen avulla pyritään kehittämään toiminnan systemaattisuutta sekä kurinalaisuutta. (Kouri 2010)

5S-menetelmän nimi tulee japaninkielisistä s-kirjaimella alkavista sanoista Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu ja Shitsuke. Sen käytännön toteutus koostuu viidestä eri vaiheesta, jotka ovat:

1. Lajittelu (Seiri): Lajitteluprosessin aikana kaikki materiaalit ja työkalut lajitellaan ja ainoastaan tarpeelliset säästetään. Kaikki muut varastoidaan tai hävitetään.
2. Järjestäminen (Seiton): Järjestetään tavarat siten, että ne ovat kaikkien helposti löydettävissä ja jokaiselle esineelle on nimetty paikka.
3. Puhdistaminen (Seiso): Pidetään yllä siisteystasoa. Periaatteena on siivouksen integroiminen päivittäiseen työskentelykulttuuriin. Puhdistetaan ja huolletaan koneet ja laitteet.
4. Standardointi (Seiketsu): Standardoinnilla tarkoitetaan sitä, että siisteystä ja siivoamisesta tehdään niin sanottu ”perustila” työpaikalla, jolloin järjestely ja siivous tehdään rutiinomaisesti osana työskentelyä.
5. Sitoutuminen (Shitsuke): Tarkoitetaan kurinalaisuutta ja sovittujen sekä standardoitujen menettelytapojen noudattamista. Tavoitteena on tukea jatkuvan parantamisen sekä täydellisyyteen pyrkimisen pitkäaikaistavoitteiden täyttymistä. (Gao & Low 2014; Kouri 2010)

Käytännön tuotannossa 5S-menetelmä tarkoittaa materiaalien ja työvälineiden säilyttämistä siististä ja nimetyissä paikoissa (Gao & Low 2014). Hyötyjä, joita 5S:än avulla voidaan saavuttaa ovat muun muassa: työturvallisuuden paraneminen, työvälineiden etsimiseen kuluvan ajan vähentäminen sekä täsmällisyys ja siisteys. Nämä kaikki tukevat lean-ajattelun mukaisen kulttuurin muodostumista. (Kouri 2010)

2.3.2 Viisi kertaa miksi ja kalanruoto diagrammi

”Viisi kertaa miksi” ja kalanruoto diagrammi ovat molemmat työkaluja, joilla pyritään selvittämään ongelman välittömiä syitä sekä ongelman syntyyn oleellisesti vaikuttaneita tekijöitä eli juurisyitä. Juurisyiden selvittäminen on tärkeää puutteiden korjaamiseksi ja ongelmien toistumisen estämiseksi.

”Viisi kertaa miksi” on työkalu, jossa kysytään ”miksi”, kunnes ongelman juurisy(t) saadaan selville. Käytännössä ongelmanratkaisija aloittaa esittämällä kysymyksen: ”Miksi tämä ongelma esiintyy?” Vastaamalla tähän kysymykseen saadaan selville syy havaittuun seuraukseen. Tämän jälkeen kysytään sama kysymys uudestaan, tavoitteena kääntää edellinen syy seuraukseksi. Näin pyritään selvittämään ”syvempi” syy alkupeiräiselle ongelmalle. Tätä kysymyssarjaa jatketaan, kunnes saadaan selville ongelman juurisy(t). Kun ”viisi kertaa miksi” proseduuri on suoritettu loppuun asti, saadaan selville selkeä syy-seuraussuhde ongelmalle. Kun vastatoimet kohdistetaan mahdollisimman ”syviin” syihin, saadaan todennäköisesti estettyä ongelman uudelleen esiintyminen. (Gao & Low 2014)

Kalanruoto -diagrammia käytetään ongelmien juurisyiden tunnistamiseen. Sitä käytetään usein ryhmätyöskentelyn apuvälineenä, kausaalisuuden selvittämiseen ja ongelmien syiden selvittämiseen. Kalanruotokaavio on visuaalinen esitystapa, jossa mahdolliset syyt jaotellaan omille ”ruodoilleen”. Siitä käytetään myös nimitystä syy- ja seurauskaavio ja juurisyysanalyysi. Kaavion tekeminen aloitetaan määrittelystä ongelmasta, joka kirjataan ruodon päähän oikeaan reunaan. Tämän jälkeen keskeisimmät syyt ja ongelman aiheuttajat laitetaan omiin ruotoihinsa. Syyt ja ongelmat jaotellaan yleensä kategorioihin, jotka ovat materiaalit, koneet, työvoima/ihmiset ja menetelmät. Näihin kategorioihin listataan ongelman syyt. Syitä voidaan selvittää esimerkiksi aivoriisien avulla. (Karjalainen 2017)

2.3.3 Visuaalinen ohjaaminen

Visuaalinen ohjaaminen tarkoittaa minkä tahansa kommunikointivälineen käyttämistä työympäristössä siten, että siitä saa vilkaisulla selville, miten työ tulee tehdä ja jos työn tulos poikkeaa standardista. Sen tarkoitus on auttaa työntekijöitä näkemään, miten heidän työnsä sujuu. Laajassa mittakaavassa visuaalisella ohjaamisella tarkoitetaan just-in-time periaatteen soveltamista, minkä tahansa informaation osalta, jotta työvaihe tai prosessi saadaan suoritettua nopeasti ja oikealla tavalla. Visuaalisella ohjaamisella tavoitellaan arvoa tuottavan virtauksen parantamista sekä poikkeamien näkyväksi tuomista. (Liker 2004)

Visuaalisella ohjauksella saadaan kasvatettua tuotannon eri vaiheiden läpinäkyvyyttä. Tästä on hyötyä jatkuvan virtauksen saavuttamiseksi. Läpinäkyvyydellä tarkoitetaan mahdollisuutta seurata tuotannon tilaa, minkä avulla voidaan helpommin muuttaa virtauksen nopeutta oikeaksi arvovirran tilauksiin nähden. (Womack & Jones 2003) Käytännön työkaluja visuaaliseen ohjaamiseen ovat muun muassa Kanban, Andon sekä A3.

2.3.4 A3

A3:lla tarkoitetaan ongelmanratkaisujen tai jo ratkaistujen ongelmien informaatiotauluja. Se visualisoi tiiviisti ongelman yhdelle A3:n kokoiselle paperille. Tavoitteena on mahdollistaa yhteisymmärrys ongelmasta ja tarvittavista kehittämistoimenpiteistä. Perinteisesti A3 käsittää kuvauksen ongelman taustasta, nykytilan, tavoitteet, analyysin juurisyistä, vastatoimenpiteet sekä kehittämis- ja seurantasuunnitelman. (Haapasalo et al. 2018) Kuvassa 10 on esimerkkipohja A3:sta.

<p>Teema ja liiketoimintatapaus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mistä kyse? - Miksi teemme? 	<p>Siirtyminen nykyisestä tavoitetilaan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kuvaile suunniteltuja toimenpiteitä - Suunnitelma on ennuste, joten PDCA on matkan aikana tärkeä
<p>Nykyinen (alku)tila</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kuvaile paikan päällä tehtyjen analyysien perusteella - Mene katsomaan - Ranskalaiset viivat riittäviä - Täytyy olla joltain osin mitattavissa 	<p>Mittaukset</p>
<p>Tavoitetila</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kuvaile tila yhdellä ajan hetkellä tulevaisuudessa - Täytyy olla selkeästi ja täsmällisesti määritelty - Täytyy olla joltain osin mitattavissa, jotta voimme tietää olemmeko saavuttaneet 	<p>Allekirjoitukset</p> <ul style="list-style-type: none"> - Antaa luvan edetä tämän suunnitelman kanssa

Kuva 10. Esimerkkipohja A3:sta (Koskenvesa 2017)

Huomionarvoista A3:ssa on nyky- ja tavoitetilaa kuvailtaessa käyttää myös mitattavia suureita, jotta ongelmanratkaisun toteutuminen voidaan todentaa jotenkin. Mittaukset suunnitellaan näihin suureisiin sopiviksi.

2.3.5 Andon ja Kanban

Andon on kontrollointimenetelmä, jonka avulla jokainen työntekijä voi pysäyttää tuotolinjan ja kutsua apua paikalle. Huomattuaan virheen työntekijä saa pyydettyä apua paikalle, jotta virhe saadaan korjattua mahdollisimman pian. Siitä huolimatta, että tuotanto väliaikaisesti pysähtyykin, niin kokonaistehokkuus silti lisääntyy, koska jokainen tuotannon pysäyttänyt virhe analysoidaan ja sen uusiutuminen pyritään estämään. Andonin avulla ongelmat tuodaan näkyville ja mahdollistetaan niiden korjaaminen. (Haapasalo et al. 2018) Ongelmien ratkaiseminen niiden alkulähteellä säästää aikaa ja rahaa tuotannon myöhemmissä vaiheissa (Liker 2004).

Kanban on tuotannonohjausjärjestelmä, joka perustuu imuohjaukseen. Se auttaa määrittämään, mitä pitää tuottaa, milloin ja kuinka paljon. Kanban on viestimekanismi, jolla seuraava työvaihe tilaa työtä edelliseltä työvaiheelta. (Haapasalo et al. 2018) Kanbanilla tarkoitetaan yleisellä tasolla signaalia, jolla viestitään tarpeesta esimerkiksi jollekin osalle, materiaalille tai informaatiolle. Käytännössä kanbania voidaan toteuttaa kylttien, julisteiden ja korttien avulla. Kanban voi olla niin sanottu tilauskortti, jolla tilataan esimerkiksi jotakin materiaalia tietty määrä tietylle ajankohdalle. (Liker 2004)

2.3.6 Last Planner -menetelmä

Last Planner -menetelmä (engl. Last Planner System, LPS) on projektituotannon ohjausmenetelmä, jolla tavoitellaan häiriötöntä ja tehokasta tehtävien toteuttamista. Last Planner tarkoittaa suoraan suomennettuna ”viimeistä suunnittelijaa”. Rakennustuotannossa viimeinen suunnittelija on se henkilö, joka toimeenpanee tehtäviä. (Haapasalo et al. 2018) Last Planner -menetelmässä pyritään luomaan suunnitelmia, joissa edellytykset tekemiselle ovat kunnossa ja työt toteutuvat suunnitellusti. Rakentamisessa tavallisimpia edellytyksiä piirustusten, materiaalien, työntekijöiden, laitteiden ja kaluston sekä ns. vapaan ”mestan” lisäksi ovat olosuhteet ja että edeltävät tehtävät ovat valmiita. Last Planner -menetelmässä pyritään siis ylläpitämään riittävää määrää aloituskelpoisia tehtäviä, jopa 4–6 viikon tähtäimellä.

Last Planner -menetelmä voidaan jakaa seitsemään eri osaan, jotka ovat:

1. Osapuolten yhteinen rakentamisvaihesuunnittelu.
2. Järjestelmällinen valmisteleva suunnittelu, jossa luodaan edellytykset seuraavien viikkojen tehtäville.
3. Viikkosuunnitelma, jossa tehtävien edellytykset ovat varmistettu.
4. Osapuolten sitouttaminen viikkosuunnitelman tehtäviin, esimerkiksi viikoittaisilla palavereilla.

5. Viikkosuunnitelman tehtävien toteutumisen tarkistaminen. Lasketaan tehtävien toteutumisprosentti (TTP).
6. Toteutumattomien tehtävien syiden selvittäminen, esimerkiksi viisi kertaa miksi –menetelmällä.
7. Vaikuttaminen syihin. (Koskela & Koskenvesa 2003)

Last Planner -menetelmä lähtee liikkeelle niin sanotusta käänteisestä vaihe aikataulun suunnittelusta. Siinä työt ja niiden kestot suunnitellaan arvioidusta valmistuspäivästä taaksepäin. Käytännössä aikataulun suunnitteluun käytetään yleensä post-it-lappuja seinälle kiinnitettynä kanvaasiin. Aliurakoitsijat osallistuvat itse suunnitteluun. Tällöin osapuolille konkretisoituu selvemmin tehtävät työt ja mahdolliset päällekkäisyydet. Urakoitsijat on myös helpompi sitouttaa noudattamaan aikataulua, kun he ovat olleet itse mukana sen laatimisessa. Käänteinen vaihe aikataulu perustuu imuohjauksen periaatteeseen. (Forbes & Ahmed 2011)

2.3.7 Tahtiaikatuotanto

Tahtiaika (engl. takt time) kuvaa yksittäisten työvaiheiden kestoa virtausperiaatteella toimivassa tuotannossa. Virtaus muodostetaan mitoittamalla jokainen työvaihe saman pituiseksi ja suunnittelemalla ne alkamaan heti edellisen työvaiheen päätyttyä. (Lean Construction Institute Finland 2015)

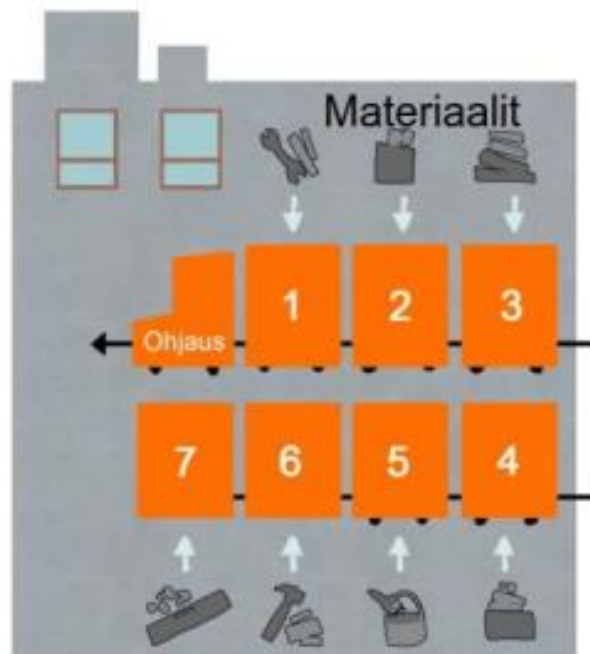
Tahtiaikatuotannon käytännön toteutus rakennus alalla tapahtuu yksinkertaista neljässä vaiheessa:

1. Kerätään tietoa tuotantoprosesseista. Tarvittavia tietoja ovat: työvaiheet, niiden kestot ja järjestykset.
2. Ositetaan työmaa lohkoihin tai toistuviin alueisiin.
3. Määritetään tuotannon tahtiaika hitaimman työvaiheen mukaan.
4. Tasataan kaikki työvaiheet tahtiajan mukaan. (Lean Construction Institute Finland 2015)

Työvaiheista muodostetaan niin sanottu tuotantojuna, joka etenee tahtiajan mukaisesti. Käytännön keinoja tuotantojunan muodostamiseen ovat esimerkiksi resurssien mitoitus ja aliurakoiden sanktioiden sitominen etenemisnopeuteen. Lisäksi materiaalityömitukset ja tietojen (suunnitelmien) saanti sidotaan tuotantojunan tahtiin sekä pyritään täsmällisiin toimituksiin. Prosessia tulee hienosäätää jatkuvasti paremmaksi tekemällä kerralla valmista, ratkaisemalla ongelmat ja niiden syyt välittömästi sekä selvittämällä, voidaanko tuotantojunan etenemistä nopeuttaa kokonaisuutena. Tuotantojunaa voidaan nopeuttaa

lyhentämällä tahtiaikaa eli käytännössä nopeuttamalla hitainta työvaihetta tai jakamalla sitä pienempiin osiin. (Lean Construction Institute Finland 2015)

Tahtiaikatuotannon päätavoite on saavuttaa tasainen ja ennakoitava tuotantotahti. Tämä mahdollistaa tarkan toimitusten ja logistiikan suunnittelun. Tahtiaikatuotannolla pyritään eliminoimaan hukkaa ja parantamaan tuottavuutta. (Lean Construction Institute Finland 2015) Kuvassa 11 esitetään virtautettu tuotantojuna, joka kulkee rakennuksen lohkojen läpi tahtiajan mukaisella nopeudella. Tuotantojunan vaunujen numerot kuvaavat eri työvaiheita.



Kuva 11. Virtautettu tuotantojuna (Salminen 2016)

Tahtiaikatuotannossa puskurit ovat pieniä ja virheet sekä laatu poikkeamat huomataan välittömästi. Tahtiaikatuotannon toimimisen edellytyksenä on, että ongelmat ratkaistaan pikimmiten niiden havaitsemisen jälkeen, jotta tuotanto pääsee jatkumaan. (Liker 2004)

2.3.8 Tuotannon tasoittaminen

Tuotannon tasoittamisella (Heijunka) tarkoitetaan tuotteiden valmistamista pienissä säännöllisesti toistuvissa erissä asiakastarpeen mukaan. Tuotannon tasoittamisen etuja ovat muun muassa työvoiman ja koneiden kuormituksen tasoittuminen ja varastointitarpeen pienentyminen. Käytännössä tuotannon tasoittaminen tarkoittaa pienerätuotantoa. Tuotannon tasoittamisella tasoitetaan sekä tuotantomäärää että tuotettavien erilaisten

tuotteiden määrää. Käytännössä tarkastellaan tilausten määrää pidemmällä ajanjaksolla ja sen jälkeen tasoitetaan tuotanto. (Kouri 2010)

Tuotannon tasoittaminen perustuu asiakkaiden kysynnän ennustamisen mahdottomuuteen ja siihen, että kysyntä vaihtelee ajanjaksoittain. Tasoitetussa tuotannossa ei valmisteta täysin tilausten perusteella, kuten kirjaimellisesti lean-ajattelun mukaan pitäisi tehdä. Heijunka tarkoittaa työaikataulun tasoittamista. Käytännössä tuotannon tasoittaminen tapahtuu ottamalla tietyn ajanjakson kaikki tilaukset ja tasapainottaa ne siten, että joka päivä tehdään sama määrä ja valikoima. Perusajatus tuotannon tasoittamisen takana on ”olla mieluummin hidas ja vakaa kilpikonna, kuin nopea ja nykivä jänis.” (Liker 2004)

3. LEAN RAKENTAMINEN JA HUKKA

3.1 Lean rakentaminen

Nyt kun on käsitelty yleisellä tasolla lean-ajattelua ja sen taustoja, siirrytään leanin soveltamiseen rakentamisessa. Lean on alun perin lähtöisin autovalmistaja Toyotalta, joten on loogista, ettei sitä voi sellaisenaan vain ottaa käyttöön rakentamisessa.

Lean rakentaminen tarkoittaa lean-ajattelun soveltamista rakennusalan kontekstissa. Lean rakentamisesta on olemassa monta eri määritelmää, mutta niitä kaikkia yhdistää hukkan eliminointi ja arvon luominen. Nämä tekijät muodostavat lean rakentamisen päämäärän. Lean rakentamisen päätavoite on eliminoida hukkaa ja muokata tuotanto mahdollisimman arvoa tuottavaksi. (Emuze & Saurin 2016) Lean tuotannossa tuottavuuden parantamiseen ei pyritä työtahtia kasvattamalla, vaan hukkaa eliminoidulla (Kouri 2010).

Koskela et al. (2002) määrittivät lean rakentaminen tavaksi suunnitella tuotantojärjestelmät materiaaleja, aikaa ja vaivaa minimoiviksi, jotta saadaan luotua mahdollisimman paljon arvoa. Heidän mukaan lean rakentaminen tähtää samoihin tavoitteisiin kuin lean tuotanto eli hukkan eliminointiin ja arvon maksimointiin. Koskelan et al. (2002) mukaan projektinjohtaminen keskittyy perinteisesti aikataulun, kustannusten sekä tuotettavien tuotteiden johtamiseen. Lean rakentamisessa pyritään sen sijaan johtamaan arvon luomista kaikissa prosesseissa aina konseptista luovutukseen asti.

Lean rakentamisessa on neljä tyypillistä piirrettä, jotka erottavat sen tavanomaisesta lean tuotannosta. Rakentamisessa on ensinnäkin suhteellisen selkeät tavoitteet siitä, mitä tulee toimittaa. Lean rakentamisessa tavoitellaan asiakkaan toiminnan maksimointia projektitasolla. Lisäksi siinä suunnitellaan samanaikaisesti lopputuote ja valmistusprosessi sekä sovelletaan tuotannon valvontaa koko projektin ajan. (Aziz & Hafez 2013)

Bertelsenin (2003) mukaan lean rakentaminen koostuu kolmesta kokonaisuudesta:

- Muunnos-virtaus-arvo-teoria (TFV-teoria) (engl. Transformation-Flow-Value-Theory, TFV-Theory)
- Projektipohjainen tuotantosysteemi (engl. Lean Project Delivery System, LPDS)
- Joukosta itseohjautuvia sekä sosiaalisia systeemejä

TFV-teoria on Koskelan (2000) väitöskirjan mukaan tuotannon teoria, joka yhdistää kolme tuotannon käsitteellistä mallia, joissa tuotanto nähdään muunnoksena, virtauksena ja arvontuotona. Teoria yhdistää kolmen tuotantoteorian parhaita puolia eri tuotantovaiheisiin. TFV-teoriaa havainnollistetaan seuraavassa taulukossa 2.

Taulukko 2. *TFV-teorian tuotantoteoreettiset näkemykset (mukailten, Koskela 2000)*

	Muunnos	Virtaus	Arvo
Käsitys tuotannosta	Muunnos panoksista tuotoksiksi	Materiaalin virtaus, joka koostuu muunnoksista, tarkastuksista, odotuksista ja siirtämisestä	Prosessi, jossa luodaan arvoa asiakkaalle, tarpeita täyttämällä
Pääperiaate	Saada tuotanto toimimaan tehokkaasti	Eliminoida arvoa tuottamatonta toimintaa (hukka)	Eliminoida arvon häviäminen (tuotettu arvo suhteessa parhaaseen mahdolliseen arvoon)
Esimerkkejä menetelmistä	Työn osittaminen ja organisaatiokaaviot	Jatkuva virtaus, imuohjaus ja jatkuva parantaminen	Vaatimusten hallinta, laatuvaatimussystematiikat
Käytännön kontribuutio	Varmistetaan, että kaikki tarpeellinen tehdään	Varmistetaan, että tehdään mahdollisimman vähän tarpeetonta työtä (hukkaa)	Varmistetaan, että asiakasvaatimuksiin vastataan parhaalla mahdollisella tavalla

Projektipohjainen tuotantosysteemi (LPDS) on käsitteellinen viitekehys, joka ohjeistaa lean rakentamisen käytännön toteutuksessa projektipohjaisessa tuotannossa. LPDS jakautuu viiteen osaan, jotka ovat projektin määrittely (asiakasratkaisun kehittäminen), lean suunnittelu, lean hankinta, lean kokoonpano (rakentaminen) ja käyttö. (Abdelhamid & Salem 2005)

Keskeisiä LPDS:än ominaisuuksia ovat:

- Projektin rakenne ja johtaminen muodostetaan arvoa tuottaviksi.
- Big room -työskentely, joka mahdollistaa suunnittelijoiden, urakoitsijoiden ja sidosryhmien sujuvan työskentelyn toistensa kanssa.

- Optimointi kohdistetaan työn virtauksen saamiseksi luotettavaksi, eikä keskitytä tuottavuuden parantamiseen.
- Käytetään imuohjausta.
- Kapasiteetti- ja varastopuskureita käytetään vaihtelun hallitsemiseksi.
- Palautesilmukoiden käyttö jokaisella toiminnan tasolla, nopeiden korjaustoimenpiteiden ja oppimisen mahdollistamiseksi.
- Töiden osittaminen on olennaisessa osassa.
- Tuotannon valvonnan tulee kattaa suunnitelmien tarkastus ja kaikki projektin vaiheet. Tähän käytetään apuvälineenä Last Planner -menetelmää. (Abdelhamid & Salem 2005)

Lean tuotannon valvonnan voidaan ajatella olevan ”asioiden aikaansaamista”, ”tulosten tarkkailun” sijaan (Abdelhamid & Salem 2005). Tällä tarkoitetaan, että valvonnan tulee olla proaktiivista eikä reaktiivista.

Itseohjautuvilla ja sosiaalisilla systeemeillä tarkoitetaan itsenäisiä yksiköjä, joita ohjataan itseohjautuvuuden periaatteella. Itseohjautuvuudella tarkoitetaan välillistä ohjaamista tai ”johtamista”. Perinteiseen ”komenna ja kontrolloi” -malliin verrattuna, ohjaus ja johtaminen tapahtuu välillisillä menetelmillä, kuten tavoitteen tai tarkoituksen avulla, kun taas perinteinen malli keskittyy suoraan toiminnan ohjaamiseen ja johtamiseen sekä työn edistymisen valvontaan ja kontrollointiin. Itseohjautuvuus on siis yksikön itsenäistä töiden organisointia, aikataulutusta ja suunnittelua siten, että annettuihin tavoitteisiin päästään. Johtajuus näissä itsenäisissä yksiköissä on kollektiivista ilman selkeitä esimiehiä. (Ala-Mutka 2018) Tuotantojärjestelmän näkökulmasta itseohjautuvia systeemejä ovat esimerkiksi konsultit ja urakoitsijat. Niille tuotanto on vain yksi tuotanto monien muiden joukossa (Bertelsen 2003).

Lean rakentamisen jalkauttaminen vaatii progressiivista uuden tuotannon järjestämisen tavan soveltamista. Siihen vaaditaan sekä konseptuaalisia että käytännön tason muutoksia. Pinttyneiden ajattelutapojen ja toimintatapojen muuttaminen on työlästä, mutta palkitsevaa. Toimintamallien, tekniikoiden ja organisaation järjestelmien muuttaminen on helppoa suhteessa ihmisten ajattelutapojen muuttamiseen. Lean rakentaminen ei ole vain erityinen lähestymistapa rakentamiseen, vaan se on pikemminkin haastaja tavanomaiselle tavalle ymmärtää ja harjoittaa rakentamista. (Koskela et al. 2002)

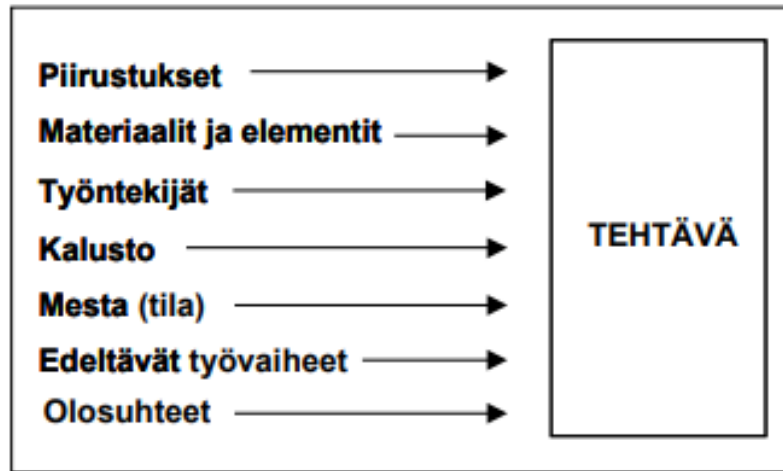
3.1.1 Rakentamisen ja korjausrakentamisen ominaispiirteet

Rakennusteollisuus eroaa muista teollisuuden aloista huomattavan paljon. Tämän vuoksi tarkastellaan seuraavaksi rakennusteollisuuden ja korjausrakentamisen ominaispiirteitä. Rakennusteollisuuden ominaispiirteitä suhteessa valmistavaan teollisuuteen ovat muun muassa:

- Projektien ainutkertaisuus (rakennuspaikka, asiakastarpeet)
- Lopputuote on paikallaan ja työntekijät liikkuvat tuotteessa, eikä tuote liiku työpisteissä
- Useita eri organisaatioita ja osapuolia, joiden vaihtuvuus projektin aikana voi olla hyvinkin suurta
- Pitkä valmistusaika, jopa vuosia
- Asiakas osallistuu usein vahvasti sekä suunnittelun että rakennusvaiheeseen
- Automaation hyödyntäminen on erittäin vähäistä
- Tuottavuus on herkkä ympäristön muutoksille ja häiriöille
- Laadunhallinta keskittyy enemmän lopputuotteeseen, kuin itse prosessiin. (Gao & Low 2014)

Rakennusala on erittäin pirstoutunut ja rakennusyrietykset tekevät yhteistyötä jatkuvasti muuttuvissa tilanteissa. Lähes kaikki rakennushankkeet on jaettu aliurakoihin, jotka valitaan usein alimman tarjouksen perusteella. Aliurakoitsijoilla on myös yleensä monta projektia samanaikaisesti käynnissä, jotka kaikki käyttävät samaa tuotantokapasiteettia. Tämä johtaa siihen, että koko rakentamisen teollisuuden ala on hyvin yhteen nivoutunut. Rakennusala on kompleksinen ja erittäin dynaaminen, sen sopimuskäytäntöjen ja yhteen nivoutumisen takia. (Bertelsen 2003) Suunnittelu- ja toteutusvaiheessa vaaditaan rakentamisessa lukemattomia eri toimintoja. Nämä toiminnot vaativat vuorovaikutusta ihmisten, teknologian, tilanteiden ja päätösten välillä. Tämä vuorovaikutus kasvattaa rakennushankkeiden ainutkertaisuutta ja monimutkaisuutta. (Emuze & Saurin 2016)

Työmaatuotanto voidaan ajatella kokoonpano tuotantona, johon yhdistyy eri panoksia. Panoksia on yleensä ainakin seitsemän. Panoksilla tarkoitetaan työn valmiiksi saattamiseen tarvittavia edellytyksiä. Kuvassa 12 esitetään rakentamistehtävään tarvittavia panoksia. Mietitään esimerkkiä, jossa oletetaan, että on 5 %:n todennäköisyys, että jokin panoksista ei toteudu ja panoksia on seitsemän, niin todennäköisyys sille, että tehtävä ei toteudu on jopa 30 %. $0,95^7 \approx 0,70$. (Koskela & Koskenvesa 2003)



Kuva 12. Rakentamistehtävän panoksia (Koskela & Koskenvesa 2003)

Käytännössä kaikkien rakentamistehtävän panosten toteutuminen on epävarmaa. Tähän on monta syytä. Rakentaminen on kertaluonteista prototyypituotantoa, hankkeen organisaatio on tilapäinen, tuotantoympäristö eli työmaa on tilapäinen ja alttiina luonnon-ilmioille. Lisäksi rakentamisessa työasemat voivat kasautua samaan paikkaan. (Koskela & Koskenvesa 2003)

Korjausrakentaminen eroaa kuitenkin vielä huomattavasti uudisrakentamisesta, joten sitä tarkastellaan vielä erikseen. Tutkimus käsittelee korjausrakentamisen toimialaa, joten on hyvä olla käsitys sen ominaispiirteistä.

Korjausrakentamisessa jokainen kohde ja rakennus omat omia yksilöitään. Ne ovat myös rakennuttajalle ja toteuttajalle ainutkertaisia. Monet tekijät vaikuttavat korjattavien rakennusten ominaisuuksiin. Näitä tekijöitä ovat esimerkiksi rakennuksen aikaisempi käyttö, käytön aikaiset huolto- ja kunnossapitotoimet sekä korjaukset ja muutostyöt. Ainutkertaisuutta lisäävät myös rakennuksen mahdollinen käyttö korjauksen aikana sekä työskentely rakennetussa ympäristössä. Nämä kaikki tuovat oman haasteensa korjausrakennushankkeen onnistumiselle. Korjaushankkeissa talotekniikan osuus on usein suuri, jopa yli 50 %. Onnistuneen korjaushankkeen edellytyksinä ovat huolellinen talotekniikan suunnittelu sekä taloteknisten ja rakennusteknisten töiden yhteensovittaminen työmaan tuotannon suunnittelussa ja ohjauksessa. Korjaushankkeissa esiintyy usein runsaasti lisä- ja muutostöitä käyttäjäkohtaisista muutoksista ja vanhojen rakenteiden kunnan vaihtelusta johtuen. Korjausrakentamisen tuotannosuunnittelu eroaa uudisrakentamisen suunnittelusta tuotantomenetelmän ja lähtötietojen epävarmuuden osalta. Tuotantomenetelmään vaikuttavia asioita ovat kohteen koko, korjausaste ja kohteen mahdollinen käyttö korjaustyön aikana. (Ratu KI-6019 2010)

Merikallio ja Haapasalo (2009) esittävät tutkimuksessaan korjausrakentamisen haasteita ja niihin on esitetty ratkaisuiksi eri lean työkaluja ja metodeja. Nämä esitetään taulukossa 3.

Taulukko 3. *Korjausrakentamisen haasteita ja lean työkaluja niiden ratkaisemiseksi (Merikallio & Haapasalo 2009)*

Aihealue	Haaste	Filosofia/Metodi/Työkalu
Asiakastarpeiden tunnistaminen	Asiakas etäällä, päätöksen teko hidasta ja epäselvää, läpimenoaika epäselvä	Integroidut projektitilit, standardoitu prosessit/menetelmä t asiakastarpeiden selvittämisessä Jatkuva parantaminen, gemba walk
Suunnittelu	Hintakilpailu, ei vaihtoehtoja, lähtötiedot puutteellisia, paljon suunnitelma muutoksia	Integroidut projektitilit, set-based suunnittelu, negatiivisen iteroinnin minimointi, LPS, 3-5D suunnittelu, Suunnittelumatriisi, ongelmanratkaisutekniikat
Hankinta – projektin ositus	Hajautunut, riskit ja vastuut eivät ole balanssissa, logistiikka ja materiaalivirrat	Työn osittaminen virtaaman näkökulmasta, Valintakriteerit ja kannustimet, Value Stream Mapping, Imuohjaus ja JIT, 3-5 D suunnittelu, LPS, Standardoitu työ,
Kokoonpano/rakentaminen	Hajautettu toteutusmalli, osaoptimoinnista johtuvat töiden sovittamisvaikeudet	LPS, Value stream mapping, standardointi, Imuohjaus, TMP-tuottava kunnossapito, Rapid set up, Gemba Walk, ongelmanratkaisumenetelmät, Andon, automaatio, Poka-Yoke, ...
Käyttö	Ei kunnossapitovastuuta, ei elinkaarikustannuksia	Value stream mapping, standardointi, TMP-tuottava kunnossapito, Gemba Walk, ongelmanratkaisumenetelmät, automaatio, Poka-Yoke,
Osaaminen	Tilaajan osaaminen, suunnittelijan osaaminen, rakentajien osaaminen	Lean valmennus, integroidut projektitilit, Ongelmanratkaisutekniikat, value stream mapping,

Egbun (1999) mukaan korjausrakentamisessa toimihenkilöiden tärkeitä taitoja ovat johtajuus, kommunikointi, muiden motivoiminen, työturvallisuuden huomioiminen, päätöksenteko sekä suunnittelu ja ennakoiminen. Korjausrakentamiselle on tyypillistä epävarmuus ja töiden muuttuminen. Tämän takia töiden huolellinen suunnittelu ja vaihtoehtoisten toteutusratkaisujen laatiminen korostuu korjausrakennushankkeissa. Mahdollisista muutoksista aiheutuvat ongelmat resurssien saatavuudessa ja aikataulun pitävyydessä tulee ottaa huomioon. Muutokset suunnitelmissa ja aikataulussa pysyminen vaativat nopeita ja perusteltuja päätöksiä. (Egbu 1999)

3.2 Hukka

Hukka on tässä tutkimuksessa tärkeässä roolissa, joten sille on varattu erikseen omat lukunsa. Tässä luvussa määritellään ensin hukka ja kuvaillaan sitä yleisellä tasolla. Seuraavassa luvussa 3.3 käsitellään hukkaa rakennusalan kontekstissa. Lisäksi luvussa 3.4 käydään vielä läpi hukkaa toimistotyön yhteydessä, koska se on vahvasti yhteydessä

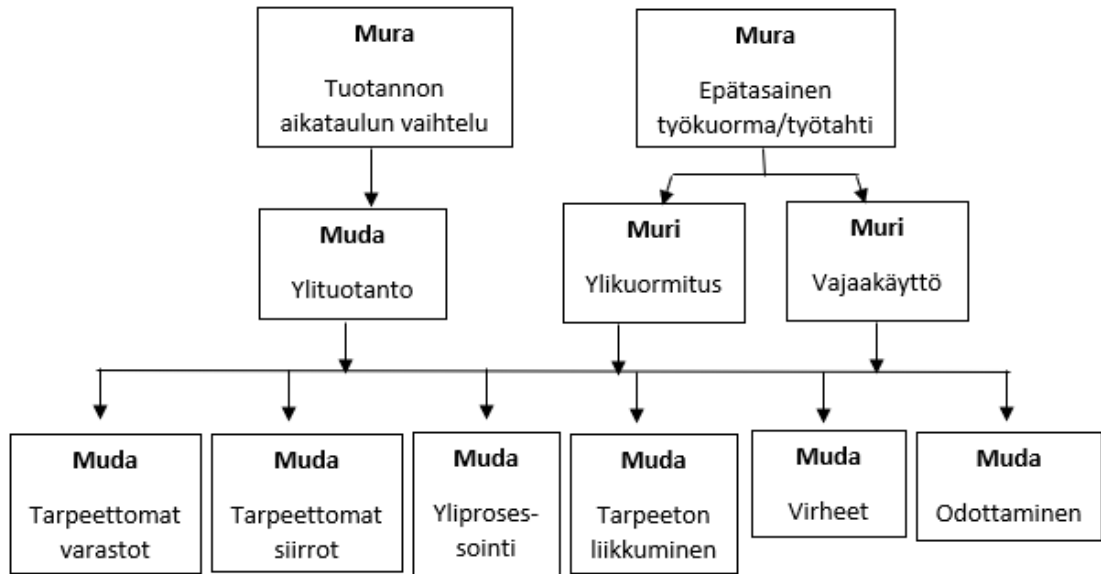
rakentamisen toimihenkilöiden työhön. Tämän jälkeen tarkastellaan vielä hukkien tunnistamista ja niiden eliminoimista.

Hukka voidaan siis määritellä toiminnaksi, joka kuluttaa aikaa ja resursseja mutta ei lisää arvoa lopputuotteeseen (Shingo 1981). Womack ja Jones (2003) määrittelevät hukkan toiminnaksi, joka kuluttaa resursseja muttei luo arvoa. Toisin sanoen kaikki toiminnot, jotka synnyttävät suoria tai välillisiä kustannuksia, mutta eivät tuota lisäarvoa lopputuotteeseen asiakkaan perspektiivistä, ovat hukkaa. Hukka määritellään arvon perusteella, joten on tiedettävä, mitä arvo tarkoittaa. Hukkaa ei periaatteessa voi absoluuttisesti määritellä, koska arvo on aina suhteellista ja tapauskohtaista. (Mossman 2009)

Lean tuotannossa hukka voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään Mura, Muri ja Muda:

- **Mura** tarkoittaa epätasaisuutta ja epäyhdenmukaisuutta. Se ilmenee laadun ja määrän vaihteluna tuotannossa. Mura ei itsessään ole hukkaa vaan se johtaa Muriin ja Mudaan. Lähtötietojen puute johtaa Muraan.
- **Muri** tarkoittaa ylikuormitusta ja liikaa rasittamista. Se on kohtuuttomia vaatimuksia työntekijöille tai prosesseille. Se voi olla esimerkiksi liian suuri työkuorma tai työtehtävä, johon työntekijällä ei ole riittävää osaamista. Epäselvät tehtävät johtavat Muriin.
- **Muda** tarkoittaa resurssien hukkaa. Se voi olla arvoa tuottamatonta toimintaa tai työtä, joka luo hukkaa. Tällainen toiminta lisää vaihtelun esiintymistä tuotannossa. Sitä pystytään hallitsemaan prosessitutkimuksella ja ongelmien juurisyiden poistamisella. Uudelleen tekeminen ja virheet johtavat Mudaan. (Emuze & Saurin 2016; viitattu Ohno 1988)

Pieńkowski (2014) esittää tutkimuksessaan kuvan 13 mukaisen yhteyden Muralle, Murille ja Mudalle. Sen mukaan Mura aiheuttaa tuotannon aikataulun vaihtelun kautta yli-tuotantoa sekä epätasaisen työkuorman/työtahdin kautta ylikuormitusta ja resurssien vajoakäyttöä. Nämä kolme aiheuttavat lisää hukkaa (Mudaa) kuten tarpeettomia varastoja, yli-prosessointia sekä odottamista.



Kuva 13. Muran, Murin ja Mudan yhteys (mukaillen, Pieńkowski 2014)

Alun perin Toyota on esittänyt seitsemän eri hukkatyyppiä. Näitä hukkatyyppejä esiintyy niin tehdasteollisuudessa kuin toimistotyössäkin. (Liker 2004) Nämä hukkatyypit ovat:

1. Ylituotanto

- Tuotteiden tuottamista, joita ei ole tilattu. Ylituotannosta syntyy muita hukkia, kuten liiallisen työvoiman käyttäminen sekä varasto- ja kuljetuskustannuksia liiallisten varastojen takia.

2. Odottaminen ja viivästykset

- Seuraavan työvaiheen, työkalun, laitteen tai materiaalin odottamista. Voi tarkoittaa myös työn puutetta esimerkiksi viivästyksien ja pullonkaulojen takia.

3. Tarpeeton kuljettaminen

- Materiaalien, osien ja laitteiden kuljettamista pitkiä matkoja. Tämä voi tapahtua varastojen ja työpisteen välillä tai prosessien välillä.

4. Yliprosessointi tai vääränlainen prosessointi

- Tarpeettomien toimenpiteiden tekeminen tuotannossa. Hukkaa syntyy, kun tuotetaan liian korkeaa laatua suhteessa vaatimuksiin.

5. Tarpeettomat varastot

- Ylimääräiset raakamateriaalit, keskeneräiset työvaiheet ja tuotteet. Aiheuttavat ongelmia, kuten pidentyneitä läpimenoaikoja, tuotteiden vanhenemista ja vahingoittumista sekä kuljetus- ja varastointikustannuksia. Li-

säksi liian suuret varastot piilottavat ongelmia sisäänsä. Esimerkiksi myöhästyneitä tavarantoimituksia ei välttämättä havaita suurten varastojen takia.

6. Tarpeeton liikkuminen

- Kaikki tarpeeton työntekijöiden liikkuminen työskentelyn aikana. Tämä voi olla esimerkiksi työkalujen ja materiaalien etsimistä. Käveleminen ympäriinsä ”turhaan” on myös hukkaa.

7. (Laatu)virheet

- Virheellisten tuotteiden tuottaminen sekä virheiden korjaaminen. Virheiden korjaaminen ja uudelleen tekeminen aiheuttavat hukkaa niin ajallisesti kuin kustannuksellisesti. (Liker 2004)

Likerin (2004) mukaan kahdeksas hukkatyyppi on työntekijöiden hyödyntämätön potentiaali. Hänen mukaan hukkaa syntyy, kun työntekijöitä ei oteta mukaan keskusteluun ja heidän ajatuksiaan ei kuunnella. Kourin (2010) mukaan työntekijöillä on paras tieto työvaiheiden ja menetelmien toiminnasta ja niiden kehittämistarpeista.

Ylituotantoa pidetään keskeisenä hukkatyyppinä, koska se johtaa lähes kaikkiin muihin hukkatyyppisiin. Tuottamalla enemmän kuin asiakas haluaa, syntyy jonnekin väijäämättä tarpeettomia varastoja. Ongelmana varastoissa on se, että ne johtavat epäoptimaaliseen käyttäytymiseen ja toimintaan. Esimerkiksi voi olla vaikeaa parantaa jatkuvasti toimintaansa, kun on olemassa varastoja puskureina, joiden takia virheet peittyvät. (Liker 2004)

Emiliani (1998) laajentaa lean-ajattelun käyttäytymisen puolelle. Hän väittää lean-käyttäytymisen olevan olennainen osa terveellisen ja viihtyisän työympäristön luomisessa, joka voi edesauttaa organisaation ekonomista kasvua. Lean käyttäytymistä on toimiminen nöyrästi, kunnioittavasti, avoimesti, rehellisesti, objektiivisesti, johdonmukaisesti ja kärsivällisesti, muita kuunnellen. Hukkakäyttäytymistä on sen sijaan toimiminen epäselvästi, negatiivisesti, irrationaalisesti, subjektiivisesti, ennakkoluuloisesti, itsekkäästi ja toisia syyttävästi. Lean-käyttäytymisellä tarkoitetaan tapaa käyttäytyä arvoa tuottavasti niin vuorovaikutuksessa muiden kanssa, kuin itsenäisesti. Se on hukan minimoimista liittyen mielivaltaisiin ja ristiriitaisiin ajatuksiin ja toimiin, jotka johtavat defensiiviseen käyttäytymiseen, heikkoon yhteistyöhön sekä kielteisiin asenteisiin. (Emiliani 1998)

3.3 Hukka rakentamisessa

Perinteiset seitsemän hukkatyyppiä lean tuotannossa esiteltiin edellisessä luvussa 3.2. Rakentaminen on kuitenkin ainutkertaista projektiperustaista tuotantoa ja täten merkittävästi erilaista kuin tehdastuotanto tai massatuotanto. Tämän vuoksi hukan käsitteellistäminen rakennusalan kontekstissa on mielekästä. (Gao & Low 2014)

Rakennushankkeella on olemassa tavoitteet, joita ovat perinteisesti kustannus-, aikataulu-, laatu- ja työturvallisuustavoitteet. Usein näihin tavoitteisiin ei kuitenkaan täysin päästä ja syy siihen yhdistetään usein hukkaan. Hukalla on monia kielteisiä vaikutuksia kuten budjetin ylittyminen, aikataulun viivästyminen, alhainen tuottavuus, heikko työturvallisuus ja kilpailuedun puute. (Emuze & Saurin 2016)

Merikallion ja Haapasalon (2009) mukaan hajonta toimintatavoissa ja rakennustuotteissa on merkittävin hukan aiheuttaja rakentamisessa. Tähän on tapana reagoida turhia kustannuksia aiheuttavilla toimenpiteillä, kuten liian suurilla varastoilla, aikapuskureilla aikatauluissa, kapasiteettivarannolla sekä virheiden korjauksilla. Heidän mukaan hajontaa on käsitelty liian vähän rakennusosalalla ja joskus se saatetaan jopa hyväksyä normaalisti projektinomaiseen toimintaan kuuluvaksi ominaisuudeksi. Monet lean työkalut ovat kehitetty apuvälineiksi hajonnan hallitsemiseksi. (Merikallio & Haapasalo 2009) Kourin (2010) mukaan jokainen huonoista työolosuhteista tai työmenetelmistä aiheutunut työtapaturma tai poissaolo on hukkaa, joten ergonomiaan ja työturvallisuuteen panostaminen on sekä työntekijän että työnantajan etujen mukaista. Vilasini et al. (2011) tutkimuksen mukaan rakentamisessa esiintyvistä hukasta kolmannes on hallinnollisista tekijöistä johtuvaa.

Hukkatyyppejä on mahdollista määritellä myös TFV-teorian (muunnos-virtaus-arvo-teorian) perusteella. Muunnokseen kuuluvat pääasiassa materiaalihukkaan liittyvät hukat. Virtaukseen liittyvät hukat johtavat aikatauluviivästyksiin ja arvontuottoon liittyvät hukat puolestaan arvon menetykseen. (Bolviken et al. 2014) Bolviken et al. (2014) ovat esittäneet seuraavanlaisen TFV-teoriaan perustuvan luokittelun hukille rakennusosalalla:

Materiaalien muunnoksessa syntyvä hukka

1. Materiaalihukka
2. Materiaalien epäoptimaalinen käyttö
3. Koneiden, energian ja työvoiman epäoptimaalinen käyttö

Työn virtauksessa syntyvä hukka

4. Tarpeeton liikkuminen
5. Tarpeeton työ
6. Tehoton työ

7. Odottaminen

Tuotteen virtauksessa syntyvä hukka

8. Tilassa ei työskennellä
9. Materiaaleja ei prosessoida
10. Tarpeeton tavaroiden siirtely

Arvon menetys lopputuotteessa

11. Laatupoikkeamat ja virheelliset tuotteet
12. Tuotteen käyttämättömyys (vajaakäyttö) tai ”väärinkäyttö”

Arvon menetys rakentamisen sivutuotteena

13. Haitalliset päästöt
14. Työtapaturmat ja työperäiset sairaudet

Koskela (2004) esittää seitsemän perinteisen (Toyotan) hukkatyyppin lisäksi vielä kahdeksannen hukkatyyppin, *making-do*:n. Sillä tarkoitetaan tehtävän aloittamista ennen kuin kaikki panokset eli edellytykset työhön ovat saatavilla. Panoksilla tarkoitetaan muun muassa materiaaleja, työkaluja, koneita, työntekijöitä, suunnitelmia ja olosuhteita. Käsitteellisesti *making-do* on puskureiden eli käsittelyä odottavien materiaalien vastakohta. Sitä esiintyy yleensä tilanteissa, joissa tuotteen tuottamiseen tarvitaan monen epävarman tekijän toteutumista ja yhteen sopimista. (Koskela 2004)

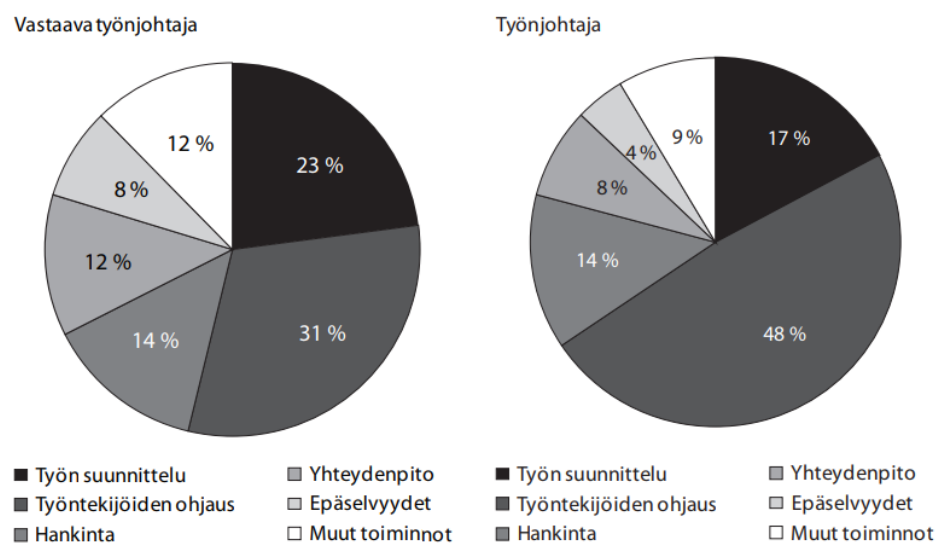
Making-do aiheuttaa ylituotannon ja puutteellisen toteutuksen (engl. task diminishment) tavoin lisää hukkaa ilmetessään. Tämän vuoksi Koskela et al. (2013) esittää *making-do*:ta ja puutteellista toteutusta päähukkatyypeiksi rakentamisessa. Puutteellisella toteutuksella tarkoitetaan puutteellisesti suoritettua tehtävää, joka ei täytä sen vaatimuksia. Esimerkkitapaus, jossa *making-do* aloittaa ketjun muita hukkia, voi olla seuraavanlainen: Suunnittelijalla voi olla puutteelliset lähtötiedot joko käyttäjältä tai toiselta suunnittelijalta. Samaan aikaan työmaalla on kiire saada valmiit suunnitelmat ja työt käynnistettyä. Tällöin suunnittelija viimeistelee suunnitelmat tekemällä itse oletuksia. Työ saadaan tehtyä, mutta myöhemmin paljastuu, että lopputulos on kelvoton ja sama työ on tehtävä uudelleen. Harmittomalta vaikuttanut ”oikaiseminen” osoittautuikin niin sanotuksi ydinhukaksi, joka aiheutti runsaasti muuta hukkaa. (Koskela et al. 2013)

Josephsonin ja Saukkoriiven (2005) tutkimuksen mukaan rakentamisessa esiintyy myös niin sanottu dokumentoinnin hukka. Tällä tarkoitetaan dokumenttien ja asiakirjojen laatimista ilman selkeää tarkoitusta. Lisäksi sillä tarkoitetaan dokumenttien laatimista, joita ei lueta. Se on siis käytännössä tarpeetonta paperityötä. Puutteellinen ja heikkolaatuinen dokumentointi ovat myös hukkaa, koska niistä aiheutuu usein muita ongelmia. Esimerkiksi jossakin dokumentissa voi olla useita kymmeniä sivuja tekstiä, joista vain muutama

koskettaa asianomaista. Rakennusprojektin aikana laaditaan todella paljon eri dokumentteja, joista osaa kukaan ei lue enää jälkikäteen. Tärkeää on arvioida, mitkä dokumentit ovat todella rakennusprojektin kannalta oleellisia ja tarvittavia. (Josephson & Saukkoriipi 2005)

Rakennusteollisuudessa pidetään usein tärkeänä, että työntekijöillä on jatkuvasti töitä eli keskitytään resurssitehokkuuteen. Käytännön esimerkki tästä on insinööri, joka tuottaa jatkuvasti jotakin palvelua. Tällöin työntekijän näkökulmasta hukkaa ei esiinny. Yritys ei kuitenkaan saa liikevaihtoa työntekijän kuormittamisesta vaan siitä, että palvelu tai tuote saadaan valmiiksi ja toimitettua asiakkaalle. Työntekijöiden maksimaalisen kapasiteetin käyttö ei siis takaa koko tuotannon tehokkuutta. Parempi lähtökohta tuotannon tehostamiseen on läpimenoaikojen lyhentäminen hukkaa eliminoimalla. (Haapasalo & Malvallehto 2012)

Marjasalo ja Koskenvesa selvittivät artikkelissaan (2013) työnjohtajien ja vastaavien työnjohtajien ajankäyttöä eri tehtävien välillä rakennusvaiheessa. Tutkimukseen osallistui 14 vastaavaa työnjohtajaa ja 10 työnjohtajaa, jotka kirjasivat ajankäyttöään keskimäärin 22 työpäivän ajan. Kuvassa 15 esitetään vastaavien työnjohtajien ja työnjohtajien ajankäytön jakautuminen toimintojen välillä. Tuloksista nähdään, että eniten työllistäviä tehtäviä ovat työn suunnittelu sekä työntekijöiden ohjaus. Epäselvyydet kategoria sisältää erilaisia hukkia, jotka ovat epäselvyydet suunnitelmissa, yhteydenotot suunnittelijoihin, puutteiden hoitamisen ja yllättävien ongelmien selvittelyä. Siten kuvan 14 perusteella vastaavien työnjohtajien työajasta 8 % on hukkaa ja työnjohtajien työajasta 4 %.



Kuva 14. Vastaavien työnjohtajien ja työnjohtajien ajankäytön jakautuminen toimintojen välillä (Marjasalo & Koskenvesa 2013)

Vastaavien työnjohtajien työajasta kuluu päivittäin lähes tunti (11 % työpäivästä) lisä- ja muutostöiden hallintaan, suunnitelmapuutteiden selvittelyyn sekä yllättävien ongelmien ratkomiseen. Se on huolestuttavan paljon verrattuna työvaiheiden ennakkosuunnitteluun kuluvaan aikaan, joka on noin 1 t 15 min (16 % työpäivästä). Kun ongelmia ratkaistaan reaktiivisesti eikä proaktiivisesti, kuluu myös työmaan muilta toimijoilta aikaa hukkaan. Työntekijöiden työnteko saattaa katketa, ja työnjohtajalla kuluu aikaa töiden uudelleenorganisointiin. Hukka työmaan johdon työssä on erityisen haitallista, koska se voi moninkertaistua työntekijätasolla. Työnjohto valvoo ja ohjaa töitä mieluummin, kuin suunnitellisi huolellisesti kaikkien edellytysten olemassaolon työtehtäville. (Marjasalo & Koskenvesa 2013)

Selkämaan (2018) hukka-aikaa käsittelevän tutkimuksen mukaan 17,9 % vastaajista kertoi, että hukka-aikaa ei ilmene lainkaan yhden työpäivän aikana. 57,1 % vastaajista kertoi, että hukkaan menee tunti päivässä ja 25 % vastaajista arvioi hukka-ajaksi kaksi tuntia. Vastaajia oli yhteensä 28. Vastaajat koostuivat työnjohtajista, vastaavista työnjohtajista, työpäälliköistä ja rakennusmiehistä.

Työnjohtajien mukaan aikaa menee hukkaan pääasiassa aliurakoitsijoiden kanssa työskentelyyn. Tämä tarkoittaa aliurakoitsijoiden etsimistä työmaalta ja heidän työnsä valvomista. Toiseksi suurin hukka-ajan aiheuttaja oli ihmisten etsiminen työmaalta. Kolmanneksi suurin syy oli materiaalien ja työkalujen etsimiseen kuluva aika. Neljänneksi suurin syy oli epäselvät toimeksiannot, joiden takia työt eivät pysty etenemään. (Selkämaa 2018)

Vastaavien työnjohtajien ja työpäälliköiden vastauksien perusteella suurimmat hukka-ajan aiheuttajat olivat materiaalien ja työkalujen etsiminen, työvaiheiden huono ennakkosuunnittelu. Toiseksi suurin syy oli ongelmat aliurakoitsijoiden kanssa, kuten uusien aikataulujen sovittaminen yhteen aliurakoitsijoiden kanssa sekä aliurakoitsijoiden työn valvonta. Kolmanneksi suurin syy oli työmaan työntekijöiden ja työnjohtajien vaeltaminen ympäriinsä ja turhanpäiväinen rupattelu. Neljänneksi suurin syy oli se, että mesta ei ole valmiina seuraavaa työvaihetta varten. (Selkämaa 2018)

Manninen (2012) tutki diplomityössään rakentamisen hukkia yleisellä tasolla. Hänen tutkimuksen mukaan viisi tärkeintä eli kriittisintä hukkaa rakennusalalla olivat kommunikointi ja dokumentointi, väärän tuotteen tai palvelun tuottaminen, virheet, työntekijöiden hyödyntämätön potentiaali ja tarpeeton liikkuminen. Mannisen (2012) mukaan hukkatyypeistä merkittävin oli kommunikointi ja dokumentointi ja esiintyvyydeltä suurin tarpeeton liikkuminen. Vaikeitten havaittava hukka oli työntekijöiden hyödyntämätön potentiaali.

3.4 Hukka toimistotyössä

Luvussa 3.2 käsiteltiin hukkaa yleisellä tasolla, jonka jälkeen luvussa 3.3 tarkasteltiin hukkaa rakentamisen kontekstissa. Tässä luvussa käydään vielä toimistotyön näkökulmasta hukkaa läpi. Tutkimuksen empiirinen osa käsittelee toimihenkilöiden työssä esiintyvää hukkaa ja heidän työnsä on ainakin osittain verrattavissa perinteiseen toimistotyöhön.

McMahon (2017) esittää eri hukkatyypeille esimerkkejä siitä, kuinka ne esiintyvät toimistotyössä.

- Tarpeeton kuljettaminen/siirtäminen
 - Sisältää töiden luovutuksen henkilöltä toiselle. Sähköisten tiedostojen siirtäminen johtaa usein hukkaan, koska prosessissa syntyy usein useita eri versioita, jotka on jossakin vaiheessa sovittava ja koottava yhteen. Johtaa muihin hukkiin kuten virheisiin, ylituotantoon sekä käsittelyyn. Informaation siirtämisessä ongelmana voi olla myös sen joutuminen väärälle henkilölle ja vastaavasti se voi olla tavoittamatta oikeaa henkilöä.
- Tarpeettomat varastot
 - Työ, joka odottaa käsittelyä. Varastoja syntyy usein ”multitaskaamisesta” ja epätasaisista työkuormista. Varastoja voi kertyä esimerkiksi sähköposteihin ja tehtäväluetteloihin. Jos henkilöllä on esimerkiksi kolme työtehtävää suoritettavana, on varmaa, että niistä kaksi odottaa ”varastossa”.
- Tarpeeton liikkuminen
 - Liikkuminen tai työskenteleminen tuottamatta. Kokouksien voidaan ajatella olevan tarpeetonta liikkumista siinä mielessä, että ne eivät tuota lisäarvoa, ellei kokouksessa saada tehtyä päätöksiä tai tuotettua tietoa. Hukkaa on tiedostojen ja tiedon etsiminen tietokoneelta, puhelimitse tai arkistoista. Eniten hukkaa syntyy sähköisten järjestelmien sisällä.
- Odottaminen ja viivästykset
 - Ihmiset odottavat tietoja työn tekemiseksi. Tämä on toinen yleinen seuraus ”multitaskaamisesta” ja myös syy ”multitaskaamiseen”. Ihmiset työskentelevät muiden työtehtävien parissa, kun he joutuvat odottamaan jonkin toisen työvaiheen valmistumista. Kuitenkin ihmisillä on yleensä tapana jatkaa sen tehtävän parissa, jonka he

ovat jo aloittaneet. ”Multitaskaamisen” takia odottamista on vaikea havaita. Odottaminen on todennäköisesti yleisin hukkatyyppi toimistotyössä.

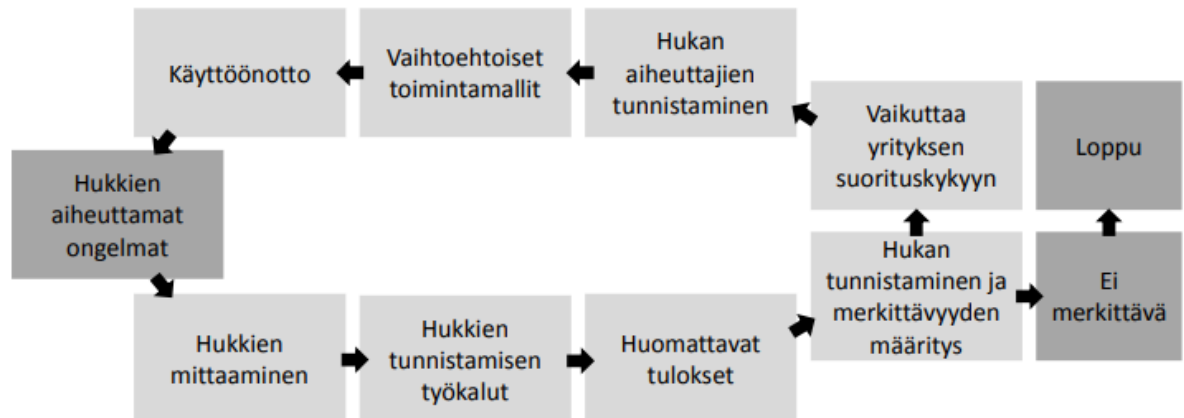
- Ylituotanto
 - Tuottaa tarpeettomia töitä tai tuloksia. Ylituotanto ilmenee esimerkiksi useina kopioina samasta informaatiosta esimerkiksi raporteina, joita ei koskaan lueta tai ne luetaan vain osittain. Epäolennaisten tuotteiden parissa työskenteleminen on myös ylituotantoa.
- Ylimääräinen prosessointi
 - Tarpeeton vaiva, jotta jokin työ saadaan tehtyä. Ylimääräinen prosessointi ilmenee tietojen syöttämisenä tai tietojen muotoilemisena. Usein asiakirjojen tai lomakkeiden tarkistamista ja tietojen syöttämistä toistuvasti. Ylimääräinen prosessointi johtuu usein useiden kopioiden tekemisestä, jotka on jossain vaiheessa sovittava yhteen.
- Virheet
 - Kaikki työ, joka ei täytä sen vaatimuksia tai tehtiin väärin ensimmäisellä kerralla. Virheitä, jotka ovat hukkaa, ovat muun muassa virheellinen tieto, ristiriitainen tieto, toimeksiannot ja ohjeet, joita on selvennettävä, puutteellinen tieto, väärin nimetyt tiedostot, hukattu informaatio sekä mikä tahansa informaatio, joka pitää tehdä uudestaan.
- Työntekijöiden hyödyntämätön potentiaali
 - Tarkoittaa ihmisten valmiuksia ja taitoja, joita ei hyödynnetä. Esiintyy usein suurissa organisaatioissa, joissa työntekijöiden osaaminen ja taustat eivät välttämättä ole kovin hyvin johdon tiedossa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että työntekijöiden ideoita ei huomioida uudistuksissa ja päätöksissä. Suurin virhe on jättää ne henkilöt huomiotta, jotka työskentelevät lähimpänä kehitettävää prosessia. (McMahon 2017)

Jalkauttaessa lean-ajattelua toimistotyöhön saatetaan kohdata alkukankeutta, koska työntekijöiden tulee ensin hyväksyä lean-ajattelu sopivaksi heidän työympäristöönsä. Joidenkin voi olla vaikea ymmärtää, miten alun perin tehdastuotantoon kehitetty konsepti voi toimia toimistotyössä. (McMahon 2017)

3.5 Hukan tunnistaminen

Ennen kuin hukkaa voidaan alkaa eliminoimaan, pitää se aluksi tunnistaa. Tässä luvussa käsitellään hukan tunnistamista.

Käytännössä hukkiin tunnistamiseksi tulee tietää mitä hukkatyyppejä on olemassa ja ymmärtää lean-ajattelun periaatteet. (Womack & Jones 2003) Hukkiin tunnistamiseen on kehitetty erilaisia malleja ja kuvassa 15 esitetään niistä yksi, Alwin et al. (2002) malli.



Kuva 15. Malli hukkiin tunnistamiseksi (Manninen 2012; viitattu Alwin et al. 2002)

Alwin et al. (2002) malli alkaa hukista aiheutuvien ongelmien havaitsemisesta. Tämän jälkeen hukan määrää tulee mitata sopivalla menetelmällä. Mittaustulosten perusteella arvioidaan hukan merkittävyys, ja jos se koetaan merkittäväksi, pyritään selvittämään hukan aiheuttajat. Seuraava vaihe on vaihtoehtoisen toimintamallin suunnitteleminen ja käyttöönotto. Malli on niin sanottu silmukkamalli ja se alkaa uudestaan alusta niin kauan kun hukkia vielä ilmenee ja ne koetaan merkittäviksi. Mallin käyttö mahdollistaa hukkiin kattavan dokumentoinnin. Kattava hukkiin dokumentointi on oleellista niiden haittavaikutusten minimoimiseksi. Dokumentoinnissa tulisi käydä ilmi mikä oli ongelma, miksi, milloin ja missä ongelmat ilmenivät, mikä aloitti ongelman ja miten se ratkaistiin. Lisäksi hukista aiheutuneita lisäkustannuksia kannattaa arvioida. Mallin käyttäminen lisää ymmärrystä hukista ja niiden taustalla olevista syistä. (Alwin et al. 2002)

Virheiden nopea tunnistaminen ja niiden etenemisen estäminen säästävät resursseja, koska virheellisiin tuotteisiin ei tällöin tehdä turhaa työtä. Virheet ja ongelmat tulee ottaa esille, jotta niiden aiheuttajat eli juurisyöt voidaan selvittää ja eliminoida. Kun virheiden juurisyöt poistetaan systemaattisesti, tuotannon laatu kehittyy. (Kouri 2010) Pieńkowski (2014) mukaan vaikeinta ei ole hukan eliminoiminen vaan sen tunnistaminen. Huk-

kien tunnistaminen on edellytys niiden eliminoimiselle. Tähän ongelmaan on hänen mukaansa ratkaisuna asianmukaisen hukun mittausjärjestelmän käyttöönotto. Tehokkaasti toimivalle hukun mittausjärjestelmälle hän nimeää kolme pääedellytystä:

- Hukun tunnistamisen tavoitteena tulee olla hukkien juurisyiden eliminointi, eikä ainoastaan oireiden eliminointi. Painottamalla ainoastaan näkyvien ongelmien ratkaisemista, voidaan saavuttaa ainoastaan väliaikaisia parannuksia ja ongelmat todennäköisesti palaavat ajan myötä.
- Määrällisten mittareiden käyttäminen, jotka mahdollistavat prosessin asianmukaisen ohjauksen. Mittareiden käyttäminen auttaa löytämään ongelmia prosessista. Mittarit mahdollistavat myös ajallisen vertailun sekä vertailun eri toimialojen välillä.
- Kehittämällä havaittuihin ongelmiin standardoidut vastatoimenpiteet, jotka tukevat ja nopeuttavat päätöksentekoprosessia. Hyvin muodostetut standardit auttavat tunnistamaan hukkaa jatkossa yhä helpommin.

Jos näihin kolmeen pääedellytykseen ei päästä, vähentää se radikaalisti organisaation mahdollisuuksia eliminoida hukkaa. (Pieńkowski 2014)

Forsberg ja Saukkoriipi (2007) toteavat, että aina ei välttämättä ole tarpeellista tehdä tarkkoja tutkimuksia hukun määrästä vaan voi olla hyödyllistä pohtia mitkä toiminnot ovat arvoa tuottamattomia ja mitkä tuottavat arvoa. Heidän mukaan hukun mittaamisella saadaan kuitenkin tietoa, jota organisaatio voi hyödyntää toimintojensa tehostamiseksi.

Hukkien tunnistamisen pohjimmaisena tavoitteena on muuttaa ihmisten ajattelutapaa organisaatiossa työskentelystään ja siitä, kuinka he suorittavat työnsä. Hukasta puhuminen antaa ihmisille mahdollisuuden ajatella ja keksiä keinoja hukun eliminoimiseksi. Yksi tapa tunnistaa hukkaa on tarkkailla työntekijöitä työmaalla tai toimistossa ja kysyä heiltä: *Olisiko asiakas valmis maksamaan juuri nyt tekemästä työstäsi?* (Sacks et al. 2018)

Merikallion ja Haapasalon (2009) mukaan: ”Lean mittaristo on erittäin looginen tapa asettaa tavoitteita ja johtaa toimintaa myös projektituotannossa. Siten se sopii rakennus-alallekin hyvin.” Lean mittareilla mitataan prosessien suorituskykyä lean-ajattelun periaatteiden näkökulmasta. Prosessien suorituskyvyn mittaaminen on järkevää useastakin syystä. Se auttaa tavoitteiden asettamisessa ja toiminnan johtamisessa tavoitteiden saavuttamiseksi. Käytettävien mittareiden valinta riippuu yrityksen toiminnan luonteesta. Tärkeä kysymys on myös mittaamisen rajaaminen, joko organisaation sisälle tai organisaatorajojen ulkopuolelle. Tuotteiden valmistamisessa ylitetään monesti useitakin eri organisaatorajoja. Lean-ajattelun pohjalta johdetut mittarit kuvaavat prosessien arvoa

tuottavia toimintoja, arvovirtoja, hukkaa, hajontaa ja ihmisten toimintaa. Seuraavaksi esitetään muutama esimerkki näitä asioita mittaavista eri mittareista:

- Arvoa tuottava toiminta: Lisäarvoa tuottava aika suhteessa koko tuotteen tai tehtävän suorittamiseen kuluvaan aikaan ja tuotteen valmistuksen läpimenoaika.
- Hukka: Odotusaika, varaston kiertoaika, varaston pääomakustannus aikajaksoissa, varaston hävikki ja virheiden korjauskustannukset.
- Hajonta: Toimitusten täsmällisyys, tuotteiden suunnitelmanmukaisuus ja tehtävien toteutumisen luotettavuus.
- Ihmisten toiminta: Tapaturmat, havaintojen määrä ja aloitteiden määrä. (Merikalio & Haapasalo 2009)

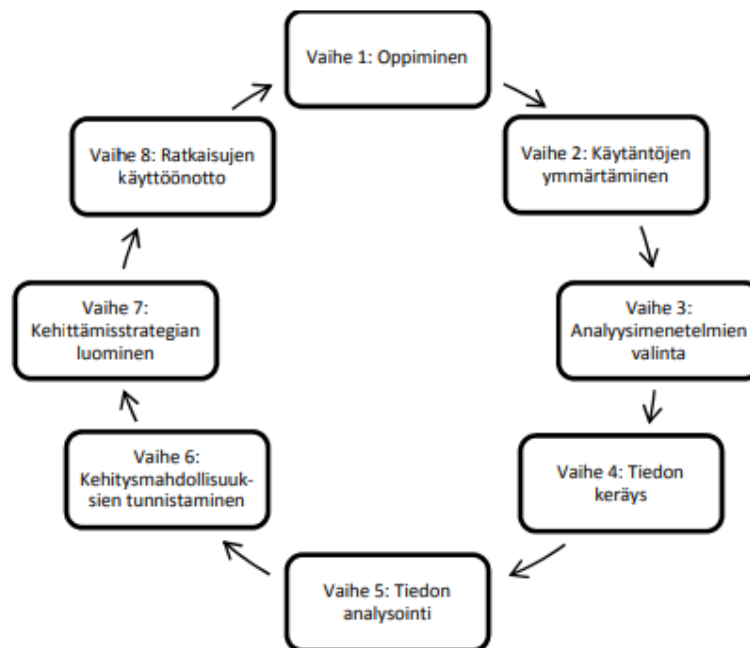
3.6 Hukan eliminointi

Kun hukat on onnistuttu tunnistamaan, pitää ne vielä lopuksi saada eliminoitu eli poistettua. Seuraavaksi käydään läpi hukkien eliminoinnista ja vähentämisestä. Hukan vähentäminen tapahtuu työskentelemällä fiksummin ja yksinkertaistamalla prosesseja, jolloin saadaan vapautettua aikaa ja resursseja. Tämä ei välttämättä tarkoita nopeammin ja enemmän työskentelemistä. (Josephson & Saukkoriipi 2005)

Hukan eliminoinnin tavoitteena on tuottavuuden parantaminen, eikä se keskity suoranaisesti laadun parantamiseen. Syynä tähän on se, että parantunut tuottavuus johtaa ”leanimpiin” prosesseihin, jotka auttavat paljastamaan lisää hukkaa ja laatuongelmia tuotannossa. Siten systemaattisen hukan eliminoinnin voidaan ajatella olevan myös systemaattista laadunparannusta (Hines & Rich 1997; viitattu Bicheno 1991). Hukan vähentäminen lisää tuotantokapasiteettia, sillä tuotantosysteemin kokonaiskapasiteetti on arvoa tuottavan työn ja hukan summa. (Emuze & Saurin 2016; viitattu Ohno 1988)

Kuvassa 16 esitetään Vilasinin et al. (2011) systemaattinen malli hukkien eliminointiin. Se koostuu kahdeksasta vaiheesta. Malli on samantyyppinen kuin Alwin et al. (2002) laatima malli hukkien tunnistamiseen, mutta se korostaa enemmän oppimisen ja käytäntöjen ymmärtämisen merkitystä ennen hukkien tunnistamista ja eliminointia. Oppimisvaiheella tarkoitetaan prosessivirtojen ja materiaalivirtojen ymmärryksen hankkimista. Syy oppimisvaiheen korostamiseen on se, että pelkkä hukkien eliminointi saattaa jopa heikentää prosessin toimintaa, jos ei ymmärretä kokonaiskuvaa ja leanin syvällisempää tarkoitusta. Mallin ensimmäinen vaihe on oppiminen, jossa perehdytään kehitettävään prosessiin ja kerätään siitä yleistä tietoa. Tämän jälkeen kerätään tietoa arvoa tuottavien ja tuottamattomien vaiheiden määrittämiseksi. Analysointivaiheessa tar-

kastellaan muun muassa arvoa tuottavan ajan ja läpimenoajan suhdetta. Analyysin perusteella päätetään kehityskohteet ja tutkitaan niiden ongelmia esimerkiksi viisi kertaa miksi –menetelmällä. Kehityskohteiden valinnan jälkeen luodaan kehittämisstrategia, jossa määritellään ratkaisut, joilla hukat saadaan eliminoitua. Strategian luomisen jälkeen vuorossa on ratkaisujen käyttöönotto ja tulosten arvioiminen. Malli on iteratiivinen ja jatkuvan parantamisen periaatteiden mukainen. (Vilasini et al. 2011)



Kuva 16. Systemaattinen malli hukkan eliminoimiseen (Manninen 2012; viitattu Vilasini et al. 2011)

Koskela (2000) kiteytti kolme juurisyitä hukkien syntymiselle: (1) tuotantosysteemin rakenne, (2) tapa, jolla tuotantoa ohjataan ja (3) luontainen taipumus hukkan syntymiseen tuotannossa. Näiden juurisyiden perusteella Koskela (2000) esitti seuraavat periaatteet hukkan vähentämiseksi:

- Läpimenoajan lyhentäminen
 - Läpimenoajalla tarkoitetaan aikaa, joka menee tuotteen valmistamiseen. Läpimenoaika koostuu neljästä eri osasta, joita ovat jonotusaika ennen prosessointia, prosessointiaika, odotusaika ja siirtoaika.
- Vaihtelun vähentäminen
 - Vaihtelun vähentämisen periaate käsittelee kahta eri vaihtelun tyyppiä. Nämä ovat prosessiajan vaihtelevuus ja virtauksen vaihtelevuus. Prosessiajan vaihtelu tarkoittaa vaihtelua, jota esiintyy yhdessä työpisteessä.

Virtauksen vaihtelu tarkoittaa vaihtelua, jota esiintyy töiden saapumisessa yhdelle työpisteelle.

- Yksinkertaistaminen
 - Yksinkertaistamisella tarkoitetaan joko komponenttien tai vaiheiden, jotka yhdistävät materiaalin tai informaation virtauksen, vähentämistä. Käytännössä tämä voi tarkoittaa muun muassa tehtävien yhdistämistä samaan urakkaan, rakennusosien standardoimista ja työn ohjaamiseen tarvittavan informaation minimoimista.
- Joustavuuden lisääminen
 - Joustavuudella tarkoitetaan kykyä työskennellä useiden eri tuotteiden ja muuttujien parissa. Käytännön toimenpiteitä joustavuuden lisäämiseksi ovat: (1) Eräkokojen pienentäminen, siten että ne vastaavat kysyntää, (2) laitteistojen ja työtehtävästä toiseen vaihtamisen yksinkertaistaminen, (3) monitaitoisen työvoiman kouluttaminen ja (4) työvoiman kouluttaminen operatiiviseen joustavuuteen.
- Läpinäkyvyyden lisääminen
 - Läpinäkyvyyttä ja avoimuutta voidaan käyttää apuvälineenä, kun halutaan parantaa työntekijöiden motivaatiota parannuksille, vähentää taipumusta virheiden tekemiselle ja lisätä virheiden näkyvyyttä. Käytännön toimenpiteitä läpinäkyvyyden lisäämiseksi ovat esimerkiksi 5-S-menetelmän käyttöönotto, standardoiminen, visuaalisen johtamisen käyttäminen, jolloin jokaisella on mahdollisuus huomata standardin ja poikkeamien ero sekä tuotantoyksiköiden keskinäisten riippuvuuksien vähentäminen.

Suurin este hukkien eliminoimisessa on sen tunnistamisen vaikeus. Tämä on erityisesti esillä rakentamisessa, koska työmaahenkilöstö ei ymmärrä, mitä hukka on. (Alwi et al. 2002) Jotkin hukkatyypit voidaan eliminoida heti, eikä siitä aiheudu haittavaikutuksia. Toisaalta osa hukasta on olemassa sen takia, että ne täydentävät jonkin todellisen tai kuvitellun sisäisen tarpeen tai peittävät jonkin puutteen muualla prosessissa. Jos näitä puutteita ei ensin selvitetä ja ratkaista, ei hukkaa voida poistaa. (Sacks et al. 2018)

Rahman et al. (2012) esittävät taulukon 4 mukaisen hukan hallintamallin. Malli lähtee liikkeelle hukan tunnistamisesta, jonka jälkeen hukka arvioidaan ja siihen vastataan vastatoimella.

Taulukko 4. *Rakentamisen hukan hallintamalli (mukailien Rahman et al. 2012)*

Hukan tunnistaminen	Hukan arviointi	Hukan vastatoimi
<ul style="list-style-type: none"> • Arvovirtakuvaus • Rakentamisen prosessi analyysi • Muda kävely • Spagetti diagrammi 	<ul style="list-style-type: none"> • Viisi kertaa miksi • Pareto -periaate (80/20-sääntö) • Kalanruoto diagrammi 	<ul style="list-style-type: none"> • 5S • Työn standardisoiminen • Just-in-time • A3 • Last Planner -menetelmä • Visuaalinen ohjaaminen • Kanban • Työnositus • Rinnakkaissuunnittelu

Muda kävely tarkoittaa niin sanottua ”hukka kävelyä”, jossa tuotannosta tunnistetaan hukkaa observoimalla operaatioita, sitä kuinka prosessit ovat järjestetty ja havainnoimalla parannuskohteita. Pareto -periaate tarkoittaa pylväsdiagrammia, jota käytetään analysoimaan tietoa juurisyiden frekvensseistä. Se esittää visuaalisesti, mitkä tapaukset (syyt) ovat muita tärkeämpiä. Pareto -periaatetta kutsutaan myös 80/20-säännöksi, jonka mukaan 20 % syistä aiheuttaa 80 % kaikista ongelmista. Rinnakkaissuunnittelulla tarkoitetaan käytännössä big room tyyppistä työskentelyä suunnittelussa. (Ansah et al. 2016)

Hines et al. (2002) esittävät käytännön ohjeen hukan eliminoimiseksi. Siinä työntekijöille pidetään lyhyt seminaari, jonka tavoitteena on saada työntekijät tietoisiksi eri hukista. Sitten muodostetaan ryhmiä, jotka koostuvat samassa työtehtävässä työskentelevistä työntekijöistä. Tämän jälkeen ryhmiä pyydetään kirjaamaan näkemyksiään hukista, joita heidän työssään ilmenee. Lisäksi heitä pyydetään arvioimaan hukkien merkittävyyttä suhteessa toisiinsa. Lopuksi ryhmiltä pyydetään vielä yksinkertainen ja lyhyt ehdotus hukkien eliminoimiseksi. Viimeinen vaihe on haastaa ryhmät tai yksittäiset työntekijät muuttamaan työskentelyssään yhden asian viikossa, jolla saadaan vähennettyä hukkaa. (Hines et al. 2002)

4. KYSELYTUTKIMUS

4.1 Kyselytutkimuksen toteutus

Tutkimuksen ensimmäinen empiirinen osio on kyselytutkimus. Kyselytutkimus toteutetaan survey-tutkimuksena ja se tehdään Google Forms –verkkokäyttöisellä lomaketyökalulla. Kyselytutkimus on formaali ja strukturoitu tutkimusasetelma. Sen avulla saadaan selville, mitä henkilöt ajattelevat, uskovat ja tuntevat. Kyselyn avulla saadaan selvitettyä, miten tutkittavat havaitsevat, mitä ympärillä tapahtuu. Sen avulla ei kuitenkaan saada selvitettyä, mitä todella tapahtuu. (Hirsjärvi et al. 2009)

Kyselytutkimuksen etuina ovat mahdollisuus laajaan tutkimusaineistoon sekä tehokkuus. Huolellisesti suunnitellun kyselyn aineisto on helposti analysoitavissa. Tutkijalla ei ole kyselytutkimuksessa vaikutusta vastauksiin läsnäolollaan tai olemuksellaan. Kyselytutkimuksessa on mahdollisuus esittää runsaasti kysymyksiä. Ongelmana voidaan pitää vastaajien suhtautumista kyselyyn, eli vastaavatko he huolellisesti ja rehellisesti. Lisäksi ongelmaksi voi muodostua vastaajien eri tietotaidot tutkittavasta aiheesta. (Hirsjärvi et al. 2009)

Kyselytutkimus valitaan osaksi tutkimusta, koska tavoitteena on saada mahdollisimman paljon vastauksia koskien hukkien esiintyvyyttä, merkittävyyttä ja havaittavuutta. Lisäksi sillä tavoitellaan määrällisiä tuloksia, joita ei esimerkiksi haastattelemalla saataisi yhtä helposti.

Kyselytutkimus lähetetään kaikille kohdeyrityksessä työskentelevillä toimihenkilöille, jotka työskentelevät korjausrakentamisen toimialalla. Kohderyhmään kuuluu pääasiassa työnjohtajia, vastaavia työnjohtajia, työmaainsinöörejä ja työpäälliköitä. Heitä yhdistää se, että he työskentelevät pääasiassa työmailla ja toimivat esimiesasemassa/toimihenkilötehtävissä. Kysely lähetetään myös muissakin työtehtävissä työskenteleville kuten työmaasihteereille, talotekniikka-asiantuntijoille, johtohenkilöstölle sekä harjoittelijoille. Kyselytutkimuksen tavoitteena on selvittää kohdeyrityksen toimihenkilöiden tietoisuutta leanista ja hukasta sekä kartoittaa mitä hukkatyyppejä pidetään merkittävimpinä. Kyselyn kysymykset ovat kaikki kohdennettu toimihenkilön omaa työskentelyä koskeviksi ja tätä pyritään painottamaan koko kyselyn ajan. Perustietojen kuten työtehtävän ja työmaan lisäksi kyselyssä kysytään, kuinka paljon hukkaa esiintyy toimihenkilön työssä, mikä on sen merkittävyys eli kuinka paljon haittaa hukasta on sekä kuinka helposti hukka on tunnistettavissa. Kyselyssä kysyttiin samat kolme kysymystä kymmenestä eri hukkaluettelon hukkatyypistä. Yhdessä kysymyksessä pyydetään vielä valitsemaan kolme

merkittävintä hukkaa. Kyselyssä on lisäksi avoin kysymys, jossa pyydetään kertomaan käytännön esimerkki toimihenkilön työssä esiintyvistä hukasta.

Taulukon viisi hukille on tarkoitus määrittää kyselytutkimuksen tulosten perusteella niiden havaittavuus, esiintyvyys ja merkittävyys. Hukille annetaan kyselyyn vastattaessa arvot 1–5 jokaisessa näistä kategorioista. Havaittavuus tarkoittaa sitä, kuinka helppoa hukkaa on tunnistaa työssään. Esiintyvyys tarkoittaa, kuinka usein hukkaa esiintyy työssä ja merkittävyys sitä, kuinka paljon haittaa hukasta on. Havaittavuudessa luku 1 tarkoittaa *mahdotonta* ja luku 5 *erittäin helppoa*. Esiintyvyydessä luku 1 tarkoittaa *ei lainkaan* ja luku 5 *jatkuvasti*. Merkittävyydessä luku 1 tarkoittaa *olematonta haittaa* ja luku 5 *erittäin merkittävää haittaa*. Lukujen 2,3 ja 4 määritelmät esitetään liitteessä A. Aineisto, joka kyselytutkimuksella saadaan, käsitellään pääasiallisesti määrällisesti mutta myös osittain laadullisesti avoimien kysymyksien kohdalla.

Kyselytutkimus toteutettiin puolistrukturoituna. Se sisälsi pääasiallisesti määrällisiä kysymyksiä eli kysymyksiä valmiilla vastausvaihtoehdoilla mutta myös yhden laadullisen eli avoimen kysymyksen. Tutkija on vastuussa kysymysten laatimisesta työn ohjaajien avustuksella. Kohderyhmän valitsemisesta sekä sähköisen linkin toimittamisesta tutkitaville sähköpostilla vastasi tutkija. Linkki sähköiseen kyselylomakkeeseen lähetettiin sähköpostilla noin 208:lle kohdeyrityksen korjausrakennus toimialan toimihenkilölle. Linkki lähetettiin 23.5.2019, kello 13:06. Kyselylomaketta pidettiin auki 31.5.2019 kello 19:00 asti. Vastausaikaa tutkittavilla oli siis hieman yli kuusi työpäivää. Tutkittaville lähetettiin yksi muistutusviesti 28.5.2019.

Kyselyssä kartoitettavien hukkien määrä rajattiin kymmeneen, vaikka niitä esiintyykin kirjallisuudessa enemmän. Kyselyyn valittiin seitsemän alkuperäistä lean-ajattelun muukaista hukkaa, joiden lisäksi valittiin making-do, ylikuormitus sekä epäsojivat menetelmät ja dokumentointi. Näiden kolmen ”ylimääräisen” hukan valinta tehtiin tutkijan oman päättelyn ja lähdeaineistojen perusteella. Taulukossa 5 esitetään kyselytutkimuksessa sekä tapaustutkimuksessa käytetty hukkaluettelo.

Taulukko 5. *Hukkaluettelo: Hukkatyypit selityksineen ja esimerkkeineen*

<p>Virheet</p>	<p>Virheillä tarkoitetaan kaikkea työtä, joka ei täytä sen vaatimuksia. Myös virheiden korjaaminen on hukkaa. Virheitä, jotka ovat hukkaa ovat muun muassa virheellinen tai puutteellinen tieto, toimeksiannot ja ohjeet, joita on selvennettävä sekä mikä tahansa informaatio, joka pitää tehdä uudestaan.</p> <p>Esimerkki: Aliurakoitsija tekee työn virheellisesti huonosti annettujen ohjeiden tai valvonnan puutteen takia.</p>
-----------------------	--

Odottaminen	<p>Odottamisella tarkoitetaan seuraavan työvaiheen, työkalun tai materiaalin odottamista. Se voi tarkoittaa myös työn puutetta esimerkiksi viivästyksien ja pullonkaulojen takia. Odottamista on tuotteiden, työntekijöiden tai työvaiheiden toimittomuus.</p> <p>Esimerkki: Joudut odottamaan joitakin tietoja ennen kuin pääset aloittamaan työtehtävän.</p>
Ylikuormitus	<p>Ylikuormitus tarkoittaa liian suurta työkuormaa. Ylikuormitus voi aiheuttaa virheitä sekä heikentää työn laatua, työturvallisuutta ja keskittymiskykyä.</p> <p>Esimerkki: Sinulla on liian monta työtehtävää ja hoidettavaa asiaa, jotka kaikki tulisi tehdä pikimmiten.</p>
Ylituotanto	<p>Ylituotanto tarkoittaa jonkin asian tekemistä liian aikaisin, liian paljon tai varoiksi. Se on tuotteiden tuottamista, joita ei ole tilattu. Ylituotanto ilmenee esimerkiksi useina kopsioina samasta informaatiosta tai raporteina, joita ei koskaan lueta tai ne luetaan vain osittain.</p> <p>Esimerkki: Sama informaatio tuotetaan useaan eri dokumenttiin.</p>
Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset	<p>Tarkoittaa materiaalien, työvälineiden tai informaation turhaa liikuttamista ja siirtelyä. Sähköisten tiedostojen siirtäminen johtaa usein hukkaan, koska prosessissa syntyy usein useita eri versioita, jotka on jossakin vaiheessa sovitettava yhteen.</p> <p>Esimerkki: Joudut lähettämään useita sähköposteja tai soittamaan samasta asiasta useaan kertaan saadaksesi vastauksen johonkin asiaan.</p>
Tarpeeton liikkuminen	<p>Tarkoittaa kaikkea tarpeetonta liikkumista tai työskentelemistä. Hukkaa on tiedostojen ja tiedon etsiminen tietokoneelta tai puhelimitse. Kokoukset ovat myös hukkaa, ellei niissä saada tehtyä päätöksiä tai tuotettua tietoa. Työvälineiden ja asioiden etsiminen on myös tarpeetonta liikkumista.</p> <p>Esimerkki: Tarpeeton ravaaminen työmaalla, selvittelemässä eri asioita ja ongelmia.</p>
Tarpeettomat varastot	<p>Tarpeettomat varastot tarkoittavat töitä, jotka odottavat tekemistä. Varastoja syntyy usein epätasaisista työkuormista. Varastoja voi kertyä esimerkiksi sähköposteihin ja tehtäväluetteloihin. Tarkoittaa myös turhan suurien materiaalivarastojen työmaalla.</p> <p>Esimerkki: Jos sinulla on kolme työtehtävää suoritettavana, kaksi niistä odottaa "varastossa".</p>
Making-do	<p>Making-do tarkoittaa tehtävän aloittamista ennen kuin kaikki panokset eli edellytykset työhön ovat saatavilla. Panoksilla tarkoitetaan esimerkiksi materiaaleja, työkaluja, koneita, työntekijöitä, suunnitelmia ja olosuhteita.</p> <p>Esimerkki: Annat käskyn aloittaa työn, vaikka jokin sen edellytyksiä puuttuu.</p>
Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi	<p>Tarkoittaa epäsopivia tietojärjestelmiä ja ohjeita. Tarkoittaa muun muassa tarpeetonta paperityötä. Dokumentoinnin hukalla tarkoitetaan väärin tai puutteellisesti tehtyä dokumentointia tai ohjeistusta sekä niiden takia syntyviä ongelmia. Informaation kulun estyminen eri rajapinnoissa saattaa aiheuttaa työn väärin tekemistä tai tekemättä jättämistä.</p> <p>Esimerkki: Dokumentointi tehdään puutteellisesti ja arkistoidaan väärään paikkaan.</p>
Yliprosessointi	<p>Yliprosessointi tarkoittaa tarpeetonta vaivaa, jotta jokin työ saadaan tehtyä. Hukkaa syntyy, kun tuotetaan liian korkeaa laatua suhteessa vaatimuksiin. Yliprosessointi</p>

	<p>on tehotonta työskentelyä, jota syntyy ylimääräisistä työvaiheista, sopimattomista työmenetelmistä tai suunnitelmien ja ohjeiden puutteista.</p> <p>Esimerkki: Työskentelet turhan kauan sellaisen asian parissa, joka ei ole oleellinen.</p>
--	---

Tutkimuksessa käytetty kyselytutkimuslomake esitetään liitteessä A. Kyselytutkimuksen tulokset esitetään seuraavassa luvussa 4.2, jossa niitä myös tarkastellaan tunnusluvuin ja kuvaajin.

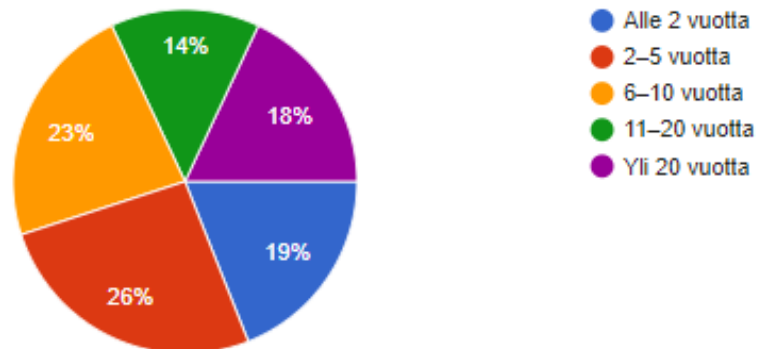
4.2 Kyselytutkimuksen tulokset

Kyselytutkimus lähetettiin yhteensä noin 208 toimihenkilölle kohdeyrityksen korjausrakentamisen toimialalla. Siihen vastasi yhteensä 100 henkilöä. Vastausprosentti oli noin 48 %. Vastaajista 20 % oli työnjohtajia, 20 % harjoittelijoita, 15 % työmaainsinöörejä, 12 % vastaavia työnjohtajia, 7 % työpäälliköitä ja 7 % talotekniikka-asiantuntijoita. Loput vastaajista työskentelivät muun muassa hankintainsinööreinä, kustannuslaskijoina, työmaasihteereinä sekä ylemmissä johtotehtävissä. Heidän osuutensa vaihtelivat 1–5 % välillä. Kyselyyn vastanneiden jakautuminen eri työtehtäviin vastaa hyvin ennako-odotuksia. Selvästi aktiivisimmin työnimikkeistä, joissa oli yli 10 vastaajaa, kyselyyn olivat vastanneet vastaavat työnjohtajat (67 %) ja työmaainsinöörit (65 %) ja työpäälliköt (58 %). Heikoiten olivat vastanneet työnjohtajat. Heistä vain 28 % oli vastannut kyselyyn. Tuloksissa yllättävää oli työnimikkeiden suuri määrä. Eri työnimikkeitä oli yhteensä 17 kappaletta. Tulosten kannalta on toisaalta hyvä saada laaja otanta vastauksia eri työtehtävissä työskenteleviltä. Harjoittelijat asetettiin kyselyssä kaikki samaan kategoriaan, vaikka todellisuudessa he työskentelevät moninaisissa eri työtehtävissä, kuten työnjohto- ja työmaainsinööriharjoittelijoina. Heidän osallistumisesta tutkimukseen ei koettu ongelmana, koska he työskentelevät kuitenkin toimihenkilötehtävissä.

Kyselyyn vastanneiden työkokemus rakennusalan toimihenkilötehtävistä jakautui melko tasaisesti kaikkiin vastausvaihtoehtoihin kuvan 17 mukaisesti. Isoin joukko vastaajista (26 %) kuului ryhmään 2–5 vuotta. Toiseksi suurin joukko (23 %) kuului ryhmään 6–10 vuotta ja kolmanneksi suurin joukko (19 %) kuului ryhmään ”alle 2 vuotta”. Vastaajista 82 % työskenteli jollakin työmaalla ja loput 18 % jossakin muualla, kuten toimistossa. Rakennustyypeistä selvästi yleisin vastaajien keskuudessa oli opetusrakennus (43 %). Toiseksi yleisin oli toimistorakennus (24 %) ja kolmanneksi yleisin hoitoalan rakennus (11 %). Toteutusmuodoista yleisin oli projektinjohtourakka (48 %). Toiseksi yleisin oli suunnittele- ja rakenna –urakka (18 %) ja kolmanneksi yleisin allianssiurakka (14 %).

Kokemus toimihenkilötehtävistä rakennusalalla

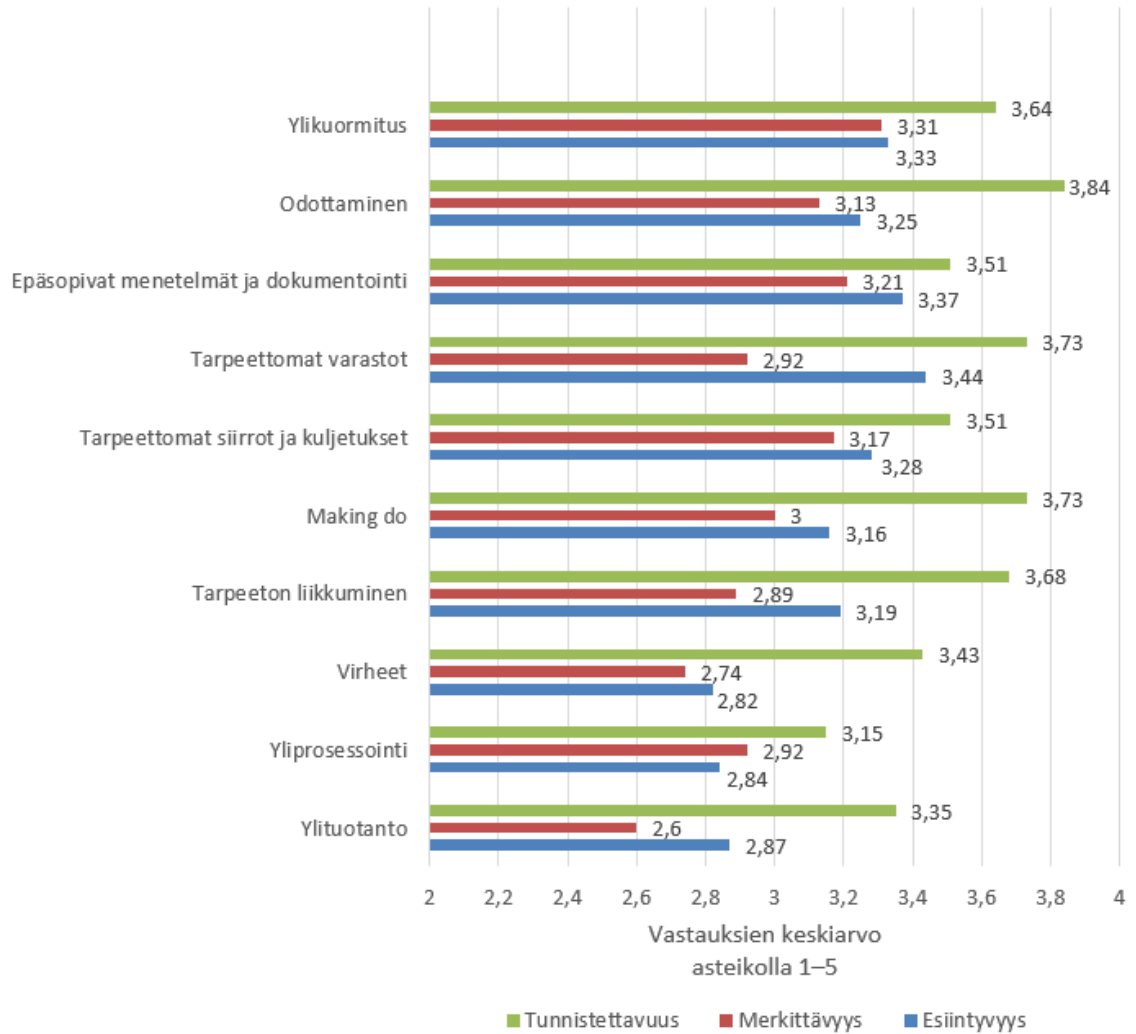
100 vastausta



Kuva 17. Vastaajien kokemus toimihenkilötehtävistä rakennusalalla

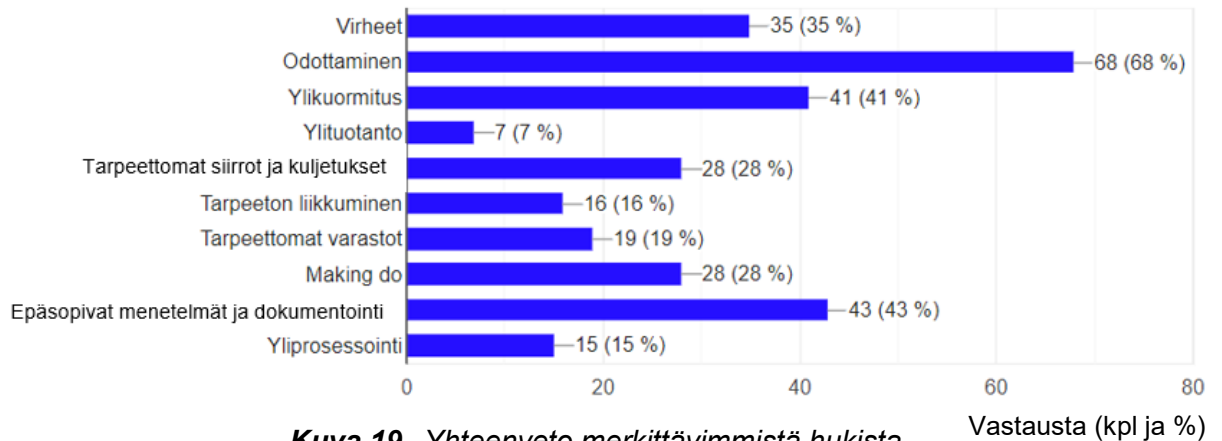
Vastaajista selvästi suurin osa (73 %) oli kuullut leanista tai lean rakentamisesta aikaisemmin. Kuitenkaan lähes puolet vastaajista (45 %) ei tiennyt, mitä termi hukka tarkoittaa lean-ajattelun yhteydessä.

Kuvassa 18 esitetään palkkikaaviossa hukkien tunnistettavuuden, merkittävyyden ja esiintyvyyden keskiarvot, kaikkien kyselyyn vastanneiden osalta. Esitysasteikko on tiivistetty 2–4, havainnollisuuden vuoksi. Todellisuudessa kysymysten asteikko on 1–5. Esiintyvyydeltään suurin hukka oli vastausten keskiarvon perusteella tarpeettomat varastot (ka 3,44). Merkittävin eli haitallisin hukka oli ylikuormitus (ka 3,31). Helpoiten tunnistettava hukka oli odottaminen (ka 3,84). Suurempi luku vastauksissa tarkoittaa suurempaa esiintyvyyttä, havaittavuutta ja merkittävyyttä.



Kuva 18. Hukkien tunnistettavuuden, merkittävyyden ja esiintyvyyden keskiarvot

Kuvassa 19 esitetään monivalintakysymyksen vastauksien yhteenveto. Siinä tutkittavaa pyydettiin valitsemaan kolme merkittävintä hukkaa työssään. Merkittävimmäksi hukaksi monivalintakysymyksen perusteella osoittautui odottaminen, jonka 68 % vastaajista valitsi yhdeksi merkittävimmistä hukista työssään. Toiseksi merkittävin hukka oli epäsopivat menetelmät ja dokumentointi (43 %) ja kolmanneksi merkittävin oli ylikuormitus (41 %). Vastaavasti kolmeksi vähiten merkitykselliseksi hukaksi koettiin ylituotanto (7 %), yliprosessointi (15 %) sekä tarpeeton liikkuminen (16 %).



Kuva 19. Yhteenveto merkittävimmistä hukista

Eniten vastanneiden ryhmien (työnimikkeiden) vastauksia tarkastellaan seuraavaksi hie- man tarkemmin. Nämä ryhmät ovat työnjohtajat (20 hlöä), harjoittelijat (20 hlöä), työmaa- insinöörit (15 hlöä), vastaavat työnjohtajat (12 hlöä), työpäälliköt (7 hlöä) ja talotekniikka- asiantuntijat (7 hlöä). Heidän vastauksistaan käydään läpi kolmesta viiteen merkittävintä, helpoiten havaittavaa ja eniten esiintyvää hukkaa. Lisäksi tarkastellaan pienimmän kes- kiarvon saaneet hukat kussakin vastaajaryhmässä.

Työnjohtajat (n=20)

Työnjohtajien vastauksien keskiarvojen perusteella kolme merkittävintä hukkaa olivat:

- *Ylikuormitus* (ka 3,45)
- *Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset* (ka 3,35)
- *Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi* (ka 3,2)

Kolme eniten esiintyvää hukkaa olivat:

- *Tarpeeton liikkuminen* (ka 3,6)
- *Ylikuormitus* (ka 3,6)
- *Tarpeettomat varastot* (ka 3,45)

Kolme helpoiten havaittavaa hukkaa olivat:

- *Making-do* (ka 3,7)
- *Odottaminen* (ka 3,6)
- *Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi* (ka 3,6)

Vähiten merkittävä hukka oli *yliuotanto* (ka 2,65), vähiten esiintyvä hukka oli *yliproses- sointi* (ka 2,5) ja vaikeinten havaittava hukka oli myös *yliprosessointi* (ka 2,95).

Harjoittelijat (n=20)

Harjoittelijoiden vastauksien keskiarvojen perusteella kolme merkittävintä hukkaa olivat:

- *Odottaminen* (ka 3,2)
- *Ylikuormitus* (ka 3,1)
- *Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset* (ka 3,1)

Kolme eniten esiintyvää hukkaa olivat:

- *Odottaminen* (ka 3,3)
- *Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi* (ka 3,3)
- *Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset* (ka 3,25)

Kolme helpoiten havaittavaa hukkaa olivat:

- *Odottaminen* (ka 4,0)
- *Making-do* (ka 3,7)
- *Tarpeeton liikkuminen* (ka 3,55)

Vähiten merkittävä hukka oli *virheet* (ka 2,45), vähiten esiintyvä hukka oli *ylituotanto* (ka 2,65) ja vaikeinten havaittava hukka oli *yliprosessointi* (ka 3,05).

Työmaainsinöörit (n=15)

Työmaainsinöörien vastauksien keskiarvojen perusteella neljä merkittävintä hukkaa olivat:

- *Ylikuormitus* (ka 3,6)
- *Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi* (ka 3,53)
- *Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset* (ka 3,47)
- *Yliprosessointi* (ka 3,47)

Kolme eniten esiintyvää hukkaa olivat:

- *Tarpeettomat varastot* (ka 3,87)
- *Ylikuormitus* (ka 3,6)
- *Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi* (ka 3,6).

Kolme helpoiten havaittavaa hukkaa olivat:

- *Ylikuormitus* (ka 4,07)
- *Tarpeettomat varastot* (ka 3,93)
- *Tarpeeton liikkuminen* (ka 3,87)

Vähiten merkittävät hukat olivat *ylituotanto* (ka 2,67) ja *virheet* (ka 2,67), vähiten esiintyvä hukka oli *tarpeeton liikkuminen* (ka 3) ja vaikeinten havaittava hukka oli *yliprosessointi* (ka 3).

Vastaavat työnjohtajat (n=12)

Vastaavien työnjohtajien vastauksien keskiarvojen perusteella kolme merkittävintä hukkaa olivat:

- *Ylikuormitus* (ka 3,42)
- *Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset* (ka 3,42)
- *Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi* (ka 3,33)

Neljä eniten esiintyvää hukkaa olivat:

- *Making-do* (ka 3,5)
- *Tarpeeton liikkuminen* (ka 3,42)
- *Odottaminen* (ka 3,33)
- *Ylikuormitus* (ka 3,33)

Neljä helpoiten havaittavaa hukkaa olivat:

- *Odottaminen* (ka 4,08)
- *Making-do* (ka 4,08)
- *Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset* (ka 4,0)
- *Tarpeeton liikkuminen* (ka 4,0)

Vähiten merkittävä hukka oli *ylituotanto* (ka 2,58), vähiten esiintyvä hukka oli *virheet* (ka 2,58) ja vaikeinten havaittava hukka oli *ylikuormitus* (ka 3,33).

Työpäälliköt (n=7)

Työpäällikköjen vastauksien keskiarvojen perusteella viisi merkittävintä hukkaa olivat:

- *Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi* (ka 4,0)
- *Making-do* (ka 3,86)
- *Virheet* (ka 3,43)
- *Odottaminen* (ka 3,43)
- *Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset* (ka 3,43)

Kolme eniten esiintyvää hukkaa olivat:

- *Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi* (ka 4,29)
- *Ylituotanto* (ka 3,71)
- *Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset* (ka 3,71)

Neljä helpoiten havaittavaa hukkaa olivat:

- *Tarpeettomat varastot* (ka 4,14)
- *Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi* (ka 4,0)
- *Tarpeeton liikkuminen* (ka 3,86)
- *Odottaminen* (ka 3,86)

Vähiten merkittävä hukka oli *tarpeettomat varastot* (ka 2,86), vähiten esiintyvät hukat olivat *virheet* (ka 3), *odottaminen* (ka 3) ja *ylikuormitus* (ka 3) ja vaikeinten havaittava hukka oli *virheet* (ka 3,14).

Talotekniikka-asiantuntijat (n=7)

Talotekniikka-asiantuntijoiden vastauksien keskiarvojen perusteella kolme merkittävintä hukkaa olivat:

- *Ylikuormitus* (ka 3,43)
- *Virheet* (ka 3,29)
- *Tarpeeton liikkuminen* (ka 3,14)

Neljä eniten esiintyvää hukkaa olivat:

- *Tarpeettomat varastot* (ka 3,86)
- *Ylikuormitus* (ka 3,57)
- *Tarpeeton liikkuminen* (ka 3,29)
- *Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi* (ka 3,29)

Kolme helpoiten havaittavaa hukkaa olivat:

- *Ylikuormitus* (ka 4,0)
- *Ylituotanto* (ka 3,71)
- *Tarpeettomat varastot* (ka 3,71)

Vähiten merkittävät hukat olivat *odottaminen* (ka 2,71) ja *ylituotanto* (2,71), vähiten esiintyvä hukka oli *odottaminen* (ka 2,57) ja vaikeinten havaittava hukka oli *yliprosessointi* (ka 2,86).

Taulukossa 6 esitetään vielä kootusti edellä tarkastellut tulokset. Taulukossa esitetään kunkin hukan sijoittuminen ”kärkikolmikkoon” (numerot 1–3) sekä pienimpien keskiarvojen lukumäärä (X). Numerot tarkoittavat vastauksien suurimpia keskiarvoja suuruusjärjestyksessä ja merkintä ”X” tarkoittaa pienintä keskiarvoa kussakin kategoriassa. Toisin sanoen numero 1 tarkoittaa suurinta keskiarvoa ja numero 3 tarkoittaa kolmanneksi suurinta. Väreistä punainen tarkoittaa merkittävyyttä, keltainen esiintyvyyttä ja sininen havaittavuutta. Esimerkiksi punainen 1 tarkoittaa merkittävimäksi koettua hukkatyyppiä

ja punainen 3 tarkoittaa kolmanneksi merkittävintä ja niin edelleen. Taulukossa esitetään lisäksi se, kuinka monta kertaa hukat sijoittuivat kärkikolmikon joukkoon ja kuinka monta kertaa ne saivat pienimmän keskiarvon. Taulukossa esiintyy paikoin useampi kuin yksi samanvärisen luku. Tämä johtuu siitä, että kyseistä lukua vastaavien hukkien keskiarvot ovat samat.

Taulukko 6. *Yhteenveto eri työnimikkeiden vastauksien keskiarvoista*

	Virheet	Odottaminen	Ylikuormitus	Ylituotanto	Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset	Tarpeeton liikkuminen	Tarpeettomat varastot	Making-do	Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi	Yliprosessointi
Työnjohtajat		2	1 1	X	2	1	2	1	3 2	X X
Harjoittelijat	X	1 1 1	2	X	2 2	3		2	1	X
Työmaainsi- nöörit	X		1 2 1	X	3	3 X	1 2		2 2	3 X
Vastaavat työnjohtajat	X	3 1	1 3 X	X	1 2	2 2		1 1	2	
Työpäälliköt	3 X X	3 3 X	X	2	3 2	3	1 X	2	1 1 2	
Talotek- niikka-asi- antuntijat	2	X X	1 2 1	2 X		3 3	1 2		3	X
Yhteensä kärkikolmi- kossa	2	8	11	2	8	8	6	5	10	1
Yhteensä pienin kes- kiarvo	5	3	2	5	0	1	1	0	0	5
Merkittä- vyys		Esiintyvyys			Havaittavuus					

Taulukosta 6 merkillepantavaa on se, että ylikuormitus sekä epäsoivat menetelmät ja dokumentointi ovat useitten kärkikolmikossa. Ylikuormitus 11 kertaa sekä epäsoivat menetelmät ja dokumentointi 10 kertaa. Niiden jälkeen tulevat odottaminen, tarpeetto-

mat siirrot ja kuljetukset ja tarpeeton liikkuminen. Ne kaikki olivat kärkikolmikossa yhteensä 8 kertaa. Selvästi vähiten kärkikolmikossa olivat yliprosessointi, ylituotanto ja virheet. Huomioitavaa on myös se, että suuri keskiarvo havaittavuudessa ei välttämättä ole yhtä negatiivinen asia, kuin suuret keskiarvot merkittävyudessa ja esiintyvyydessä. Niissä suurempi keskiarvo tarkoittaa suurempaa haittaa/ongelmaa. Havaittavuudessa suuren keskiarvon saanut hukka voi olla helposti havaittavissa, mutta se voi samalla olla haitoiltaan pieni ja sen esiintyvyys voi olla lähes olematonta.

Edellä käsitellyistä vastaajaryhmistä merkittävämpänä hukkana pidettiin ylikuormitusta, eniten esiintyvät hukat olivat tarpeettomat varastot sekä epäsovivat menetelmät ja dokumentointi. Helpoiten havaittavat hukat olivat *odottaminen*, *ylikuormitus* ja *making-do*.

Käytännön esimerkkejä hukista ja niiden syistä toimihenkilöiden työssä:

Kyselyn avoimessa kysymyksessä esiinnousseita kohtia käydään seuraavaksi läpi. Avoimessa kysymyksessä pyydettiin antamaan käytännön esimerkki työssä esiintyvistä hukista. Siihen vastattiin vaihtelevin pituuksin. Osa tutkittavista vastasi siihen vain yhdellä tai kahdella sanalla tai jätti sen kokonaan tyhjäksi. Iso osa vastasi kysymykseen kuitenkin useammalla lauseella. Monessa vastauksessa mainittiin useampi kuin yksi hukka. Muutama vastaus jouduttiin hylkäämään, joko kysymyksen väärinymmärtämisen tai muuten sopimattoman vastauksen takia. Käydään seuraavaksi hukkatyypeittäin läpi kyselyn avoimen kysymyksen vastauksia.

Puutteelliset lähtötiedot ja suunnitelmat

Puutteelliset lähtötiedot ja suunnitelmat eivät olleet kyselyssä hukkatyyppinä, eivätkä ne varsinaisesti olekaan hukkaa. Ne ovat pikemminkin syitä, jotka aiheuttavat hukkaa toimihenkilöiden työssä. Niiden noustessa kuitenkin esiin useissa vastauksissa, niitäkin käsitellään nyt tässä. Puutteelliset lähtötiedot ja suunnitelmat mainittiin vastauksissa yhteensä 36 kertaa. Puutteita, joita vastauksissa mainitaan ovat muun muassa laskun liitteet, kuten ”tuntilaput” ja aliurakoitsijoiden tietojen puuttuminen. Selvästi suurimmaksi ongelmaksi nähtiin suunnitelmien puutteellisuus. Muita mainittuja ongelmia olivat suunnitelmien toteutettavuus, suunnitelmien muuttuminen ja suunnitelmien ristiriitaisuudet.

Odottaminen

Odottaminen oli mainittu yhteensä 28 kertaa vastauksissa. 15 vastauksessa mainittiin vielä erikseen suunnitelmien odottaminen. Muita syitä, joita odottamiselle mainittiin, olivat: suunnitelmien epäselvyyksien selvittäminen, digitaalisen perehdytyksen hitaus, tarkentavien tietojen odottaminen suunnittelijalta tai tilaajalta, päätöksien odottaminen yleisesti, toteutustavan odottaminen, laskutusmateriaalin ja -viitetietojen odottaminen järjes-

telmästä ja aliurakoitsijoiden tietojen odottaminen. Lisäksi tavaroiden siirtelystä työmaalla sanottiin aiheutuvan odottamista. Odottamisen sanottiin myös aiheuttavan muita hukkia, kuten making-do:ta, tarpeettomia varastoja sekä ylikuormitusta. Suunnitelmien odottamisen sanottiin olevan syynä monille ongelmille. Materiaali- ja työtilauksia ei voida tehdä ilman suunnitelmia. Lisäksi aliurakoitsijoiden työt joutuvat myös odottamaan tarvittavia suunnitelmia.

Tarpeeton liikkuminen

Tarpeeton liikkuminen mainittiin 21 kertaa. Suurimmaksi ongelmaksi koettiin tietojen, dokumenttien, sähköpostien ja hankintaportaalin nimikkeiden etsiminen. Mainittuja syitä olivat huonot kansiorakenteet ja dokumenttien nimeäminen sekä dokumentoinnin käytöjen erot työmaan sisällä ja eri työmaiden välillä. Eräässä vastauksessa mainittiin fyysinen turha liikkuminen, vaikka asiat voisi hoitaa esimerkiksi puhelimen välityksellä. Töiden ”pomputtaminen” työkohteiden yli mainittiin ongelmaksi, suunnitelmapuutteen, hankintapuutteen tai ratkaisupäätöksen puutteen takia. Tämän sanottiin hankaloittavan töiden virtauttamista.

Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi

Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi mainittiin vastauksissa 19 kertaa. Vastauksista nousi esiin esimerkiksi liiallinen dokumentointi, johon ei riitä aika. Kuitenkaan dokumentoinnin tarpeellisuutta ei kritisoitu kyseisessä vastauksessa. Muita ongelmia olivat huonot kansiorakenteet, dokumenttien virheellinen nimeäminen, dokumenttien tallentaminen väärään paikkaan, sisällöltään päällekkäisten dokumenttien laatiminen toimintajärjestelmän vaatimuksien täyttämiseksi. Hankintanimikeluettelon ja hankintaportaalin puutteellisuus ja epäkäytännöllisyys mainittiin kahdessa eri vastauksessa. Osan hankintajärjestelmistä sanottiin olevan tarpeettoman raskaita joillekin hankinnoille. Laskuntarkastusprosessin sanottiin olevan epäkäytöllinen ja digitaalisen perehdytyksen olevan hidas. Eräs vastaajista sanoi uusien tietokoneohjelmien olevan suurimmaksi osin kömpelöitä. Yhdessä vastauksessa mainittiin toimintaprosessien puute ja niiden epärelevanttius.

Kiire ja aikataulun kireys

Kiire ja aikataulun kireys mainittiin vastauksissa 14 kertaa. Sekään ei ole varsinaisesti hukkatyyppi, vaan syy hukalle tai seurausta hukasta. Kiireen sanottiin aiheuttavan making-do:ta ja ylikuormitusta. Eräässä vastauksessa sanottiin: ”Aikataulu säädetään itse niin tiukalle (parempien bonusten ja katteen vuoksi), että suunnittelu ei kerkeä mukaan.” Tarpeettomien varastojen sanottiin aiheuttavan kiirettä. Yhdessä vastauksessa sanottiin, että pahimmassa tapauksessa ei kerkeä tekemään mitään suunniteltuja tehtäviä työpäi-

vän aikana, kun puhelin soi koko ajan ja saa olla ”sammuttamassa tulipaloja” tai puuttumassa asioihin, jotka ovat menneet pieleen. Kiireen sanottiin myös aiheuttavan virheitä tuotantovaiheessa, kun suunnitelmat pitää tarkistaa kiireellisesti.

Tarpeettomat varastot

Tarpeettomat varastot mainittiin 12 kertaa. Asioita, joita sanottiin kertyvän varastoon, olivat työtehtävät, sähköpostit sekä varmuuden vuoksi liian paljon tilatut materiaalit. Lisäksi pienillä työmailla useiden eri varastojen pitäminen vajaakäytöllä koettiin ongelmaksi vuokratulujen takia. Erityisesti vastauksista erottui sähköpostien suuri määrä. Se mainittiin viidessä eri vastauksessa.

Ylikuormitus

Ylikuormitus mainittiin yhdeksässä vastauksessa. Ylikuormitusta sanottiin aiheuttavan liian moni yhtäaikainen työtehtävä, monen asian prosessointi ja miettiminen. Yhdessä vastauksessa sanottiin, että töitä tulee lisää nopeammin kuin niitä kerkeää tekemään. Virheellisesti ja kysymättä suoritettavat aliorakoitsijoiden työt aiheuttavat myös ylikuormittumista. Lisäksi tuotannon tai suunnittelun virheestä aiheutuneen viiveen sanottiin aiheuttavan ylikuormitusta. Kiire mainittiin myös yhdeksi syyksi ylikuormitukseen. Esimerkiksi eräässä vastauksessa sanottiin, että rakennuskohteen kustannuslaskenta tulee tehdä erittäin tiukalla aikataululla, jopa 3–4 päivässä.

Ylituotanto

Ylituotanto mainittiin vastauksissa myös yhdeksän kertaa. Ylituotettuja asioita olivat samansisältöiset dokumentit, toimintajärjestelmän vaatimuksien täyttämiseksi. Myös urakoitsijoiden jatkuva muistuttaminen laskutusohjeista, laskujen hyväksymissäännöistä sekä töiden suorittamistavasta koettiin ongelmaksi. Yhdessä vastauksessa mainittiin dokumenttien tekemiseen, joita kukaan ei lue, käytetty aika. Lisäksi tilaajan vaatimuksesta sanottiin joutuvan keskittymään lopputuloksen kannalta epäoleellisiin asioihin, joihin kuuluu ”turhaa” rahaa.

Virheet

Virheet mainittiin kahdeksan kertaa. Urakoitsijan tai NCC:n laadunvalvonnan pettämisen sanottiin aiheuttavan töiden uudelleen tekemistä. Tehtävien kasaantumisen mainittiin myös heikentävän työn laatua. Lisäksi hankintojen tekeminen puutteellisilla lähtötiedoilla kerrottiin johtavan ajoittain asioiden uudelleen käsittelyyn. Eräässä vastauksessa sanot-

tiin rakennukseen jääneiden virheiden jälkitöiden prosessin olevan epäselvä. Vastauksessa sanottiin olevan epäselvää, kuka on vastuuhenkilö hoitamaan virheen ja korjaustyön sekä kenellä on resursseja ja päätäntävaltaa hoitaa asia.

Making-do

Making-do esiintyi vastauksissa seitsemän kertaa. Sitä sanottiin ilmenevän, kun suunnitelmat ovat puutteelliset ja aikataulu on kireä. Vastauksista käy ilmi, että työt käynnistetään, koska aikataulu on kireä ja työt pitää saada etenemään. Eräässä vastauksessa sanotaan, että hankinnassa joudutaan joskus tekemään vajavaisilla tiedoilla tarjouspyyntöjä tai jopa hankintoja. Odottamisesta sanottiin myös aiheutuvan making-do:ta.

Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset

Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset mainittiin neljä kertaa. Esimerkkilanteita olivat tietojen kysyminen suunnittelijalta, tietojen välittäminen muille työstettäväksi, logistiset ongelmat ja tavaroiden siirtely työmaalla paikasta toiseen useamman kerran saman päivän aikana.

Yliprosessointi

Yliprosessointi mainittiin vastauksissa myöskin neljä kertaa. Yliprosessointi sanottiin syntyvän muun muassa asioiden liiallisesta miettimisestä, koska valmiit prosessit puuttuvat tai ne eivät tue tekemistä. Yliprosessoinnin kerrottiin myös johtavan tarpeettomiin varastoihin, työtehtävien kasaantuessa. Liian tarkka aikataulusuunnittelu koettiin myös ongelmaksi, jos urakoitsijat ja suunnittelijat eivät sitoudu aikatauluun. Lisäksi kiireen mainittiin aiheuttavan asioiden yliprosessointia. Eräässä vastauksessa kerrottiin käytettävän liian paljon aikaa arvoa tuottamattomien asioiden parissa työskentelyyn.

Muuta

Kyselyn avoimessa palauteosiossa annettu kommentti tuo esille monia käytännön ongelmia, jotka aiheuttavat hukkaa: ”Esim. Schedule Planner on useille työmaainsinööreille ylivoimaisen vaikea ohjelma. Työkalujen pitää yksinkertaisia ja tehokkaita. Usein aika menee käyttökelvottomien sovellusten ihmettelemisessä sen sijaan, kun aika pitäisi käyttää sisällön tuottamiseen. Toimintajärjestelmä on järkäle, jolla vain mitataan mitä on jätetty tekemättä se ei mitenkään mittaa tuotetun sisällön laatua vain sitä onko jokin dokumentti tehty. Pro3 on sisään ja uloskuittauksineen ja hitautensa puolesta aikasyöppö (yksi syy miksi vieläkin käytetään N-asemaa)” Lisäksi eräässä toisessa kommentissa kerrottiin, että: ”Meidän järjestelmät ja prosessit ovat ylituotettuja, varsinkin rakentaminen jää liian vähälle huomiolle”.

Ongelmia työmaalla lean-ajattelun näkökulmasta kuvaa hyvin eräs vastaus, jossa sanottiin hukan ja odottamisen tunnistamisen olevan suurin ongelma leanin toteuttamisessa rakennustyömaalla. Lisäksi ongelmaksi nähtiin töiden johtaminen urakkasopimuksilla

eikä ryhmiä johtamalla. Esimerkkinä mainitaan tilanne, jossa urakoitsija on myöhästynyt aikataulusta, niin ensin lähetetään reklamaatio ja pyydetään asianomaista korjaamaan aikataulu, vaikka aikatauluviive tulisi korjata välittömästi työnjohdon puolesta, jotta se saadaan korjattua mahdollisimman nopeasti. Yhdessä vastauksessa sanottiin, että jokin tarkennus suunnitelmiin, joka veisi suunnittelijalta 15 minuuttia vie työmaalla toimihenkilöiden työajasta helposti 15–20 tuntia. Eräs vastaajista toivoi, että lean-ajattelu saataisiin vietyä tuotantoon niin tiukasti, että todellinen muutos saataisiin aikaan. Hänen mukaan on nähtävissä, että liian suuren työtaakan takia hukkaa aiheutetaan välinpitämättömyyden vuoksi työmaalla.

4.2.1 Hukkien vika- ja vaikutusanalyysi

Kyselytutkimuksen tuloksia analysoidaan vielä sovelletusti vika- ja vaikutusanalyysin (engl. Failure mode and effects analysis, FMEA) avulla. Sen avulla tarkastellaan lineaarisen vastausasteikon kysymyksiä hukista. Sovelletulla käytöllä tarkoitetaan sitä, että standardin mukaisesti kysymysten asteikkojen tulisi olla 1–10. Tässä tutkimuksessa asteikko on kuitenkin tiivistetty 1–5 vastaamisen helpottamiseksi ja yksinkertaistamiseksi. Jatkossa puhuttaessa vika- ja vaikutusanalyysistä käytetään lyhennettä FMEA. Sen avulla lasketaan hukille riskitulo (engl. Risk Priority Number, RPN). Riskitulo lasketaan kertomalla hukkien havaittavuuden, esiintyvyyden ja merkittävyyden keskiarvot keskenään. Virheet luokitellaan niiden seurausten ja vakavuuden mukaan. Suuri riskitulo on siis huono ja pienin riskitulo hyvä. (SFS-EN 16602-30-02)

FMEA:n tarkoitus on systemaattisesti tunnistaa potentiaalisia häiriöitä ja vikoja, tuotteissa ja prosesseissa. Lisäksi sen avulla pyritään selvittämään vikojen ja häiriöiden vaikutuksia, vastatoimenpiteiden määrittelemiseksi, alkaen korkeimman prioriteetin vioista, joihin liittyy kriittisimmät seuraukset. (SFS-EN 16602-30-02)

Riskitulo kuvaa häiriön vakavuutta. On kuitenkin syytä muistaa, että riskituloja ei voi vertailla keskenään varauksetta, koska saman riskitulon häiriöillä voi olla suuriakin eroja tekijöissään. Suurin painoarvo häiriöitä vertaillessa tulee antaa osatekijöistä merkittävyydelle ja tämän jälkeen merkittävyyden ja esiintyvyyden tulolle, jota kutsutaan kriittisyydeksi.

Seuraavaksi esitetään vielä periaate, jolla kriittisyys ja riskitulo lasketaan.

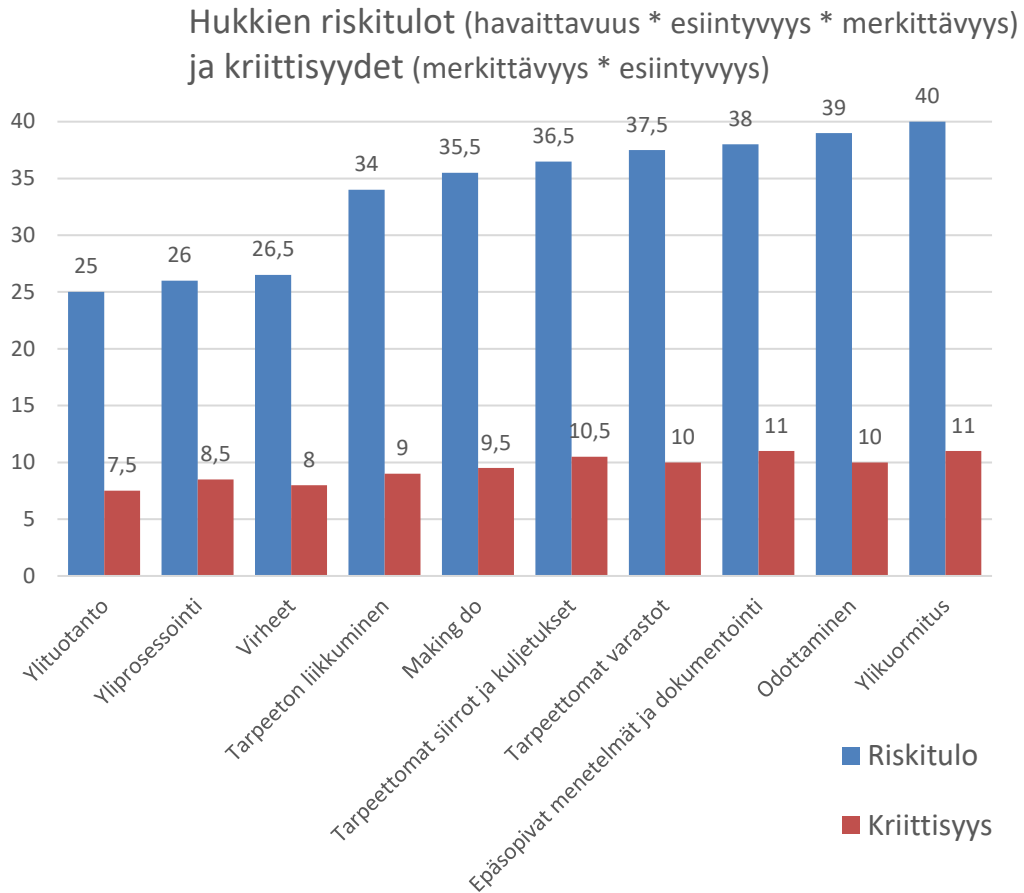
- Merkittävyys * Esiintyvyys
 - => Kriittisyys
- Merkittävyys * Esiintyvyys * Havaittavuus = **Riskitulo** (FMEA RPN 2006)

Taulukossa 7 esitetään hukkien esiintyvyyden, merkittävyyden ja tunnistettavuuden keskiarvot sekä niistä lasketut riskitulot ja kriittisyydet. Riskitulot on esitetty 0,5 desimaalin tarkkuudella. Tärkeimmät eli vakavimmat hukat riskitulon perusteella ovat *ylikuormitus*, *odottaminen* sekä *epäsopivat menetelmät ja dokumentointi*. Kriittisimmät hukat ovat *ylikuormitus*, *epäsopivat menetelmät ja dokumentointi* sekä *tarpeettomat siirrot ja kuljetukset*.

Taulukko 7. *Hukkien esiintyvyyden, merkittävyyden ja tunnistettavuuden keskiarvot sekä riskitulot ja kriittisyydet*

Hukka	Esiintyvyys, keskiarvo	Merkittävyys, keskiarvo	Tunnistettavuus, keskiarvo	Kriittisyys	Riskitulo
Virheet	2,82	2,74	3,43	8,0	26,5
Odottaminen	3,25	3,13	3,84	10,0	39,0
Ylikuormitus	3,33	3,31	3,64	11,0	40,0
Ylituotanto	2,87	2,60	3,35	7,5	25,0
Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset	3,28	3,17	3,51	10,5	36,5
Tarpeeton liikkuminen	3,19	2,89	3,68	9,0	34,0
Tarpeettomat varastot	3,44	2,92	3,73	10,0	37,5
Making-do	3,16	3,00	3,73	9,5	35,5
Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi	3,37	3,21	3,51	11	38,0
Yliprosessointi	2,84	2,92	3,15	8,5	26,0

Kuvassa 20 esitetään hukkien riskitulot ja kriittisyydet vertailun kannalta havainnollisemmassa pylväskaavion muodossa. Hukat on järjestetty riskitulon arvon perusteella pienimmästä suurimpaan.



Kuva 20. Hukkien riskitulot ja kriittisyydet

Taulukon 7 ja kuvan 20 perusteella huomataan, että riskitulojen suuruusjärjestys vastaa melko hyvin kriittisyyksien suuruusjärjestystä. Syytä on kuitenkin huomata, että *odottaminen* on riskitulon perusteella merkittävämpi hukka, kuin *epäsopivat menetelmät ja dokumentointi*, mutta kriittisyyden perusteella odottaminen ei olekaan enää yhtä merkittävä, kuin *epäsopivat menetelmät ja dokumentointi*. Sekä riskitulon että kriittisyyden perusteella ylituotanto on niin sanotusti merkityksettömin hukka.

5. TAPAUSTUTKIMUS

5.1 Tapaustutkimuksen toteutus

Tutkimuksen toinen empiirinen osio on tapaustutkimus eli case-tutkimus, joka suoritetaan ajankäyttötutkimuksena, seurantalomakkeen avulla. Tapaustutkimus valittiin osaksi tutkimusta, koska sen avulla tavoitellaan hukan määrän ja syiden tarkempaa selvittämistä, kuin mitä pelkällä kyselytutkimuksella voidaan saavuttaa.

Tapaustutkimus on tutkimusstrategia, jossa tutkitaan syvällisesti vain muutamaa kohdetta tai ilmiötä. Tavoitteena tapaustutkimuksessa on tuottaa valitusta tapauksesta yksityiskohtaista tietoa. Tapaustutkimuksen analyysissä ei tavoitella yleistettävyyttä samalla tavalla, kuin esimerkiksi kyselytutkimuksella. Siinä pyritään kuitenkin tulkitsemaan ja hahmottamaan syvällisesti yksittäisiä tapauksia niiden kontekstissaan. Tapaustutkimuksessa pyritään löytämään toiminnan mekanismeista ja prosesseista lainalaisuuksia siten, että tutkimuksen tuloksilla voidaan osoittaa olevan merkittävyyttä ja jonkinasteista yleistettävyyttä. Tutkimusstrategiana tapaustutkimus on melko väljästi määritelty, ja sitä voidaan toteuttaa monella eri analyysimenetelmällä. Tapaustutkimuksessa puhutaan tapauksista (case), joilla viitataan yksittäisiin tutkimuskohteisiin, jotka muodostavat tutkimuksen suppean joukon. (Jyväskylän yliopisto 2015)

Ajankäyttötutkimuksessa toimihenkilöt täyttävät seurantalomaketta viikon eli viiden työpäivän ajan. Seuranta-aika on rajattu normaalille työmaan työajalle kello 7–16 välille, maanantaista perjantaihin. Lomaketta on mahdollista täyttää tietokoneella Excel-tiedostoon tai vaihtoehtoisesti käsin paperiselle lomakkeelle. Tutkimukseen osallistuvat toimihenkilöt valitaan halukkuuden ja vapaaehtoisuuden perusteella kahdelta kohdeyrityksen työmaalta. Lisäksi kolmannelta työmaalta osallistuu vielä yksi toimihenkilö. Seurantalomakkeessa esitetään selkeät esimerkit sen täyttämistä. Tutkimuksen kestoksi valitaan ainoastaan yksi työviikko, koska tällöin tutkimukseen osallistuvilla säilyy todennäköisesti motivaatio täyttää seurantalomaketta. Pidemmällä seuranta-ajanjaksolla vaarana voi olla motivaation laskeminen ja tulosten tarkkuuden heikentyminen.

Lomakkeessa pyydetään tutkittavaa henkilö kirjaamaan työpäivän aikana ilmenneet hukat ja niiden kesto 15 minuutin tarkkuudella. Hukat valitaan hukkaluettelosta, jossa ne ovat numeroitu 1–10 sekä niistä on annettu käytännön esimerkki. Hukkaluettelo on sama, kuin kyselytutkimuksessa käytetty (taulukko 5). Lisäksi numerolla 11 on mahdollisuus merkitä ”muu hukka”. Tämä poistaa ongelman, että jos tutkittava ei osaa kohdistaa jotakin hukkaa mihinkään listan vaihtoehtoista, se ei jää sen takia kirjaamatta. Lisäksi

erilliseen avoimeen osioon pyydetään tutkittavia kertomaan, missä tilanteissa hukkaa ilmeni ja antamaan muita mahdollisia tarkennuksia. Avoimessa osiossa tutkittavat saavat siis kuvailla vapaasti omin sanoin ilmennyttä hukkaa ja tilannetta, jossa se ilmeni.

Tutkija kävi ensimmäisellä työmaalla 11.6.2019 ja toisella työmaalla 12.6.2019. Tutkija ohjeisti tapaustutkimukseen osallistujia seurantalomakkeen täyttämistä, jonka jälkeen he saivat aloittaa lomakkeen täyttämisen oman aikataulunsa mukaan. Tutkimukseen osallistujille annettiin aikaa lomakkeen täyttämiseen kuusi (6) täyttä työviikkoa, koska tutkimus suoritettiin kesälomakauden aikana ja osalla osallistujista kesäloma hankaloitti tutkimuslomakkeeseen vastaamista. Viimeinen palautuspäivä lomakkeelle oli 31.7.2019. Tutkimukseen osallistui alustavasti ensimmäiseltä työmaalta kahdeksan (8) toimihenkilöä ja toiselta työmaalta kolme (3) toimihenkilöä. Lisäksi kolmannelta työmaalta tutkimukseen osallistui vielä yksi henkilö. Yhteensä tutkittavia henkilöitä oli siis 12. Osallistujille, jotka eivät vielä olleet palauttaneet seurantalomaketta 15.7.2019 mennessä, lähetettiin muistutusviesti tutkimuksesta sähköpostilla.

Liitteessä B esitetään tapaustutkimuksessa käytetty seurantalomake sekä sen mukana annettu hukkaluettelo. Seurantalomake on tutkijan laatima.

5.2 Tapaustutkimuksen tulokset

Tapaustutkimukseen osallistui lopulta seitsemän henkilöä, kolmelta eri työmaalta. Osallistujien työtehtävät jakaantuivat useampaan eri työtehtävään. Tutkimukseen osallistui hankintainsinööri, kaksi projektiassistenttia, työnjohtaja ja kolme työmaainsinööriä. Osallistumisprosentti oli noin 58 %.

Raportoitu hukan kokonaismäärä viikon aikana vaihteli 45 minuutista 6 tuntiin ja 15 minuuttiin. Eräällä vastaajista hukka-ajan määrä oli yhteensä 19 tuntia, mutta niistä 16 tuntia oli ylityöajalla, joten niitä ei oteta tässä tarkastelussa huomioon (seuranta-aika oli rajattu normaalille työajalle, klo 7–16 välille). Keskimääräinen hukka-ajan määrä seuranta- viikolla oli noin 3 tuntia ja sen keskimääräinen prosentuaalinen osuus 40 tunnin työviikosta on 7,5 %. Hukka-ajan mediaani oli vastaavasti 3 tuntia ja sen osuus työviikosta on 7,5 %. Niin sanottuja hukattomia päiviä, jolloin ei oltu kirjattu työpäivälle mitään hukkaa, oli kaikkien vastaajien kesken yhteensä kahdeksan. Vastauksissa mainittiin yhteensä yhdeksän eri hukkaa. Ainoat hukat, joita ei mainittu olivat ylituotanto ja yliprosessointi. Osassa seurantalomakkeen kirjauksissa oli merkitty samaan tilanteeseen useampi kuin yksi hukkatyyppi. Tällöin yksittäisen hukan kesto laskettiin jakamalla kokonaiskesto hukkien määrällä. Seuraavana listataan vielä osallistujien työnimikkeet ja heidän yhteenlasketut hukka-ajat seurantaviikolta sekä heidän hukka-aikojen keskiarvo.

- Hankintainsinööri: **45 min**
- Työmaainsinööri 1: **1 h 30 min**
- Projektiassistentti 1: **1 h 45 min**
- Työmaainsinööri 2: **3 h** (ylityöt 16 h)
- Työnjohtaja: **3 h 30 min**
- Työmaainsinööri 3: **3 h 45 min**
- Projektiassistentti 2: **6 h 15 min**
- Keskiarvo: 2 h 56 min

Seuraavassa taulukossa 8 esitetään tapaustutkimuksen vastauksissa mainitut hukat, niiden ilmenemismäärät eli kuinka monta kertaa ne olivat kirjattu seurantalomakkeisiin ja kokonaiskestot tunneissa. Taulukkoon on siis koottu kaikkien seitsemän vastaajan tulokset yhteenlaskettuna.

Taulukko 8. *Hukkien määrät ja kestot tapaustutkimuksessa*

Hukka	Määrä (kpl)	Kokonaiskesto (h)
yhteensä	18	4,3
Virheet	17	5,1
Tarpeeton liikkuminen	12	5,9
Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi	7	3,8
Making-do	7	0,2*
Ylikuormitus	6	0,2**
Tarpeettomat varastot	2	1
Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset	1	0,3

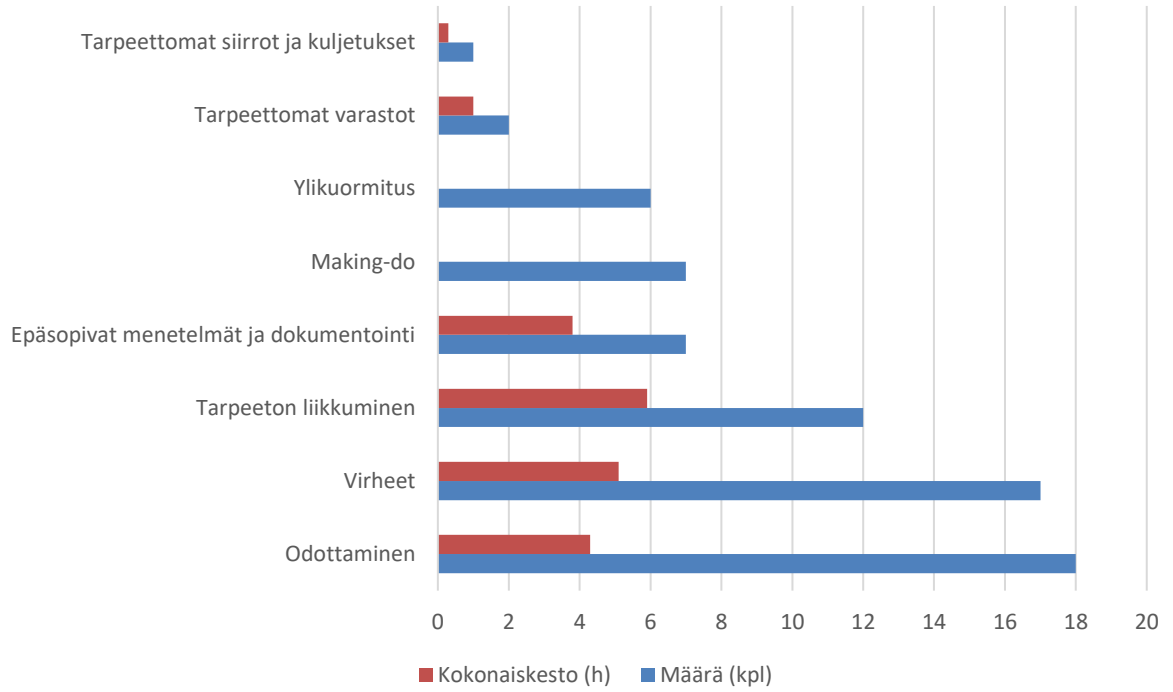
*Eräs vastaajista ei osannut määritellä kauanko hukkaan meni aikaa, viiden päivän osalta

**Kokonaiskestosta puuttuu ylityöt (16 tuntia)

Yleisin hukka oli *odottaminen*, joka mainittiin yhteensä 18 kertaa. Seuraavaksi yleisin hukka oli *virheet*, joka mainittiin 17 kertaa. Kolmanneksi yleisin hukka oli *tarpeeton liikkuminen* 12 maininnalla. Kestoltaan pisin hukka oli *tarpeeton liikkuminen* (5,9 h). Toiseksi pisin oli *virheet* (5,1 h) ja kolmanneksi pisin *odottaminen* (4,3 h).

Kuvassa 21 esitetään vielä samat tulokset, kuin taulukossa 8, mutta helpommin vertailtavassa palkkikaavion muodossa. Kaaviosta havaitaan, että hukkien ilmenemismäärissä

on suuria eroja, samoin kuin niiden kokonaiskestoissakin. Huomioitavaa on, että making-do:n ja ylikuormituksen kokonaiskestot ovat lähes nolla, koska eräs vastaaja ei osannut arvioida makind-do:hon kulunutta aikaa ja koska ylikuormitus sijoittui seuranta-ajan ulkopuoliselle ajalle, joten sen kestoja ei ole huomioitu tuloksissa.



Kuva 21. Hukkien kokonaiskesto ja määrät tapaustutkimuksessa

Seuraavaksi käydään läpi vastauksien avoimia osioita hukkatyypeittäin. Lisäksi poimitaan eri tilanteita, joissa hukkaa ilmeni sekä syitä, miksi ne ilmenivät.

Odottaminen

Odottaminen oli erittäin yleinen hukka, joka mainittiin lähes kaikissa vastauksissa. Odottamista aiheuttivat jumittava tietokone, laskujen palauttaminen NBS:ään (NCC Business Services), virheelliset tilaus- ja työnumerot sekä puutteelliset tilaukset. Eräs työmaa-assistentti kertoi, että joutui odottamaan tietoja työnjohtajalta laskuihin liittyen. Yksi vastaajista sanoi, että joutui odottamaan urakoitsijaa, joka tuli reilusti myöhässä urakoitsijakokoukseen. Eräs odottamisen syy oli tietokoneelta puuttuva ohjelmisto, jonka asennusta jouduttiin odottamaan.

Virheet

Virheiksi mainittiin muun muassa laskujen väärät tilaus- ja työnumerot. Yhdeltä tilaukselta puuttui hankintaportalissa urakkaan liittyvät maksuerät, jotka piti etsiä ja lisätä hankintaportaaliiin. Yhdessä vastauksessa kerrottiin projektien työnumeroiden menneen

sekaisin. Tämä aiheutti ristiin laskuttamista ja muita ongelmia, kuten laskujen läpikäymistä ja reklamaatioiden lähettämistä. Eräs vastaajista kertoi tehneensä kululaskua, mutta tämä ei onnistunut, koska NCC:n järjestelmä ei ollut ajan tasalla. Sama järjestelmän ongelma aiheutti samalle henkilölle ongelmia myös myöhemmin samalla viikolla. Yhdessä vastauksessa sanottiin epäselvän toimeksiannon aiheuttaneen virheellisen työsuorituksen. Eräessä vastauksessa kerrottiin perehtydysvaatimusten selvittelyn olleen ongelma, koska perehdytykseen oli tuotu henkilöitä, joilla ei ollut valttikorttia, vaikka se sopimuksissa vaaditaankin. Yhdessä vastauksessa mainittiin teknisten kiinnitysratkaisujen selvittely suunnitelmapuutteiden takia. Sama henkilö mainitsi myös asennusvirheestä aiheuttaneen ongelmia seuraavassa työvaiheessa. Yhdessä vastauksessa kerrottiin, että oltiin havaittu työmaalla suunnitelmien vastainen toteutustapa. Tästä aiheutui ylimääräistä selvittelyä työnjohdon kanssa sekä asiasta eteenpäin raportoimista.

Tarpeeton liikkuminen

Tarpeetonta liikkumista aiheutti niin ikään moni eri syy. Eräs näistä oli urakan maksuerien sekä yksikköhintojen puuttuminen hankintaportaalista. Tämän takia kyseiset tiedot piti etsiä toisaalta. Laskujen kuittauksien puutteet aiheuttivat myös tietojen etsimistä työnjohdolta, työmaainsinööreiltä, kuormakirjoista ja tuntilapuista. Kahdessa vastauksessa mainittiin työmaan viikkopalaveri niin sanotusti turhaksi, koska henkilöiden työtä koskevia asioita tai uutta tietoa ei käsitelty palavereissa. Yhdessä vastauksessa mainittiin myös ”turha” urakoitsijakokous. Eräs vastaajista joutui selvittämään kauttalaskutuksen käytännön materiaalitilausta varten. Tiedon etsiminen järjestelmistä koettiin myös ongelmaksi.

Myös fyysistä tarpeetonta liikkumista kerrottiin olevan. Näistä esimerkkejä ovat muun muassa kadonneiden naulojen etsiminen, puuttuvien ruuvien hakeminen rautakaupasta ja ikkunalasien etsimistä.

Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi

Epäsovissa menetelmissä ja dokumentoinnissa mainittiin esimerkiksi ”Congridin kanssa tappelu”. Congrid on ohjelmisto, jota käytetään muun muassa laadunhallintaan ja dokumentointiin. Tietoja oli myös dokumentoitu puutteellisesti ja väärään paikkaan.

Eräessä vastauksessa kerrottiin urakan toimintatapojen jääneen epäselvästi kirjatuiksi urakkaneuvottelupöytäkirjaan, jonka takia urakoitsija oli laskuttanut urakasta virheellisesti. Asiaa jouduttiin selvittämään hankkijan, vastaavan työnjohtajan ja työnjohtajan kanssa. Sama henkilö kertoi joutuneensa kehittämään asiakkaan kustannusraporttia siten, että se vastaisi paremmin tarvetta. Henkilö mainitsee ongelmaksi sen, että valmiita malleja tähän ei ole käytössä, vaan kaikki pitää tehdä alusta alkaen itse.

Valmiiden ohjeiden puute laskuntarkastukseen ja koontilaskujen tekemiseen mainittiin ongelmaksiksi. Tästä aiheutui ”turhaa” opastusta.

Making-do

Making-do nousi esille erityisesti työnjohtajan vastauksessa. Hän kertoi makin-do:ta olleen jokaisena päivänä seurantaviikon aikana. Syy making-do:lle oli puutteelliset suunnitelmat. Tästä huolimatta töitä piti saada edistettyä, joten töitä jouduttiin jatkamaan, vaikka suunnitelmia puuttui tai ne olivat puutteelliset. Eräässä vastauksessa puutteellisten lähtötietojen sanottiin myös aiheuttavan tehtävästä toiseen ”hyppimistä”, koska aloitettua tehtävää ei saatu tehtyä loppuun.

Ylikuormitus

Tehtävästä toiseen ”hyppimisen” kerrottiin johtavan ylikuormituksen tunteeseen. Eräs vastaajista kertoi olleensa neljänä päivänä viikon aikana ylitöissä tekemässä laskujen tarkastusta, koska laskut olivat patoutuneet, järjestelmän toimimattomuuden ja laskujen hyväksyjän loman takia. Henkilö oli ylitöissä yhteensä 16 tuntia viikon aikana ja tämä aiheutti hänelle ylikuormitusta.

Tarpeettomat varastot

Tarpeettomia varastoja kerrottiin syntyvän koontilaskuja laadittaessa kahdelle eri työnumerolle. Muissa kirjauksissa ei ollut mainittu *tarpeettomia varastoja*.

Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset

Tarpeettomista siirroista ja kuljetuksista tuli ainoastaan yksi maininta vastauksissa. Siinä kerrottiin, että urakoitsijalle jouduttiin lähettämään ohjeet turvaselvityksen tekemisestä uudelleen. Viestiä täytyi muokata ja samalla opastaa urakoitsijaa, miten hän saa salasanan vaihdettua.

Muuta

Osassa vastauksia tapaustutkimukseen osallistuneet olivat antaneet myös lisäkommentteja seurantalomakkeen ulkopuolella. Seuraavaksi näistä tutkijan mielestä oleellimmat kommentit esitetään.

Eräältä työmaainsinööriltä tuli useampi kommentti, koskien ongelmia, jotka aiheuttavat hukkaa:

- ”Vain yhden laskun näkyminen per tilausnumero patouttaa laskuja eikä niitä voi niin vapaasti katsoa silloin kun olisi aikaa.”
- ”Laadunvalvonnassa paljon parannettavaa ja aliurakosijoiden käyttö tuo ongelmia, koska hyvät käytännöt eivät siirry seuraavalle työmaalle vaan asioita pitää käydä moneen kertaan läpi ja silti virheitä tapahtuu aika paljon.”

- ”Yleisesti hyviä käytäntöjä ei ole koottu minnekään yritystasolla vaan ne on itse luotava alusta itse.”
- ”Koska ei valmiita ratkaisuja, jokaisella työnohtajalla omat tapansa seurata aikataulua -> sekamelska.”
- ”Aikatauluviiveet yms. tulisi dokumentoitua meidän tavalla -> aikaa reagointiin tai mahdollisuus sakottaa, jos ei pysytä aikataulussa.”

Eräs toinen työmaainsinööri kommentoi, että kyseessä oli hieman huonosti edustava viikko, koska lähes kaikki olivat lomilla ja sai keskittyä rauhassa omiin tehtäviin. Tämä näkyi siinä, että erilaisia pyyntöjä ja työtehtäviä oli selvästi vähemmän kuin tavallisesti. Hän kertoi myös, että hukkatyypeistä *ylikuormitus* ja *tarpeettomat varastot* jäivät kokonaan pois, vaikka niitä tavallisesti esiintyykin. Lisäksi hän kommentoi, että palaverit ovat enemmän hukkaa loma-aikana.

6. TUTKIMUSTULOSTEN POHDINTA

6.1 Keskeiset tulokset ja niiden vertailu aiempiin tutkimuksiin

Tutkimuksessa kartoitettiin kohdeyrityksen korjausrakentamisen toimialan toimihenkilöiden työssä esiintyvää hukkaa ja pyrittiin selvittämään syitä niiden taustalla, mikä oli myös tutkimuksen päätavoite. Tutkimuksen empiiriset tulokset koostuvat kyselytutkimuksen ja tapaustutkimuksen vastauksista. Tuloksina saatiin sekä kvantitatiivisia että kvalitatiivisia tuloksia. Kvantitatiivisia tuloksia ovat kyselytutkimuksen vastaukset pois lukien avoin kysymys sekä tapaustutkimuksen hukka-ajan kirjaukset. Kvantitatiivisia tuloksia ovat sen sijaan kyselyn avoimen kysymyksen vastaukset ja tapaustutkimuksen avoimen osion kirjaukset, joissa avattiin ilmenneen hukan syitä. Tutkimuksen tulokset on esitetty yksityiskohtaisesti luvuissa 4.2 ja 5.2. Tässä luvussa käydään läpi tutkimuksen keskeisimpiä tuloksia ja tehdään päätelmiä niiden pohjalta. Tämän lisäksi vastataan tutkimuskysymyksiin ja vertaillaan tuloksia aiempiin tutkimuksiin.

Kirjallisuuskatsauksen keskeisenä tuotoksena voidaan pitää tiivistä kuvausta leanista, lean rakentamisesta ja hukasta. Sen avulla tutkimuksen aiheen taustat selkeytyvät ja lukija saa riittävän kokonaiskuvan aihepiiristä. Lisäksi kirjallisuuskatsauksen avulla muodostettiin hukkaluettelo, jossa luetellaan rakennusalan toimihenkilöiden työhön sopivat hukkatyypit selityksineen ja käytännön esimerkkeineen. Toivottavaa olisi myös, että osa lukijoista innostuisi leanista vielä enemmän ja jatkaisi aiheeseen tarkemmin perehtymistä. Lähdemateriaalia aiheesta oli erittäin paljon, joten haasteeksi osoittautui sopivimpien lähteiden löytäminen. Lisäksi haasteena oli tarpeeksi tiiviin, mutta kuitenkin asiapiitoisen ja kattavan teoriaosuuden kirjoittaminen.

Kyselytutkimuksen keskeisimpänä saavutuksena voidaan pitää suhteellisen laajaa kartoitusta kohdeyrityksen toimihenkilöiden työssä esiintyvistä hukasta. Vastaavaa kartoitusta toimihenkilöiden työssä esiintyvistä hukasta ei ole tietävästi vielä aikaisemmin tehty. Aikaisemmissa tutkimuksissa ollaan keskitytty pääsääntöisesti rakennusmiesten työssä esiintyvään hukkaan sekä hukkaan yleisellä tasolla rakentamisessa. Tuloksista ilmeni, että hukkaa esiintyy paljon. Hukkaa pidettiin vastaajien kesken yleisellä tasolla ongelmallisena. Tutkimuksen aihetta pidettiin tärkeänä ja muutama vastaajista toivoi, että tutkimuksen tuloksia saataisiin hyödynnettyä kohdeyrityksen toiminnan kehittämisessä.

Kyselytutkimuksen vastaajista suurin osa (73 %) oli kuullut leanista tai lean rakentamisesta aikaisemmin. Kuitenkaan lähes puolet vastaajista (45 %) ei tiennyt, mitä termi

hukka tarkoittaa lean-ajattelun asiayhteydessä. Tämä on mielenkiintoinen havainto, sillä tietoisuutta hukasta lisäämällä ja työntekijöitä kouluttamalla, hukan tunnistamista ja eliminointia voitaisiin parantaa huomattavasti. Nimittäin, jos työntekijöillä ei ole käsitystä siitä, mikä heidän työssään on hukkaa ja mikä arvoa tuottavaa toimintaa, on heidän vaikeaa edes pyrkiä vähentämään hukkaa työssään.

Tulosten perusteella on huolestuttavaa se, että ylikuormitusta pidettiin erittäin yleisenä ja merkittävänä hukkana. Nimittäin ylikuormitus aiheuttaa Pieńkowski (2014) mukaan muita hukkia, kuten tarpeettomia varastoja, tarpeettomia siirtoja ja kuljetuksia, yliprosessointia, virheitä ja odottamista. Tämän vuoksi on suositeltavaa, että erityisesti ylikuormituksen vähentämiseksi tehdään toimenpiteitä. Tällöin saadaan myös samalla vähennettyä muita hukkia.

Kyselytutkimuksen vastauksia vertailtiin myös eri työnimikkeiden kesken taulukossa kuusi. Nämä työnimikkeet olivat työnjohtajat (20 hlöä), harjoittelijat (20 hlöä), työmaainsinöörit (15 hlöä), vastaavat työnjohtajat (12 hlöä), työpäälliköt (7 hlöä) ja talotekniikka-asiantuntijat (7 hlöä). Tuloksista merkillepantavaa on se, että kaikkien muiden paitsi työpäälliköiden ja harjoittelijoiden mukaan *ylikuormitus* oli merkittävin hukka. Harjoittelijoiden mukaan merkittävin hukka oli *odottaminen* ja työpäälliköiden mukaan *epäsopivat menetelmät ja dokumentointi*. Lisäksi *ylikuormitus* oli esiintyvyydeltään keskiarvojen kolmen kärjessä kaikilla muilla, paitsi harjoittelijoilla ja työpäälliköillä. Työpäälliköiden mukaan *ylikuormitus* oli jopa vähiten esiintyvä hukka. Tämän perusteella voidaan päätellä, että kaikki muut kokevat ylikuormittumista työssään enemmän kuin harjoittelijat ja työpäälliköt.

Ylituotannon merkittävyyttä pidettiin pienimpänä kaikkien muiden paitsi työpäälliköiden ja harjoittelijoiden kesken. Vaikeinten havaittava hukka oli lähes kaikkien mukaan yliprosessointi. Eräs mielenkiintoinen havainto on myös se, että työmaainsinöörit ja harjoittelijat olivat arvioineet virheet vähiten merkittäväksi hukaksi. Kun taas työpäälliköiden ja talotekniikka-asiantuntijoiden mukaan ne olivat kolmen merkittävimmän hukan joukossa. Epäsopivia menetelmiä ja dokumentointia pidettiin yleisesti erittäin merkittävänä ja esiintyvyydeltään suuren hukkana.

Tapaustutkimuksen keskeisimpiä tuloksia ovat hukka-ajan kartoittaminen työviikosta sekä niiden tilainten selvittäminen, joissa hukkaa ilmeni. Tapaustutkimuksen perusteella saatiin jonkinasteinen käsitys hukka-ajan määrästä, joita ei kyselytutkimuksella selvitetty. Hukka-aikaa voi olla erittäin vaikea arvioida omasta työstään, koska aina ei voi olla varma onko juuri sillä hetkellä käynnissä oleva työtehtävä arvoa asiakkaalle tuottava vai ei. Lisäksi määrittely vaikeuttaa myös se, että hukan ja arvon lisäksi on vielä

olemassa nykYTEknologialla pakollisia, mutta arvoa tuottamattomia niin sanottuja tukitehtäviä. Näiden osuutta ei otettu tässä tutkimuksessa selkeyden ja yksinkertaistuksen takia lainkaan huomioon. Tapaustutkimuksen tuloksia hukka-ajasta voidaan pitää karkeasti suuntaa antavia, mutta niiden perusteella ei voida tehdä kovin tarkkoja päätelmiä suuntaan tai toiseen.

Ongelmia työmaalla lean-ajattelun näkökulmasta kuvaa hyvin eräs kyselyn vastaus, jossa kerrottiin hukan ja odottamisen tunnistamisen olevan suurin ongelma leanin toteuttamisessa rakennustyömaalla. Valmiiden käytäntöjen ja yhteisten toimintatapojen puutteen kerrottiin aiheuttavan hukkaa. Tämä on tärkeä huomio, koska jos kaikki toimihenkilöt toimivat samassa yrityksessä omien tapojensa mukaan, eikä yritystasolla ole laadittu selkeitä ja helposti saatavilla olevia toimintatapoja, saattaa toiminta olla lievästi kaootista. Yhdessä kyselyn vastauksessa on mainittu osuvasti, että jokin tarkennus suunnitelmiin, joka veisi suunnittelijalta 15 minuuttia vie työmaalla toimihenkilöiden työajasta helposti 15–20 tuntia. Tämä esimerkki kuvaa hyvin hukan määrän kertautumista tuotannon eri tasoilla. Esimerkiksi työnjohtajan tekemät virheet kertautuvat edettäessä työntekijätasolle. Tämän takia on tärkeää, että hukkaa saadaan ensimmäiseksi eliminoitua tuotannon alkupäästä.

Tuloksia verratessa Mannisen (2012) suorittamaan tutkimukseen nähdään, että merkittävimmissä hukissa ei ole juurikaan yhtäläisyyksiä tämän tutkimuksen merkittävimpiin hukkiin. Ainut yhtäläisyys on kommunikoinnin ja dokumentoinnin ja epäsovivien menetelmien ja dokumentoinnin kohdalla. Kommunikointi ja dokumentointi oli Mannisen (2012) mukaan merkittävin hukka. Tässä tutkimuksessa epäsoivat menetelmät ja dokumentointi sijoittui toiseksi merkittävyydeltään. Nämä hukkatyypit eivät ole määritelmiltään täysin samat keskenään, mutta niitä voidaan kuitenkin pitää samankaltaisina.

Tämän tutkimuksen tuloksien mukaan hukka-aikaa on keskimäärin 36 minuuttia päivässä. Selkämaan (2018) mukaan hukka-aikaa oli keskimäärin 64 minuuttia päivässä. Eroa on melko paljon, mutta tulee ottaa huomioon, että Selkämaan (2018) tutkimuksessa osallistujia oli 21 henkilöä enemmän ja osa osallistujista oli rakennusmiehiä. Lisäksi heiltä oli ainoastaan kysytty arviota hukan määrästä.

Seuraavaan taulukkoon 9 on koottu vielä tässä tutkimuksessa tutkitut hukat ja niistä saadut tulokset. Riskitulo on vika- ja vaikutusanalyysin eli FMEA:n tunnusluku. Riskitulo lasketaan kertomalla hukkien havaittavuuden, esiintyvyyden ja merkittävyyden keskiarvot keskenään. Kriittisyys on osatekijä riskitulossa ja se lasketaan kertomalla merkittävyyden ja esiintyvyyden keskiarvot keskenään. Merkittävyys on ilmoitettu kappalemäärissä. Sen arvot on saatu kyselytutkimuksen kysymyksen, jossa pyydettiin valitsemaan kolme

merkittävä hukkua omassa työssään, perusteella. Kokonaiskesto tarkoittaa hukan kokonaiskesto kaikkien tapaustutkimuksen vastaajien tulokset yhteenlaskettuna. Määrä tarkoittaa kirjauksien lukumäärää hukista tapaustutkimuksessa, mihin on huomioitu kaikkien vastaajien tulokset yhteenlaskettuna.

Taulukko 9. Tutkimuksen tulosten yhteenveto

Hukka	Kriittisyys	Riskitulo	Merkittävyys (kpl)	Kokonaiskesto (h)	Määrä (kpl)
Virheet	8,0	26,5	35	5,1	17
Odottaminen	10,0	39,0	68	4,3	18
Ylikuormitus	11,0	40,0	41	0,2**	6
Ylituotanto	7,5	25,0	7	0	0
Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset	10,5	36,5	28	0,3	1
Tarpeeton liikkuminen	9,0	34,0	16	5,9	12
Tarpeettomat varastot	10,0	37,5	19	1	2
Making-do	9,5	35,5	28	0,2*	7
Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi	11	38,0	43	3,8	7
Yliprosessointi	8,5	26,0	15	0	0

*Eräs vastaajista ei osannut määritellä kauanko hukkaan meni aikaa, viiden päivän osalta

**Kokonaiskestoista puuttuu ylityöt (16 tuntia)

Taulukon 9 perusteella nähdään, että käytännössä kaikkia muita hukkatyyppejä paitsi ylituotantoa ja yliprosessointia esiintyy kohdeyrityksen toimihenkilöiden työssä. Näiden kahden hukan eliminoimiseen ei siis ole tarpeen keskittyä. Kaikissa muissa hukissa on vielä vähentämisen varaa sekä tarvetta.

Seuraavassa taulukossa 10 esitetään syitä eri hukille. Syyt ovat kerätty sekä kyselytutkimuksen että tapaustutkimuksen vastauksista. Lähes yhtä tärkeää, kuin merkittävimpien hukkien selvittäminen, on niiden syiden kartoittaminen. Elleivät syyt hukkien taustalla ole tiedossa, on erittäin vaikeaa, ellei jopa mahdotonta eliminoida tai vähentää hukkaa.

Taulukko 10. *Syitä hukkien ilmenemiselle*

Hukka	Syitä hukalle
Virheet	<ul style="list-style-type: none"> • Urakoitsijan tai NCC:n laadunvalvonnan pettäminen • Tehtävien kasaantuminen • Puutteelliset lähtötiedot • Laskujen väärät tilaus- ja työnumerot • Epäselvä toimeksianto • Suunnitelmien puute • Hyvät käytännöt eivät siirry seuraavalle työmaalle • Yleisesti hyviä käytäntöjä ei ole koottu yritystasolla, vaan ne on luotava alusta alkaen itse • Asioita pitää käydä useaan kertaan läpi
Odottaminen	<ul style="list-style-type: none"> • Suunnitelmien odottaminen • Suunnitelmien epäselvyyksien selvittäminen • Digitaalisen perehdytyksen hitaus • Tarkentavien tietojen odottaminen suunnittelijalta tai tilaajalta • Päätöksien odottaminen • Toteutustavan odottaminen • Laskutusmateriaalien odottaminen järjestelmästä • Aliurakoitsijoiden tietojen odottaminen • Tavaroiden siirtelystä aiheutuva odottaminen • Tietotekniset ongelmat (ohjelman asentaminen, tietokoneen "tempuilu") • Laskujen palauttaminen NBS:ään virheellisten tilausten ja tilaus- ja työnumeroiden takia
Ylikuormitus	<ul style="list-style-type: none"> • Liian monta työtehtävää • Monen asian samanaikainen prosessointi ja miettiminen • Aliurakoitsijoiden virheellisesti suorittamat työt

	<ul style="list-style-type: none"> • Tuotannon ja suunnittelun virheistä aiheutunut viivästyminen • Kiire • Tehtävästä toiseen ”hyppiminen” • Ylityöt
Ylituotanto	<ul style="list-style-type: none"> • Samansisältöiset dokumentit toimintajärjestelmän vaatimusten täyttämiseksi • Urakoitsijoiden jatkuva muistuttaminen laskuttamisesta ja töiden suoritustavasta • Dokumenttien laatiminen, joita kukaan ei lue • Tilaajan vaatimuksesta epäoleellisiin asioihin keskittyminen
Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset	<ul style="list-style-type: none"> • Tietojen pyytäminen suunnittelijalta • Tietojen välittäminen muille työstettäväksi • Logistiset ongelmat • Tavaroiden siirtely työmaalla • Ohjeiden lähettäminen urakoitsijalle
Tarpeeton liikuminen	<ul style="list-style-type: none"> • Tietojen etsiminen • Dokumenttien etsiminen • Sähköpostien etsiminen • Hankintaportaalin nimikkeiden etsiminen • Huonot kansiorakenteet • Dokumenttien virheellinen nimeäminen • Dokumentoinnin käytäntöjen erot työmaan sisällä ja eri työmaiden välillä • Töiden hyppyyttäminen, joko suunnitelmapuutteen, hankintapuutteen tai ratkaisupäätöksen puutteen takia • Asioiden selvittäminen paikan päällä, vaikka asian olisi voinut hoitaa puhelimessa • Laskujen puutteelliset kuittaukset ja liitteet • Työmaan viikkopalaveri ja urakoitsijapalaveri • Kadonneiden materiaalien etsiminen työmaalta
Tarpeettomat varastot	<ul style="list-style-type: none"> • Työtehtävien kasaantuminen • Sähköpostien kasaantuminen • Varmuuden vuoksi tilattu materiaali

Making-do	<ul style="list-style-type: none"> • Suunnitelmapuutteet • Aikataulun kireys • Vajaat lähtötiedot hankinnassa • Lähtötietojen ja suunnitelmien odottaminen
Epäsopivat menettelmät ja dokumentointi	<ul style="list-style-type: none"> • Liiallinen dokumentointi • Huonot kansiorakenteet • Dokumenttien virheellinen nimeäminen • Dokumenttien tallentaminen väärään paikkaan • Samansisältöisten dokumenttien laatiminen • Hankintanimikeluettelon puutteellisuus ja hankintaportaalien epäkäytännöllisyys • Laskuntarkastusprosessin epäkäytännöllisyys • Digitaalisen perehdytyksen hitaus • Tietokoneohjelmien kömpelyys • Toimintaprosessien puute ja niiden epärelevanttius • Toimintatapojen epäselvä kirjaaminen asiakirjoihin • Valmiin mallin puute kustannusraportin laatimiseen • Valmiiden (selkeiden) ohjeiden puute laskuntarkastukseen ja koontilaskujen tekemiseen
Yliprosessointi	<ul style="list-style-type: none"> • Asioiden liiallinen miettiminen • Valmiiden prosessien puute tai ne eivät tue tekemistä • Liian tarkka aikataulusuunnittelu, jos aikatauluun ei sitouduta • Kiire

Yksi keskeinen tutkimuksen tuotos on edellä oleva taulukko 10 hukista ja syistä ja tilanteista niiden taustalla. Taulukon avulla saadaan pikaisesti selville kohdeyrityksen mahdolliset kehittämiskohteet hukan vähentämiseen ja eliminoimiseen.

6.2 Tutkimuskysymyksiin vastaaminen

Tutkimuksen päätavoitteeseen eli toimihenkilöiden hukkien kartoittamiseen pyrittiin pääsemään vastaamalla kolmeen tutkimuskysymykseen. Seuraavaksi esitetään vielä uudestaan tutkimuskysymykset ja vastataan niihin tutkimuksen tulosten perusteella.

1. **Mitä on lean rakentaminen ja mitkä hukkatyypit sopivat toimihenkilöiden työhön rakentamisessa?**

Lean rakentaminen tarkoittaa tiivistettynä lean-ajattelun mukaisten menetelmien ja työkalujen soveltamista rakennusalailla. Lean-ajattelulla tarkoitetaan ajattelutapaa, jossa keskitytään hukan eliminoimiseen ja asiakasarvon luomiseen. (Emuze & Saurin 2016) Lean-ajattelun viisi pääperiaatetta ovat: asiakkaan kokeman arvon määrittäminen, arvovirran tunnistaminen, jatkuvan virtauksen luominen prosessiin, imuohjauksen käyttäminen sekä täydellisyyteen pyrkiminen. (Womack & Jones 2003) Lean rakentamisessa näitä periaatteita siis sovelletaan rakennusalailla ja niiden käytännön toteuttamiseen voidaan käyttää monia eri menetelmiä ja työkaluja, kuten tahtiaikatuoantoa ja Last Planner -menetelmää. Keskeistä niin leanissa kuin lean rakentamisessakin on pyrkiä maksimoimaan asiakkaalle arvoa tuottavan työn osuus. Käytännössä tämä tapahtuu hukkaa poistamalla.

Hukkatyypeiksi, joiden nähtiin soveltuvan toimihenkilöiden työkuvaan, olivat seitsemän perinteisen lean-ajattelun mukaisen hukan, jotka ovat virheet, odottaminen, ylituotanto, tarpeettomat siirrot ja kuljetukset, tarpeeton liikkuminen, tarpeettomat varastot ja yliprosessointi, lisäksi making-do, ylikuormitus sekä epäsopivat menetelmät ja dokumentointi. Nämä hukkatyytit valittiin merkittävimmiksi ja sopivimmiksi rakennusalan toimihenkilöiden työhön lähdeaineistojen ja tutkijan oman kokemuksen ja päättelyn perusteella.

2. Mitkä ovat merkittävimmät hukkatyytit toimihenkilöiden työssä yrityksen korjausrakentamisen toimialalla?

Merkittävimmillä hukilla tarkoitetaan käytännössä kriittisimpiä hukkia, jotka ovat kaikista ongelmallisimpia kohdeyrityksen toimihenkilöiden työssä. Hukkien kriittisyyttä selvitettiin useamman eri mittarin avulla.

Esiintyvyydeltään suurin hukka oli kyselyn vastausten keskiarvon perusteella *tarpeettomat varastot* (ka 3,44). Toiseksi suurin esiintyvyys oli *epäsopivilla menetelmillä ja dokumentoinnilla* (ka 3,37) ja kolmanneksi suurin *ylikuormituksella* (ka 3,33). Merkittävin eli haitallisin hukka oli *ylikuormitus* (ka 3,31) Toiseksi merkittävin oli *epäsopivat menetelmät ja dokumentointi* (ka 3,21) ja kolmanneksi merkittävin oli *tarpeettomat siirrot ja kuljetukset* (ka 3,17). Helpoiten tunnistettava hukka oli *odottaminen* (ka 3,84). Toiseksi helpoiten tunnistettavia hukkia olivat sekä *making-do* että *tarpeettomat varastot* (ka 3,73).

Vakavimmat hukat kohdeyrityksen korjausrakentamisen toimialan toimihenkilöiden työssä olivat riskitulon perusteella *ylikuormitus*, *odottaminen* sekä *epäsopivat menetelmät ja dokumentointi*. Kriittisimmät hukat olivat *ylikuormitus*, *epäsopivat menetelmät ja dokumentointi* sekä *tarpeettomat siirrot ja kuljetukset*. Riskitulo kuvaa häiriön vakavuutta ja se muodostuu hukan havaittavuuden, merkittävyyden ja esiintyvyyden keskiarvojen tulosta.

Merkittävimäksi hukaksi kyselyn monivalintakysymyksen perusteella osoittautui *odottaminen*, jonka 68 % vastaajista valitsi yhdeksi merkittävimmistä hukista työssään. Toiseksi merkittävin hukka oli *epäsopivat menetelmät ja dokumentointi* (43 %) ja kolmanneksi merkittävin oli *ylikuormitus* (41 %).

Tapaustutkimuksen perusteella selvisi, että hukka-ajan määrä vaihteli 45 minuutista 6 tuntiin ja 15 minuuttiin ja sen keskiarvo oli noin kolme tuntia. Eniten merkintöjä seurantalomakkeeseen tehtiin odottamisesta (18 kpl), virheistä (17 kpl) ja tarpeettomasta liikkumisesta (12 kpl). Vastaavasti näiden hukkien kokonaiskestot olivat pisimmät. Odottamisen kokonaiskesto oli 4,3 h, virheiden 5,1 h ja tarpeettoman liikkumisen 5,9 h.

Tiivistettynä tutkimuksen perusteella viisi kriittisintä hukkaa, joihin eliminointitoimenpiteet kannattaa kohdistaa ovat:

- **Odottaminen**
- **Ylikuormitus**
- **Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi**
- **Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset**
- **Tarpeettomat varastot**

Tarkasteltavina kriteereinä, joiden perusteella viisi kriittisintä hukkaa valittiin, olivat kyselytutkimuksessa hukkien riskitulo, kriittisyys, merkittävyys, esiintyvyys ja havaittavuus sekä tapaustutkimuksessa hukkien mainintakerrat ja kokonaiskestot.

Näihin kriittisiin hukkiin tulee siis keskittyä ensimmäisenä, jos halutaan saada parannettua toimihenkilöiden työn tuottavuutta. Tässä tutkimuksessa ei lähdetä esittämään parannusehdotuksia, koska muuten työn laajuudesta tulisi liian suuri ja koska työn tavoitteena oli olla luonteeltaan nykytilannetta kartoittava.

3. Miten hukat ilmenevät toimihenkilöiden työssä ja miksi?

Hukkaa ilmenee tutkimuksen tulosten perusteella monissa eri tilanteissa. Tilanteet ja syyt hukille koottiin omaan taulukkoon (taulukko 10). Näiden voidaan ajatella olevan syitä hukille siinä mielessä, koska ne ovat tilanteita ja asioita, joissa hukkaa ilmenee. Todelliset juurisyyt täytyy kuitenkin vielä erikseen selvittää tarkemman ja kohdistetumman tutkimuksen avulla.

Hukkien syistä vahvimmin nousivat esille suunnitelmien puutteet ja niiden odottaminen, tietojärjestelmien ongelmat, sähköpostien liian suuri määrä, dokumenttien ja tietojen etsiminen, valmiiden toimintamallien, ohjeiden ja prosessien puute sekä kiire.

Selvästi suurimmaksi syyksi hukille nähtiin suunnitelmien ja tietojen puute. Tämä oltiin mainittu kyselytutkimuksessa yhteensä 36 kertaa. 100 osallistujasta siis 36 % piti suunnitelmien ja tietojen puutetta syynä työssään esiintyvälle hukalle. Suunnitelmien ja tietojen puutteet pitävät sisällään muun muassa virheelliset suunnitelmat, suunnitelmien puuttumisen kokonaan, suunnitelmien ristiriidat, suunnitelmat, jotka ovat käytännössä mahdotonta toteuttaa, suunnitelmien muutokset, ratkaisupäätösten puutteet ja yleisesti lähtötietojen puutteet. Toimihenkilön voi olla vaikea vaikuttaa suunnitelmien puutteisiin yksilötasolla. Tämän ongelman ratkaisemiseksi vaaditaan suurempia panoksia ja kehittämistä koko organisaation tasolla.

Kiire ja aikataulun kireys oli myös erittäin yleinen syy hukalle. Se mainittiin kyselytutkimuksessa yhteensä 14 kertaa. Kiireen kerrottiin aiheuttavan eritoten making-do:ta ja ylikuormitusta. Kiire aiheuttaa myös melko varmasti muitakin hukkia, kuten virheitä. Kiireessä myös päätöksien tekemiseen ja töiden suunnitteluun jää vähemmän aikaa, joka on huolestuttava asia.

6.3 Tutkimuksen rajoitteet ja kriittinen arviointi

Tutkimuksen pätevyyttä ja luotettavuutta voidaan parantaa kriittisellä tarkastelulla ja työskentelyllä. Reflektion avulla tutkijan omaa toimintaa analysoidaan kriittisesti. Tarkastelussa ovat kysymykset, mitä on tehty ja mitä jätetty tekemättä, ja miksi näin on. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006)

Tutkimuksessa saatuja tuloksia voidaan pitää valideina ja vertailukelpoisina keskenään ainakin kyselytutkimuksen osalta, koska jokainen osallistuja vastasi sisällöltään samoihin kysymyksiin, jotka olivat lisäksi pakollisia kaikille. Lisäksi kyselytutkimuksessa tutkijalla ei ole vaikutusta läsnäolollaan vastaajien vastaamiseen. Tapaustutkimuksen tulokset eivät ole aivan yhtä hyvin vertailukelpoisia keskenään, koska vastauksien tarkkuus ja laatu vaihtelevat vastaajien motivaation mukaan. Tutkimuksiin osallistujien lähtötiedot leanista ja hukasta vaikuttavat myös tutkimuksen tuloksiin. Ellei tutkittavalla ole mitään ennakkokäsitystä aihepiiristä, voi hänen olla haastavaa vastata kysymyksiin todellisuutta vastaavasti. Molemmat tutkimuksen empiiriset osiot suoritettiin anonyymisti, minkä pitäisi parantaa rehellisesti vastaamista.

Kyselytutkimukseen osallistui 208 henkilöstä yhteensä 100 henkilöä, joten otoksen koon voidaan katsoa olevan riittävän suuri riittävällä tasolla olevien johtopäätösten tekemiseen sen pohjalta. Kyselytutkimuksessa käytettiin kysymyksissä pääasiassa lineaarista asteikkoa 1–5. Asteikon ollessa näin lyhyt ongelmaksi tulee se, että kyselyyn vastaajat

vastaavat herkästi asteikoin keskimmäisen vaihtoehdon. Tämä saattaa aiheuttaa vääristymiä tuloksiin. Vastauksien keskiarvot näyttivät painottuvan lähelle toisiaan, joten erojen huomaaminen ja vertailu on haasteellista. Kyselytutkimuksessa olisi jälkeinpäin ajateltuna ollut hyvä kysyä myös vastaajilta arviota, siitä kuinka paljon hukka-aikaa esiintyy heidän työssään esimerkiksi tavanomaisen työpäivän aikana. Tällöin näitä tuloksia oltaisiin voitu vertailla tapaustutkimuksen tuloksiin.

Tapaustutkimukseen osallistui ainoastaan seitsemän henkilöä, joten otos jäi hieman suppeaksi. Lisäksi osallistujat olivat täyttäneet seurantalomaketta vaihtelevin tarkkuuksin. Tämän takia tapaustutkimuksen tuloksista ei saada tehtyä kovin luotettavia johtopäätöksiä. Tässä tutkimuksessa seuranta-aika rajoittui yhteen viikkoon, mikä ei kuvaa keskimääräistä työviikkoa. Työviikkojen sisältö ja siten myös hukan määrä vaihtelee todennäköisesti reilustikin viikosta toiseen. Lisäksi kesälomakaudella suoritettu seuranta ei kuvaa yhtä hyvin tavanomaista työviikkoa, kuin lomakauden ulkopuolella suoritettu seuranta olisi kuvannut. Tutkijan toiminta muun muassa tapaustutkimuksen ohjeistamisessa vaikuttavat luultavasti sen tuloksiin. Motivointi ja tutkimuksen tärkeyden perustelu ovat myös oleellisia tekijöitä tapaustutkimuksen onnistumisen kannalta.

Tutkittavien hukkien valinnassa olisi voinut käyttää tieteellisempää menetelmää, kuin tutkijan kokemukseen perustuvaa valintaa lähdekirjallisuudesta. Käytännössä tällä ei kuitenkaan ole suurta merkitystä tutkimuksen kannalta. Hukkien määrää rajattiin siksi, ettei tutkimuksista tulisi liian pitkiä ja työläitä vastata. Hukkien valinnan olisi voinut tehdä esimerkiksi lähdekirjallisuuden hukkien mainintojen lukumäärän perusteella.

6.4 Tulosten yleistettävyys

Tämän tutkimuksen tulokset kuvaavat kohdeyrityksen korjausrakentamisen toimialan tilannetta vuonna 2019. Kohdeyritys on kooltaan suuri ja toimii monikansallisesti pohjoismaissa.

Tuloksia ei voida yleistää koko rakennusosalalla eikä myöskään korjausrakentamisen toimialalla, koska tutkimusaineisto on ainoastaan yhden rakennusliikkeen toimialalta ja toiminta-alueelta kerätty. Tulokset edustavat siis kohdeyrityksen hetkellistä tilannetta.

Tutkimuksen tulokset rajoittuvat maantieteellisesti Suomeen ja pääkaupunkiseudulle. Lisäksi tulokset ovat vahvasti sidoksissa aikaan ja tutkijaan. Tutkijan tekemät toimet muun muassa tapaustutkimuksen ohjeistamisessa vaikuttavat oletettavasti sen tuloksiin. Tämän vuoksi tutkimuksen tulokset ovat kontekstuaalisia ja joku toinen saattaa saada varsin erilaisia tuloksia, vaikka toistaisikin saman tutkimuksen toisaalla ja eri aikaan. Tulok-

sista on myös mahdollista tehdä monenlaisia johtopäätöksiä, eivätkä ne esimerkiksi suoraan kerro mikä hukka on taloudellisesti tai ajallisesti haitallisin. Tutkimuksen kaikki tulokset on pyritty tuomaan työssä selkeästi esille, jotta niistä voi tarvittaessa tehdä omia johtopäätöksiä.

Tutkimuksessa suoritettut tutkimukset ovat sellaisenaan toistettavissa liitteenä olevien kyselytutkimuksen ja seurantalomakkeen avulla. Tutkimus voidaan siten toteuttaa uudelleen missä tahansa talonrakennusalan yrityksessä ja toimialalla.

7. YHTEENVETO

7.1 Tutkimuksen tulokset

Tutkimuksen tärkeimmät ja keskeisimmät tulokset ja päätelmät esitetään tässä luvussa vielä tiiviisti. Diplomityö käsitteli leania, lean rakentamista ja erityisesti hukkaa. Diplomi-työn perusteena oli rakennusalan tuottavuuden heikko kehitys. Tutkimuksen päätavoitteena oli kartoittaa kohdeyrityksen ja tutkimuksen toimeksiantajan, NCC Suomi Oy:n, korjausrakentamisen toimialalla toimihenkilöiden työssä esiintyvää hukkaa ja selvittää syitä niiden taustalla. Kartoitus suoritettiin kyselytutkimuksen ja tapaustutkimuksen avulla. Kyselytutkimuksessa selvitettiin kirjallisuuskatsauksen pohjalta laadittua hukkaluetteloä apuna käyttäen tutkittavien mielipiteitä hukkien tunnistettavuudesta, merkittävyydestä ja esiintyvyydestä. Kyselytutkimuksen tulosten perusteella laskettiin myös hukkien riskitulot vika- ja vaikutusanalyysin (FMEA:n) periaatteella. Tapaustutkimuksessa puolestaan kartoitettiin suppeamman joukon hukkien tarkempaa ilmenemismäärää eli hukka-aikaa sekä tilanteita, joissa hukkaa ilmeni. Tapaustutkimus suoritettiin ajankäytönseurantatutkimuksena. Siinä kolmen kohdeyrityksen korjausrakennustyömaan vapaaehtoiset toimihenkilöt täyttivät seurantalomaketta viikon ajan ja merkitsivät siihen työssään ilmenneitä hukkia ja kertoivat omin sanoin, missä tilanteissa ja miksi hukkaa ilmeni. Kyselytutkimukseen osallistui 100 henkilöä ja tapaustutkimukseen seitsemän henkilöä.

Tutkimuksen teoriaosuudessa tarkasteltiin leania, sen taustoja ja periaatteita. Lisäksi käytiin läpi erilaisia lean työkaluja ja menetelmiä. Lean-ajattelun mukaista hukkaa käsiteltiin tarkemmin omassa luvussaan. Siinä käytiin läpi, mitä hukka tarkoittaa rakentamisen kontekstissa ja toimistotyössä. Lisäksi käsiteltiin hukan tunnistamista ja sen eliminointia. Teoriaosuuden perusteella muodostettiin hukkaluettelo, jossa luetellaan rakennusalan toimihenkilöiden työhön sopivat hukkatyypit selityksineen ja esimerkkeineen.

Kyselytutkimuksen perusteella saatiin selville, että merkittävimmäksi eli haitallisimmaksi hukaksi koettiin *ylikuormitus*. Eniten esiintyvä hukka oli *tarpeettomat varastot* ja helpoiten havaittava hukka oli *odottaminen*. Merkittävimmäksi hukaksi monivalintakysymyksen perusteella osoittautui *odottaminen*. Toiseksi merkittävin hukka oli *epäsopivat menetelmät ja dokumentointi* ja kolmanneksi merkittävin oli *ylikuormitus*. Vakavimmat hukat riskitulon perusteella olivat *ylikuormitus*, *odottaminen* sekä *epäsopivat menetelmät ja dokumentointi*. Kriittisimmät hukat olivat *ylikuormitus*, *epäsopivat menetelmät ja dokumentointi* sekä *tarpeettomat siirrot ja kuljetukset*.

Tapaustutkimuksen perusteella selvisi, että hukka-ajan määrä vaihteli 45 minuutista 6 tuntiin ja 15 minuuttiin ja sen keskiarvo oli noin kolme tuntia. Merkittävimiksi hukiksi sen perusteella nousivat *odottaminen, virheet ja tarpeeton liikkuminen*.

Tiivistettynä tutkimuksen perusteella viisi kriittisintä hukkaa, joihin eliminointitoimenpiteet kannattaa kohdistaa ovat:

- **Odottaminen**
- **Ylikuormitus**
- **Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi**
- **Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset**
- **Tarpeettomat varastot**

Tutkimuksen perusteella suurimmaksi syyksi hukalle nousi suunnitelmien ja tietojen puute. Suunnitelmien ja tietojen puutteet pitävät sisällään muun muassa virheelliset suunnitelmat, suunnitelmien puuttumisen kokonaan, suunnitelmien ristiriidat, suunnitelmat, jotka ovat käytännössä mahdotonta toteuttaa, suunnitelmien muutokset, ratkaisupäätösten puutteet ja yleisesti lähtötietojen puutteet. Toinen merkittävä syy hukalle oli kiire ja aikataulun kireys. Kiireen kerrottiin aiheuttavan eritoten making-do:ta ja ylikuormitusta.

Tulosten perusteella voidaan sanoa, että kehitettävää on vielä paljon, jotta hukkaa saataisiin vähennettyä ja eliminointia. Tutkimuksen tulokset mahdollistavat yhden lähestymistavan kohdeyrityksen toiminnan kehittämiseksi ja tuottavuuden parantamiseksi. Tulosten perusteella pystytään keskittämään parannustoimenpiteet merkittävimpiin hukkiin ja hukkien syihin.

Vastaavaa tutkimusta toimihenkilöiden työn hukasta ei ole aikaisemmin tehty, joten tutkimuksesta on toivon mukaan hyötyä jatkossa aihetta lisää tutkittaessa. Työlle asetetut tavoitteet täyttyivät työn aikataulun ja haluttujen tulosten osalta. Tutkimuksen keskeisenä tuloksena voidaan pitää keskeisimpien ja merkittävimpien hukkien selvittämistä sekä tilanteiden ja syiden selvittämistä, joissa hukkaa ilmenee.

7.2 Jatkotutkimustarpeet

Jatkotutkimusta tähän aiheeseen liittyen voisi tehdä suorittamalla havainnointia työmaalla ja/tai toimisto-olosuhteissa. Havainnointi olisi käytännössä toimihenkilön työskentelyn seuraamista ja tarkkailemista sekä siinä esiintyvän hukan kirjaamista. Vaihtoehtoi-

sesti voitaisiin käyttää videoseurantaa. Tällöin saataisiin mahdollisesti tarkempia ja luotettavampia tuloksia hukan todellisesta määrästä. Videoseuranta olisi tosin ongelmallinen tapa, ellei tutkittavalta saataisi lisäksi kommentteja työskentelystään. Lisäksi on huomattava, että laki ja säädökset rajoittavat tällaista tutkimustapaa, sillä ihmisistä talletettava tieto on tarkasti säädelty. Lisäksi tietotyöläisen työstä on haasteellisempaa erottaa, milloin tuotetaan arvoa ja milloin hukkaa, kuin suorittavasta työstä, jossa työn tulos nähdään konkreettisesti.

Olisi myös edullista, jos suoritettaisiin pidempiaikaista seurantaa hukan määrästä niin sanotun pitkittäistutkimuksen avulla. Rakennusalan hukista ei myöskään ole täysin yksiselitteisiä määritelmiä, joten vertailu eri tutkimuksien välillä on haasteellista. Hyödyllistä olisi, jos saataisiin kehitettyä yhteisesti hyväksytyt määritelmät ja kuvaukset hukista, jolloin niiden tutkiminen ja eri tutkimuksien vertailu helpottuisi.

Lisäksi yksi hyvä tutkimusaihe voisi olla hukan eliminoimismahdollisuuksien tutkiminen. Tähän saisi kerättyä aineistoa esimerkiksi haastattelujen avulla. Mahdollisesti myös eliminointikonseptien testaaminen työmaaolosuhteissa ja niiden vaikutusten arvioiminen olisi mielenkiintoinen lähestymistapa aiheeseen.

Hukan tunnistamiseen voisi myös kehittää jonkinlaisen työkalun tai konseptin, joka helpottaisi työssä esiintyvän hukan tunnistamista ja siitä raportoimista. Tällainen työkalu mahdollistaisi hukan esiin tulemisen ja siten myös helpottaisi hukan eliminoimista ja toiminnan kehittämistä. Suuri osa hukasta jää nykyisin piiloon ja huomaamatta, koska sen tunnistamiseen ei ole systemaattista ja käytännöllistä menetelmää tai työkalua.

LÄHTEET

- Abdelhamid, T. Salem, S. (2005). Lean Construction: a new paradigm for managing construction projects. International workshop on innovations in material and design of civil infrastructure, 2005. Cairo, Egypt.
- Ala-Mutka, J. (2018). Itseohjautuva organisaatio tarvitsee rakenteen, toimintamallin ja vahvaa johtamista. Verkkoaineisto. Saatavissa (1.7.2019): <https://jukkaam.com/2018/05/17/itseohjautuva-organisaatio-ei-synny-ilman-johtamista/>
- Alsehaimi, A. & Koskela, L. (2008). Critical Evaluation of the Previous Delay Studies in Construction, Proceedings of the 8th International Postgraduate Conference in the Built Environment, June 2008, Prague.
- Ansah, R.H., Sorooshian, S., Mustafa, S.B. & Duvvuru, G. (2016). Lean Construction Tools. Proceedings of the 2016 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Detroit, Michigan, USA, September 23-25, 2016.
- Alwi, S., Hampson, K.D. & Mohamed, S.A. (2002). Waste in the Indonesian Construction Projects. In: International Conference of CIB W107 - Creating a sustainable Construction Industry in Developing Countries, South Africa 11-13 November 2002.
- Aziz, R.F. & Hafez, S.M. (2013). Applying lean thinking in construction and performance improvement. Alexandria Engineering Journal, Volume 52, Issue 4, December 2013, Pages 679-695.
- Bertelsen, S. (2003). Construction as a Complex System. Presented at the 11th annual conference in the International Group for Lean Construction, Blacksburg VA.
- Bolviken, T., Rooke, J. & Koskela, L. (2014). The wastes of production in construction. In: Proceedings of the 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Oslo, Norway, 23-27 June 2014.
- Emiliani, M. (1998) Lean Behaviors, Management Decision, 36/9, 615-631, MCB University Press.
- Emuze, F.A. & Saurin, T.A. (2016). Value and waste in lean construction. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Ration, FL.
- Egbu, C.O. (1999). Skills, knowledge and competencies for managing construction refurbishment works. Construction Management and Economics, Volume 17, 1999 – Issue 1.
- FMEA RPN. (2006). FMEA – FMECA Your Guide for FMEA Information and Resources. Verkkoaineisto. Saatavissa (17.6.2019): www.fmea-fmeca.com/fmea-rpn.html
- Forbes, L.H. & Ahmed, S.M. (2011). Modern Construction – Lean Project Delivery and Integrated Practices. Florida: CRC Press.
- Forsberg, A. & Saukkoriipi, L. (2007). Measurement of Waste and Productivity in Relation to Lean Thinking. Proceedings IGLC-15, July 2007, Michigan, USA.
- Gao, S. & Low, S.P. (2014). Lean Construction Management: The Toyota Way. 2014th edn, Springer, Singapore.
- Haapasalo, H., Aaltonen, K., Kähkönen, K. & Saari, A. (2018). Rakentamisen Integraatiomekanismit. Oulun yliopisto, Tuotantotalouden tutkimusraportteja, 1/2018. Verkkoaineisto. Saatavissa (2.7.2019): <http://ci.fi/wp-content/uploads/2018/12/RAIN-hankkeen-loppuraportti.pdf>

Haapasalo, H. & Malvalehto, J. (2012). Arvovirtakuvaus työkaluna rakennusteollisuuden tuotannon kehittämisessä. Rakentajain kalenteri 2012, Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy ja Rakennusmestarit ja insinöörit AMK RKL ry.

Hines, P., Silvi, R. & Bartolini, M. (2002). Lean Profit Potential. Lean Enterprise Research Centre, Cardiff University, Cardiff, UK.

Hines, P., Holwe, M. & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, Bradford Vol. 24, Iss. 9/10.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. (2009), Tutki ja kirjoita. Kustannusosakeyhtiö Tammi, Helsinki.

Josephson, P-E. & Saukkoriipi, L. (2005). Slöseri i byggprojekt Behov av förändrat synsätt. FOU-Väst Rapport 0507, Sveriges Byggingustrier.

Jyväskylän yliopisto (2015). Tapaustutkimus. Verkkoaineisto. Saatavissa (13.6.2019): <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/metelmapolkuja/metelmapolku/tutkimusstrategiat/tapaustutkimus>

Jyväskylän yliopisto (2019). Mitä prosessit ovat? Verkkoaineisto. Saatavissa (24.5.2019): <https://www.jyu.fi/laatu/ohjaus/prosessien-mallintaminen/mitaprosessitovat>

Karjalainen, T. (2017). Yhdistä ideointityökaluilla luovan ajattelun eri ulottuvuudet - Aivoriini, ryhmittelykaavio sekä kalanruotokaavio. Verkkoaineisto. Saatavissa (10.6.2019): <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/luova-ajattelu/>

Koskela, L. (1992). Application of the New Production Philosophy to construction. 72, CIFE, Stanford University, CA.

Koskela, L. (2000). An exploration towards a production theory and its application to construction. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Publications 408. Espoo.

Koskela, L., Howell, G. Ballard, G. & Tommelein, I. (2002) The foundations of lean construction. *Design and Construction: Building in Value*. Best, Rick & de Valence, Gerard (eds.), 211 – 226.

Koskela, L. (2004). Making do – the eight category of waste. In: 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. 3-5 August 2004, Helsingor, Denmark.

Koskela, L., Bolviken, T. & Rooke J.A. (2013) Which are the wastes of construction? University of Salford, Manchester.

Koskela, L. & Koskenvesa, A. (2003). Last Planner -tuotannonohjaus rakennustyömaalla. VTT Tiedotteita 2197. Espoo.

Koskenvesa, A. (2017). RAK-53000 Rakennustuotannon ohjaus -kurssimateriaali. Tampereen teknillinen yliopisto.

Koskenvesa, A. (2011). Rakennustyön tuottavuus 1975-2010. Rakentajain kalenteri 2011, Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy ja Rakennusmestarit ja insinöörit AMK RKL ry. Verkkoaineisto. Saatavissa (20.11.2018): <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK110503.pdf>

Kouri, I. (2010). LEAN taskukirja, Teknologiateollisuus.

Lean Construction Institute Finland (2018). Mitä on lean-rakentaminen? Verkkoaineisto. Saatavissa (19.11.2018): <http://lci.fi/mita-on-lean-rakentaminen/>

Lean Construction Institute Finland (2015). Tahtiaikatuotanto uudistaa tuotannonohjauksen. Verkkoaineisto. Saatavissa (28.5.2019): <http://lci.fi/blog/metelmakortti/tahtiaikatuotanto/>

- Lean Enterprise Institute (2018). Principles of lean. Verkkoaineisto. Saatavissa (28.2.2019): <https://www.lean.org/WhatsLean/Principles.cfm>
- Liker, J.K. (2004). *The Toyota Way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill, New York.
- Manninen, S. (2012). Rakennusalan hukkien priorisointi ja eliminointi, Diplomityö, Oulun yliopisto.
- Mannila, M. (2015). Lean ja Lean Startup. 08.12.2015. Verkkoaineisto. Saatavissa (25.3.2019): <http://tutkimu.blogspot.com/2015/12/lean-ja-lean-startup.html>
- Marjasalo, A. & Koskenvesa, A. (2013). Työnjohdon ajankäyttö ja töiden johtaminen. Julkaisussa Koskenvesa, A., Heloma, T. & Laine S. (toim), *Rakentajain kalenteri* (2014). Rakentajain kalenteri, Vuosikerta. 98, Rakennustieto Oy, Helsinki, Sivut 206-218.
- McMahon, T. (2017). 8 Wastes in the Lean Office. Verkkoaineisto. Saatavissa (25.5.2019): <http://www.aleanjourney.com/2017/02/8-wastes-in-lean-office.html>
- Merikallio, L. & Haapasalo, H. (2009). Projektituotantojärjestelmän strategiset kehittämiskohteet kiinteistö- ja rakennusalalla. Yhteisraportti, Rakennusteollisuus RT ja Lean Construction Institute Finland.
- Modig, N. & Åhlström, P. (2013). Tätä on lean: Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. *Rheologica*.
- Mossman, A. (2009). Creating value: a sufficient way to eliminate waste in lean design and lean production. *Lean Construction Journal* 2009 pp 13 – 23.
- Ohno, T. (1988) *Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*. Productivity Press, New York.
- Pieńkowski, M. (2014). Waste Measurement Techniques for Lean Companies. *International Journal of Lean Thinking*, 5(1), 9-24.
- Piirainen, A. (2014). Lean ja hukka – Muda, Mura ja Muri. Six Sigma sivusto. Quality Knowhow Karjalainen Oy. Verkkoaineisto. Saatavissa (19.3.2019): <http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/lean-ja-hukka-muda-mura-ja-muri/>
- Rahman, H.A., Wang, C. & Lim I.Y.W. (2012). Waste Processing Framework for Non-Value-Adding Activities Using Lean Construction. *Journal of Frontiers in Construction Engineering* Dec. 2012, Vol. 1 Iss. 1, PP. 8-13.
- Rakennuslehti (2017). 4.9.2017. Rakennusalalla työn tuottavuus ei ole kasvanut 40 vuodessa – onko allianssista tai leanista apua? Verkkoaineisto. Saatavissa (19.11.2018): <https://www.rakennuslehti.fi/2017/09/rakennusalalla-tyon-tuottavuus-ei-ole-kasvanut-40-vuodessa-onko-allianssista-tai-leanista-apua>
- Rakennusteollisuus RT (2018a). Kuviopankki. Verkkoaineisto. Saatavissa (19.11.2018): <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/Kuviopankki/>
- Rakennusteollisuus RT (2018b). Suhdanekatsaus, lokakuu 2018. Verkkoaineisto. Saatavissa (8.3.2019): https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/suhdanteet-ja-tilastot/suhdanekatsaukset/2018/syksy/suhdanne_syksy18_lopullinen.pdf
- Ratu KI-6019 (2010). Korjaustöiden laatu 2011. Talonrakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTS.
- Rother, M. & Niemi, M. (2011). *Toyota kata*. Readme.fi, Helsinki.
- ROTI (2017). Rakennetun omaisuuden tila 2017. Verkkoaineisto. Saatavissa (19.11.2018): https://www.ril.fi/media/2017/2017-vaikuttaminen/roti-2017/taustat/roti-2017_painettu-raportti.pdf

ROTI (2019). Rakennetun omaisuuden tila 2019. Verkkoaineisto. Saatavissa (10.4.2019): https://www.ril.fi/media/2019/roti/roti_2019_raportti.pdf

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. (2006). KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Verkkoaineisto. Saatavissa (12.9.2019): <https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/>

Sacks, R., Korb, S. & Barak, R. (2018). Building lean, building BIM: improving construction the Tidhar way. Routledge, Taylor & Francis Group, London.

Salminen, J. (2016). Tuotannon virtaus ja nopeutettu korjaaminen - Teoriaa, kokemuksia ja oppeja. 8.12.2016, LCI Finland, Helsinki, pp. 10.

Selkämaa, R. (2018). Decreasing time-waste in production through digitalization, Diplomityö, Aalto-yliopisto.

SFS-EN 16602-30-02. Space Product Assurance. Failure Modes, Effects (and Criticality) Analysis (FMEA/FMECA). Suomen standardisoimisliitto SFS.

Shingo, S. (1981). Study of the Toyota Production Systems from Industrial Engineering Viewpoint. Japan Management Association, Tokyo.

Vilasini N., Neitzert T. & Gamage J.R. (2011). Lean Methodology to Reduce Waste in a Construction Environment. 15th Pacific Association of Quantity Surveyors Congress, Colombo, Sri Lanka.

Womack, J.P. (2006). Value stream mapping. Manufacturing engineering, 136(5) 145-156.

Womack, J.P. & Jones, D.T. (2003) Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. Revised and Updated. Simon & Schuster.

Womack, J.P. & Jones, D.T. (2009). Seeing the Whole: Mapping the Extended Value Stream. Lean Enterprise Institute, Cambridge, MA, USA.

Womack, J.P., Jones, D.T. & Roos, D. (1990). The Machine That Changed the World. Rawson Associates, New York, 323 PP.

LIITE A: KYSELYLOMAKE

Hukan kartoittaminen toimihenkilöiden työssä

Tämän kyselytutkimuksen tavoitteena on kartoittaa hukkaa NCC Suomi Oy:n korjausrakennus toimialalla työskentelevien toimihenkilöiden työssä.

Kyselytutkimuksen tuloksia käytetään osana diplomityötäni Tampereen yliopistossa.

Tuloksia on tarkoitus käyttää apuna selvittämään, mitkä asiat vievät turhaan aikaa toimihenkilöiden työssä ja mahdollistaa toiminnan kehittämisen.

Kyselyyn vastaaminen kestää noin 5–12 minuuttia.

Kyselyyn vastataan anonyymisti ja tulokset käsitellään luottamuksellisesti.

*Pakollinen

Perustiedot

Työtehtävä *

- Vastaava työnjohtaja
- Työnjohtaja
- Työmaainsinööri
- Työpäällikkö
- Harjoittelija
- Muu: _____

Kokemus toimihenkilötehtävistä rakennusalalla *

- Alle 2 vuotta
- 2–5 vuotta
- 6–10 vuotta
- 11–20 vuotta
- Yli 20 vuotta

Rakennuskohde

Rakennuskohde, jossa työskentelet pääasiallisesti tällä hetkellä.

- En työskentele työmaalla (voit ohittaa rakennustyyppin ja toteutusmuodon)

Rakennustyyppi

- Asuinrakennus
- Liikerakennus
- Toimistorakennus
- Teollisuusrakennus
- Hoitoalan rakennus
- Opetusrakennus
- En osaa sanoa
- Muu: _____

Toteutusmuoto

- Kokonaisurakka
- Jaettu urakka
- Projektinjohtourakka
- Suunnittele- ja rakenna –urakka/Kokonaisvastuu-urakka
- Allianssiurakka
- Elinkaarihanke
- En osaa sanoa
- Muu: _____

Arvioi asteikolla 1–5 virheiden merkittävyys. Kuinka paljon haittaa on virheistä?

1 = Olematon haitta 2 = Vähäinen haitta 3 = Jonkinlainen haitta 4 = Merkittävä haitta
5 = Erittäin merkittävä haitta

*

	1	2	3	4	5	
Olematon haitta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin merkittävä haitta

Arvioi asteikolla 1–5 virheiden havaittavuus. Miten helppoa se on tunnistaa työssäsi?

1 = Mahdotonta 2 = Vaikeaa 3 = Haastavaa 4 = Helppoa 5 = Erittäin helppoa

*

	1	2	3	4	5	
Mahdotonta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin helppoa

Odottaminen

Odottamisella tarkoitetaan sitä, että tuotteet, työntekijät tai työvaiheet joutuvat odottamaan toimeettomana.

Esimerkki: Joudut odottamaan joitakin tietoja ennen, kuin pääset aloittamaan työtehtävän.

Arvioi asteikolla 1–5, kuinka paljon odottamista esiintyy työssäsi.

1 = Ei lainkaan 2 = Harvoin 3 = Toisinaan 4 = Usein 5 = Jatkuvasti

*

	1	2	3	4	5	
Ei lainkaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Jatkuvasti

Arvioi asteikolla 1–5 ylikuormituksen merkittävyys. Kuinka paljon haittaa on ylikuormituksesta?

1 = Olematon haitta 2 = Vähäinen haitta 3 = Jonkinlainen haitta 4 = Merkittävä haitta
5 = Erittäin merkittävä haitta

*

	1	2	3	4	5	
Olematon haitta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin merkittävä haitta

Arvioi asteikolla 1–5 ylikuormituksen havaittavuus. Miten helppoa se on tunnistaa työssäsi?

1 = Mahdotonta 2 = Vaikeaa 3 = Haastavaa 4 = Helppoa 5 = Erittäin helppoa

*

	1	2	3	4	5	
Mahdotonta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin helppoa

Ylituotanto

Ylituotanto tarkoittaa, että tehdään jotakin liian paljon, liian aikaisin tai varmuuden vuoksi. Ylituotanto ilmenee esimerkiksi useina kopioina samasta informaatiosta tai raporteina, joita ei koskaan lueta tai ne luetaan vain osittain.

Esimerkki: Sama informaatio tuotetaan useaan eri dokumenttiin.

Arvioi asteikolla 1–5, kuinka paljon ylituotantoa esiintyy työssäsi.

1 = Ei lainkaan 2 = Harvoin 3 = Toisinaan 4 = Usein 5 = Jatkuvasti

*

	1	2	3	4	5	
Ei lainkaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Jatkuvasti

Arvioi asteikolla 1–5 ylituotannon merkittävyys. Kuinka paljon haittaa on ylituotannosta?

1 = Olematon haitta 2 = Vähäinen haitta 3 = Jonkinlainen haitta 4 = Merkittävä haitta
5 = Erittäin merkittävä haitta

*

	1	2	3	4	5	
Olematon haitta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin merkittävä haitta

Arvioi asteikolla 1–5 ylituotannon havaittavuus. Miten helppoa se on tunnistaa työssäsi?

1 = Mahdotonta 2 = Vaikeaa 3 = Haastavaa 4 = Helppoa 5 = Erittäin helppoa

*

	1	2	3	4	5	
Mahdotonta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin helppoa

Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset

Tarkoittaa materiaalien, työvälineiden tai informaation turhaa liikuttamista ja siirtelyä. Sähköisten tiedostojen siirtäminen johtaa usein hukkaan, koska prosessissa syntyy usein useita eri versioita, jotka on jossakin vaiheessa sovitettava yhteen.

Esimerkki: Joudut lähettämään useita sähköposteja tai soittamaan samasta asiasta useaan kertaan saadaksesi vastauksen johonkin asiaan.

Arvioi asteikolla 1–5, kuinka paljon tarpeettomia siirtoja ja kuljetuksia esiintyy työssäsi.

1 = Ei lainkaan 2 = Harvoin 3 = Toisinaan 4 = Usein 5 = Jatkuvasti

*

	1	2	3	4	5	
Ei lainkaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Jatkuvasti

Arvioi asteikolla 1–5 tarpeettomien siirtojen ja kuljetuksien merkittävyys. Kuinka paljon haittaa on tarpeettomista siirroista ja kuljetuksista?

1 = Olematon haitta 2 = Vähäinen haitta 3 = Jonkinlainen haitta 4 = Merkittävä haitta
5 = Erittäin merkittävä haitta

*

	1	2	3	4	5	
Olematon haitta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin merkittävä haitta

Arvioi asteikolla 1–5 tarpeettomien siirtojen ja kuljetuksien havaittavuus. Miten helppoa se on tunnistaa työssäsi?

1 = Mahdotonta 2 = Vaikeaa 3 = Haastavaa 4 = Helppoa 5 = Erittäin helppoa

*

	1	2	3	4	5	
Mahdotonta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin helppoa

Tarpeeton liikkuminen

Tarkoittaa kaikkea tarpeetonta liikkumista tai työskentelemistä. Hukkaa on tiedostojen ja tiedon etsiminen tietokoneelta tai puhelimitse. Kokoukset ovat myös hukkaa, ellei niissä saada tehtyä päätöksiä tai tuotettua tietoa. Työvälineiden ja asioiden etsiminen on myös tarpeetonta liikkumista.

Esimerkki: Tarpeeton ravaaminen työmaalla, selvittelemässä eri asioita ja ongelmia.

Arvioi asteikolla 1–5, kuinka paljon tarpeetonta liikkumista esiintyy työssäsi.

1 = Ei lainkaan 2 = Harvoin 3 = Toisinaan 4 = Usein 5 = Jatkuvasti

*

	1	2	3	4	5	
Ei lainkaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Jatkuvasti

Arvioi asteikolla 1–5 tarpeettoman liikkumisen merkittävyys. Kuinka paljon haittaa on tarpeettomasta liikkumisesta?

1 = Olematon haitta 2 = Vähäinen haitta 3 = Jonkinlainen haitta 4 = Merkittävä haitta
5 = Erittäin merkittävä haitta

*

	1	2	3	4	5	
Olematon haitta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin merkittävä haitta

Arvioi asteikolla 1–5 tarpeettoman liikkumisen havaittavuus. Miten helppoa se on tunnistaa työssäsi?

1 = Mahdotonta 2 = Vaikeaa 3 = Haastavaa 4 = Helppoa 5 = Erittäin helppoa

*

	1	2	3	4	5	
Mahdotonta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin helppoa

Tarpeettomat varastot

Tarpeettomat varastot tarkoittavat töitä, jotka odottavat tekemistä. Varastoja syntyy usein epätasaisista työkuormista. Varastoja voi kertyä esimerkiksi sähköposteihin ja tehtäväluetteloihin. Tarkoittaa myös turhan suuria materiaalivarastoja työmaalla.

Esimerkki: Jos sinulla on kolme työtehtävää suoritettavana, kaksi niistä odottaa "varastossa".

Arvioi asteikolla 1–5, kuinka paljon tarpeettomia varastoja esiintyy työssäsi.

1 = Ei lainkaan 2 = Harvoin 3 = Toisinaan 4 = Usein 5 = Jatkuvasti

*

	1	2	3	4	5	
Ei lainkaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Jatkuvasti

Arvioi asteikolla 1–5 making do:n merkittävyys. Kuinka paljon haittaa on making do:sta?

1 = Olematon haitta 2 = Vähäinen haitta 3 = Jonkinlainen haitta 4 = Merkittävä haitta
5 = Erittäin merkittävä haitta

*

	1	2	3	4	5	
Olematon haitta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin merkittävä haitta

Arvioi asteikolla 1–5 making do:n havaittavuus. Miten helppoa se on tunnistaa työssäsi?

1 = Mahdotonta 2 = Vaikeaa 3 = Haastavaa 4 = Helppoa 5 = Erittäin helppoa

*

	1	2	3	4	5	
Mahdotonta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin helppoa

Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi

Tarkoittaa epäsopivia tietojärjestelmiä ja ohjeita. Tarkoittaa muun muassa tarpeetonta paperityötä. Dokumentoinnin hukalla tarkoitetaan puutteellista ja heikkolaatuista dokumentointia tai ohjeistusta sekä niistä aiheutuvia ongelmia. Informaation kulun estyminen eri rajapinnoissa voi aiheuttaa paljon vääriä tekemisiä tai tekemättä jättämisistä.

Esimerkki: Dokumentointi tehdään puutteellisesti ja arkistoidaan väärään paikkaan.

Arvioi asteikolla 1–5, kuinka paljon epäsopivia menetelmiä ja dokumentointia esiintyy työssäsi.

1 = Ei iainkaan 2 = Harvoin 3 = Toisinaan 4 = Usein 5 = Jatkuvasti

*

	1	2	3	4	5	
Ei iainkaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Jatkuvasti

Arvioi asteikolla 1–5 epäsovivien menetelmien ja dokumentoinnin merkittävyys. Kuinka paljon haittaa on epäsovivista menetelmistä ja dokumentoinnista?

1 = Olematon haitta 2 = Vähäinen haitta 3 = Jonkinlainen haitta 4 = Merkittävä haitta
5 = Erittäin merkittävä haitta

*

	1	2	3	4	5	
Olematon haitta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin merkittävä haitta

Arvioi asteikolla 1–5 epäsovivien menetelmien ja dokumentoinnin havaittavuus. Miten helppoa se on tunnistaa työssäsi?

1 = Mahdotonta 2 = Vaikeaa 3 = Haastavaa 4 = Helppoa 5 = Erittäin helppoa

*

	1	2	3	4	5	
Mahdotonta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin helppoa

Yliprosessointi

Yliprosessointi tarkoittaa tarpeetonta vaivaa, jotta jokin työ saadaan tehtyä. Hukkaa syntyy, kun tuotetaan liian korkea laatua, suhteessa vaatimuksiin. Yliprosessointi on tehotonta työskentelyä, joka aiheutuu tarpeettomista työvaiheista, puutteellisista työmenetelmistä tai huonosta suunnittelusta.

Esimerkki: Työskentelet turhan kauan sellaisen asian parissa, joka ei ole oleellinen.

Arvioi asteikolla 1–5, kuinka paljon yliprosessointia esiintyy työssäsi.

1 = Ei lainkaan 2 = Harvoin 3 = Toisinaan 4 = Usein 5 = Jatkuvasti

*

	1	2	3	4	5	
Ei lainkaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Jatkuvasti

Arvioi asteikolla 1–5 yliprosessoinnin merkittävyys. Kuinka paljon haittaa on yliprosessoinnista?

1 = Olematon haitta 2 = Vähäinen haitta 3 = Jonkinlainen haitta 4 = Merkittävä haitta
5 = Erittäin merkittävä haitta

*

	1	2	3	4	5	
Olematon haitta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin merkittävä haitta

Arvioi asteikolla 1–5 yliprosessoinnin havaittavuus. Miten helppoa se on tunnistaa työssäsi?

1 = Mahdotonta 2 = Vaikeaa 3 = Haastavaa 4 = Helppoa 5 = Erittäin helppoa

*

	1	2	3	4	5	
Mahdotonta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin helppoa

Mitkä kolme hukkatyyppiä ovat merkittävimpiä työssäsi? *

- Virheet
- Odottaminen
- Ylikuormitus
- Ylituotanto
- Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset
- Tarpeeton liikkuminen
- Tarpeettomat varastot
- Making do
- Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi
- Yliprosessointi

Anna käytännön esimerkki työssäsi esiintyvistä hukasta. *

Oma vastauksesi

Avoin palaute

Oma vastauksesi

LIITE B: TAPAUSTUTKIMUKSEN SEURANTALOMAKE



Hukan kartoittaminen toimihenkilöiden työssä

Nimi:

(Nimeä ei julkaista missään, vaan se on ainoastaan tutkimuksen tekijälle tiedoksi)

Työtehtävä:

Työmaa:

(Työmaata ei julkaista missään, vaan se on ainoastaan tutkimuksen tekijälle tiedoksi)

Lomakkeen täyttöohje:

- Lue aluksi oikealla olevat hukkatyypit läpi.
- Kirjaa jokaisen päivän kohdalle ilmennyt hukka tai hukat (1-11) ja sen kesto 15 minuutin tarkkuudella. Kirjaa myös viikkonumero vaakariville viikonpäivien ylle.
- Tee kirjaukset viiden (5) työpäivän ajalta. Kirjaukset tehdään kello 7-16 väliltä.
- Kerro tiiviisti avoimeen osioon, minkälaisissa tilanteissa hukkaa ilmeni ja muita mahdollisia tarkennuksia. (Avoin osio on seuraavalla taulukkosivulla)
- Kun olet täyttänyt lomakkeen, lähetä se sähköpostilla osoitteeseen:
(pdf tai excel -tiedosto)
- Jos sinulla tulee mitä tahansa kysyttävää, niin ole yhteydessä:

Esimerkki lomakkeen täyttamisestä:

Viikko:	26	26	26
Kellonaika	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko
7-8		Hukka 3, 30min	
8-9	Hukka 2, 15min		
9-10		Hukka 5, 15min Hukka 6, 15min	

Esimerkissä on aloitettu seurantalomakkeen täyttäminen maanantaina, jolloin kello 8-9 ilmeni hukkaa numero 1, noin 15 minuutin ajan.

Tiistaina kello 7-8 välillä ilmeni hukkaa numero 3, noin 30 minuutin ajan. Lisäksi kello 9-10 esiintyi hukkia numero 5 ja 6, molempia noin 15 minuutin ajan.

Keskiviikkona ei ilmennyt mitään hukkaa kello 7-10 välillä.

Jne.

Lomakkeen täyttäminen on aloitettu viikon 26 alussa.

Seurantalomake

Viikko:					
Kellonaika	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai
7-8					
8-9					
9-10					
10-11					
11-12					
12-13					
13-14					
14-15					
15-16					

Hukka:
Hukka tarkoittaa toimintaa, joka kuluttaa aikaa ja resursseja mutta ei lisää arvoa lopputuotteeseen. Se on siis kaikenlaista tehottomuutta, joka on seurausta materiaalin, työvoiman tai pääoman käytöstä suuremmassa määrin, kuin on tarpeellista.
Hukalla tarkoitetaan siis kaikkea toimintaa, joka ei tuota arvoa asiakkaalle ja josta asiakas ei haluaisi maksaa.
Arvo tarkoittaa sitä, mistä asiakas on valmis maksamaan.

Hukkatyypit:

1	Virheet	Virheillä tarkoitetaan kaikkea työtä, joka ei täytä sen vaatimuksia. Myös virheiden korjaaminen on hukkaa. Virheitä, jotka ovat hukkaa ovat muun muassa virheellinen tai puutteellinen tieto, toimeksiannot ja ohjeet, joita on selvennettävä sekä mikä tahansa informaatio, joka pitää tehdä uudestaan. Esimerkki: Aliurakoitsija tekee työn virheellisesti, huonosti annettujen ohjeiden tai valvonnan puutteen takia.
2	Odottaminen	Odottamisella tarkoitetaan seuraavan työvaiheen, työkalun tai materiaalin odottamista. Se voi tarkoittaa myös työn puutetta esimerkiksi viivästysten ja pullonkaulojen takia. Odottamista on tuotteiden, työntekijöiden tai työvaiheiden toimeettomuus. Esimerkki: Joudut odottamaan joitakin tietoja ennen, kuin pääset aloittamaan työtehtävän.
3	Ylikuormitus	Ylikuormitus tarkoittaa liian suurta työkuormaa. Ylikuormitus voi aiheuttaa virheitä sekä heikentää työn laatua, työturvallisuutta ja keskittymiskykyä. Esimerkki: Sinulla on liian monta työtehtävää ja hoidettavaa asiaa, jotka kaikki tulisi tehdä pikimmiten.
4	Ylituotanto	Ylituotanto tarkoittaa jonkin asian tekemistä liian aikaisin, liian paljon tai varoiksi. Se on tuotteiden tuottamista, joita ei ole tilattu. Ylituotanto ilmenee esimerkiksi useina kopioina samasta informaatiosta tai raporteina, joita ei koskaan lueta tai ne luetaan vain osittain. Esimerkki: Sama informaatio tuotetaan useaan eri dokumenttiin.

5	Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset	Tarkoittaa materiaalien, työvälineiden tai informaation turhaa liikkuttamista ja siirtelyä. Sähköisten tiedostojen siirtäminen johtaa usein hukkaan, koska prosessissa syntyy usein useita eri versioita, jotka on jossakin vaiheessa sovitettava yhteen. Esimerkki: Joudut lähettämään useita sähköposteja tai soittamaan samasta asiasta useaan kertaan saadaksesi vastauksen johonkin asiaan.
6	Tarpeeton liikkuminen	Tarkoittaa kaikkea tarpeetonta liikkumista tai työskentelemistä. Hukkaa on tiedostojen ja tiedon etsiminen tietokoneelta tai puhelimitse. Kokoukset ovat myös hukkaa, ellei niissä saada tehtyä päätöksiä tai tuotettua tietoa. Työvälineiden ja asioiden etsiminen on myös tarpeetonta liikkumista. Esimerkki: Tarpeeton ravaaminen työmaalla, selvittelemässä eri asioita ja ongelmia.
7	Tarpeettomat varastot	Tarpeettomat varastot tarkoittavat töitä, jotka odottavat tekemistä. Varastoja syntyy usein epätasaisista työkuormista. Varastoja voi kertyä esimerkiksi sähköposteihin ja tehtäväluetteloihin. Tarkoittaa myös turhan suuria materiaaliavarastoja työmaalla. Esimerkki: Jos sinulla on kolme työtehtävää suoritettavana, kaksi niistä odottaa "varastossa".
8	Making do	Making-do tarkoittaa tehtävän aloittamista ennen kuin kaikki panokset eli edellytykset työhön ovat saatavilla. Panoksilla tarkoitetaan esimerkiksi materiaaleja, työkaluja, koneita, työntekijöitä, suunnitelmia ja olosuhteita. Esimerkki: Annat käskyn aloittaa työn, vaikka jokin sen edellytyksiä puuttuu.
9	Epäsopivat menetelmät ja dokumentointi	Tarkoittaa epäsopivia tietojärjestelmiä ja ohjeita. Tarkoittaa muun muassa tarpeetonta paperityötä. Dokumentoinnin hukalla tarkoitetaan väärin tai puutteellisesti tehtyä dokumentointia tai ohjeistusta sekä niiden takia syntyviä ongelmia. Informaation kulun estyminen eri rajapinnoissa saattaa aiheuttaa työn väärin tekemistä tai tekemättä jättämistä. Esimerkki: Dokumentointi tehdään puutteellisesti ja arkistoidaan väärään paikkaan.
10	Yliprosessointi	Yliprosessointi tarkoittaa tarpeetonta vaivaa, jotta jokin työ saadaan tehtyä. Hukkaa syntyy, kun tuotetaan liian korkeaa laatua suhteessa vaatimuksiin. Yliprosessointi on tehotonta työskentelyä, jota syntyy ylimääräisistä työvaiheista, sopimattomista työmenetelmistä tai suunnitelmien ja ohjeiden puutteista. Esimerkki: Työskentelet turhan kauan sellaisen asian parissa, joka ei ole oleellinen.
11	Muu	Jokin muu häiriö tai ongelmatilanne työskennellessä. (kerro mikä, avoimeen osioon)

Nimi: _____

Avoim osio

Viikko: _____ Maanantai	Viikko: _____ Tiistai	Viikko: _____ Keskiviikko	Viikko: _____ Torstai	Viikko: _____ Perjantai

Avoimen osion täyttöohje:

-Kirjaa taulukkoon, minkälaisissa tilanteissa hukkaa ilmeni ja muita mahdollisia tarkennuksia.

-Vastaa tiiviisti muutamalla lauseella.

-Kirjaa myös viikkonumero, jotta kahdelle eri viikolle jakautuneet kirjaukset voidaan erottaa toisistaan.

Esimerkki täyttämisestä:

Viikko: 26 Maanantai
Hukka 2: Jouduin odottamaan aliurakoitsijoita, joiden olisi pitänyt tulla aamulla klo. 8:00 työmaalle. Tämän takia jouduin soittamaan useamman puhelun ja selvittämään, mikä on ongelmana.