



Laatuhukan eliminoiminen taitorakenneurakassa

Henri Klemi

OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2019

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Infrarakentaminen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Infrarakentaminen

KLEMI, HENRI:
Laatuhukan eliminointi taitorakennusmaalla

Opinnäytetyö 27 sivua, joista liitteitä 4 sivua
Maaliskuu 2019

Opinnäytetyön tavoitteena oli merkittävimpien laatuhukkioiden tunnistaminen ja eliminointi taitorakennusmaalla. Tarkoituksena oli selvittää merkittävimmät laatuhukkaa aiheuttavat tekijät taitorakennusmaalla ja etsiä keino näiden hukkioiden vähentämiseksi tai kokonaan poistamiseksi. Teoriaosuudessa laatuhukkaa lähestyttiin Lean-rakentamisen ja rakennusteollisuudessa yleisesti olevien toimintatapojen näkökulmasta.

Merkittävimmiksi laatuhukkaa aiheuttaviksi tekijöiksi taitorakennusmaalla todettiin ammattitaidon puute, materiaalien heikko laatu, suunnitelmien puutteellisuus sekä piittaamattomuus työtä kohtaan. Työn tuloksena syntyi yksinkertainen step-by-step-tyyppinen työkalu työnjohtajan tueksi laatuhukan eri muotojen vähentämiseksi tai kokonaan poistamiseksi.

Taitorakennusmaalla, kuten myös muillakin rakennusmailla, yleistä hukkaa sekä laatuhukkaa aiheuttavat tekijät ovat usein melko itsestäänselvyksiä, mutta päätyvät unohtumaan niin nuorilta kuin myös kokeneemmiltakin työnjohtajilta. Tästä syystä työkalu päädyttiin pitämään yksinkertaisena muistilistana, jotta sen noudattaminen olisi mahdollisimman vaivatonta.

Kun valmis työ ei vastaa laatukriteereiltään haluttua tulosta, on tapahtunut laatuhukkaa. Laatuhukan syntymiseen vaikuttavia tekijöitä on vaikea poistaa, joskin ne ovat helposti havaittavissa. Työkalun ohjeiden mieleen painaminen ja niiden noudattaminen jokapäiväisissä rutiineissa auttaa työnjohtajaa vähentämään työmaalla tapahtuvaa hukkaa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Civil Engineering

Henri Klemi:
Eliminating Quality Loss in a Complex-Structure Project

Bachelor's thesis 27 pages, appendices 4 pages
March 2019

The aim of this thesis was to identify and eliminate the most significant quality losses in complex-structure projects. The aim was to find out the most significant factors of quality loss and to look for a way to reduce or eliminate quality loss. In the theoretical part, quality loss was approached from the point of view of Lean's construction and delivery methods generally found in the construction industry.

The most significant quality loss factors at the construction site were lack of skills, poor quality of materials, lack of plans, and disregard for work. As a result, a simple step-by-step type tool was created to support the supervisor to reduce or completely eliminate the various forms of quality loss.

On the skill structure construction site, as well as on other construction sites, factors that cause general waste and quality loss are often quite self-evident, but they often end up being forgotten by both young and experienced supervisors. For this reason, the tool was a simple memory list to make it as easy as possible for supervisors to use it.

It is easy to perceive quality waste as a concept: when the finished work does not match the desired result defined in the quality criteria, then there has been some quality loss. It is more difficult to remove the factors affecting the quality loss, although they are easily detectable. Memorising these factors and observing them in everyday routines helps the supervisor to reduce the waste on the site.

Key words: quality loss, skill structure, lean

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Johdanto	5
1.2	Työn rajaus	5
2	LEAN	6
2.1	Leanin alkujuuret	6
2.2	Leanin periaate.....	7
2.2.1	Asiakas	7
2.2.2	Yksinkertaisuus	8
2.2.3	Hukka	8
2.2.4	Prosessi.....	10
2.2.5	Pullonkaula.....	11
2.2.6	Ongelmien ja virheiden estäminen.....	12
2.2.7	Gemba	12
3	LAATUHUKKA	13
3.1	Suunnittelu	13
3.1.1	Laadun koostuminen	14
3.2	Rakentaminen	15
3.2.1	Ammattitaito	16
3.2.2	Materiaalit	16
3.2.3	Työvirheet	16
3.3	Laatuhukan vähentäminen	17
4	TYÖKALU LAATUHUKAN VÄHENTÄMISEEN	18
4.1	Pohjustaminen.....	18
4.2	Työkalun rakentaminen	19
4.2.1	Työvaiheiden suunnittelu.....	19
4.2.2	Työmenetelmät.....	19
4.2.3	Perehdyttäminen.....	20
4.2.4	Materiaalit	20
4.2.5	Valvonta, seuranta, havainnointi.....	20
4.2.6	Valokuvaus.....	21
5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	22
	LÄHTEET.....	23
	LIITTEET	24
	Liite 1. Laatuhukan vähentämisen työkalu.....	24

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on jatkoa opinnäytetyölle Hukan vähentäminen taitorakenneurakassa (Malinen, 2017), jossa selvitettiin kolme merkittävintä työmaalla esiintyvää hukkaa YIT Rakennus Oy Infrapalveluiden väylät, sillat ja maarakentamisen (IVM) taitorakenneurakoissa.

1.1 Johdanto

Yhdeksi merkittävimmäksi hukkatyypiksi tutkimuksen mukaan nousi haastattelujen perusteella laatuhukka. Laatuhukkaa aiheuttaa rakentamisessa niin työntekijöiden kuin työnjohdon heikko ammattitaito, materiaalien huono laatu, puutteelliset suunnitelmat sekä välinpitämättömyys työtä kohtaan. Nämä seikat kulmineituvat lähes aina työvirheisiin ja jo kertaalleen tehty työ joudutaan tekemään toistamiseen. Tätä on laatuhukka rakentamisessa.

Lean on ajankohtainen johtamisfilosofian malli rakentamisessa, joskaan se ei ole uusi keksintö prosessin tuottavuuden parantamiselle. Leanrakentamisen perustana on arvoa tuottamattoman toiminnan karsiminen pois, joka mahdollistaa työn suorittamisen vähäisemmällä resursseilla ja tällä on suora vaikutus rakennusprosessin hintaan ja läpimenoaikaan, jotka tuottavat arvoa asiakkaalle.

1.2 Työn rajaus

Työssä selvitetään merkittävimmät laatuhukkaa aiheuttavat tekijät taitorakenneurakassa ja etsitään keinoja näiden hukkien vähentämiseen tai kokonaan poistamiseen.

Laatuhukan vähentämistapoja lähestytään Lean toimintamallin näkökulmasta, Leanrakentamisen ja yleisesti rakennustyömailla käytössä olevien toimintatapojen pohjalta.

Laatuhukkien yhtenäisen hallinnan keinoksi kehitetään yksinkertainen step-by-step-tyyppinen työkalu, jota käyttämällä laatuhukka voidaan tunnistaa ennen sen syntymistä, ehkäistä tyyppillinen jo tunnettu laatuhukka ja miten laatuhukkaa voidaan mahdollisimman tehokkaasti leikata tai jopa kokonaan poistaa.

2 LEAN

Tässä kappaleessa paneudutaan Leanin-ajattelun syntyperään, periaatteisiin, johtamiseen ja käytännön esimerkein siihen, mitä Lean käytännössä on.

2.1 Leanin alkujuuret

Ennen Leania elettiin massatuotannon aikaa, joka tuli teollisuuteen 1900-luvun alussa. Toisen maailmansodan jälkeen kysyntä oli kovaa ja massatuotanto oli tehokkain tapa tuottaa lähes mitä tahansa tuotetta käsityötuotannon sijaan. Massatuotannon kannalta merkittävä vaihe oli Henry Fordin tuoma kokoonpanolinja autojenvalmistuksessa, minkä taustalla oli Frederick W. Taylorin idea tieteellisestä liikkeenjohdosta. Oleellisin syy massatuotannon alkuun oli kuitenkin osien helppo vaihdettavuus ja niiden yksinkertainen liittäminen toisiinsa. Tämä innovaatio standardoidusta työstä mahdollisti kokoonpanolinjan ja tuotteiden jatkuvan virtauksen. (Womack, Jones & Roos 1990.)

Alun perin Henry Fordin tuotantoideasta kypsynyt ja kehittynyt Toyota Production System on ollut pohjana Leanin syntymiselle. Mittausteknologian ja kovametallin kehityskulku 1900-luvun aikana mahdollisti katkeamattoman virtauksen Fordin tehtaille. Jo 1930-luvulla Saksassa käytettiin eräällä lentokonetehtaalla tahtiaikaa lentokoneiden osien kokoonpanossa. Mitsubishi teki tuolloin yhteistyötä saksalaisien kanssa, mitä kautta nämä periaatteet siirtyivät Japaniin, josta edelleen Toyotalle. Kun maailmansodat olivat tulleet päätökseen, alkoi Toyotalla tuolloin työskennellyt tuotantomenetelmien asiantuntija Taiichi Ōno yhdistellä näitä tuntemiaan oppeja ja jalostamaan niistä omiansa. (Leanin Historiaa, 2019.)

”Lean on lyhyesti sanottuna toimintastrategia, joka korostaa virtaus-, eikä resurssitehokkuutta. Lean on toisin sanoen strategia, jolla pyritään siirtymään tehokkuusstrategiassa oikealle ja ylöspäin”. (Modig & Åhlström 2016.) Leanilla kehitetään siis prosessin läpimenoaikaa ja poistetaan turhat, arvoa tuottamattomat ja turhat työvaiheet, jotka hidastavat lopputuotteen valmistumista.

2.2 Leanin periaate

Lean keskittyy asiakaslähtöiseen prosessinjohtamiseen, missä virtaus maksimoidaan (exit rate) ja hukka minimoidaan tai poistetaan kokonaan. Lean on siis, toiminta- ja ajattelu-tapa, jossa hukan poistamisella maksimoidaan virtausta ja jalostusarvon osuutta. Lean käsitetään yleensä vain hukan poistamisen työkaluna, eikä ymmärretä sen merkitystä läpimenoajan lyhentäjänä, eli sen perimmäistä tarkoitusta. Läpimenoajan lyhentäminen on sen yksi keskeisimmistä päätavoitteista, jos läpimenoaika ei laske, ei todennäköisesti saavuteta taloudellisia parannuksia. (Yleistä Leanista, 2019.)

Lean-ajattelu sisältää kolme tärkeää vaihetta:

- Määrittele arvo asiakkaan kannalta: mikä on hyödyllistä ja tarpeellista? Mitkä työt lisäävät arvoa asiakkaalle, mistä hän maksaa tai on valmis maksamaan.
- Tekemisen arvoketju: Kuvataan nykytilanne esimerkiksi seinälle projektiin osallistuvien henkilöiden kanssa. Näin tunnistetaan parantamistarpeet, pullonkaulat ja mahdolliset piilevät hukat. Toteumatiedon analysointi on tärkeää, jotta saadaan faktapohjainen kuva nykytilasta.
- Tehdään vain kaikki tarpeellinen, jotta saadaan aikaan virheetön ja sujuva virtauskulk. Pullonkaulojen laventaminen, hukan poistaminen, päivittäisjohtaminen sekä monien muiden Lean-menetelmien käyttäminen.

2.2.1 Asiakas

Lähes kaikkien organisaatioiden perustehtävänä on asiakkaiden tarpeiden täyttäminen. Tuotteen tai palvelun arvo pyritään kasvattamaan mahdollisimman suureksi asiakkaan kannalta. Yrityksen toimintaa tulee optimoida jatkuvasti ajatuksella ”asiakkaan hyväksi”, ei siis organisaation sisäisten toimintojen kannalta. (Strömmer & Järvinen, 2017.) Kun yritykset tuottavat palvelujaan tai tuotteitaan, on niiden ostajana aina asiakas, ilman asiakkaita ei olisi yrityksiä. Organisaation tulee pitää asiakkaistaan kiinni kehittämällä itseään ja tätä kautta tuottamaan enemmän arvoa nykyisille ja tuleville asiakkailleen. Olemassa olevat asiakkaat ovat yritykselle halvempia pitää, kuin hankkia uusia, joten kehityksen suunnan tulee olla nousujohteista.

2.2.2 Yksinkertaisuus

Leanissa päämääränä on selkeys ja yksinkertaisuus, olipa kyseessä toiminta, teknologia, johtaminen, mittaaminen tai mikä tahansa muu osa-alue. Asioiden visualistaminen ja havainnollistaminen ovat tyypillisiä Lean-ajattelulle. (Strömmer & Järvinen, 2017.) Taitorakentamisessa tämä voisi tarkoittaa yhdenmukaisia ja selkeitä asiakirjapohjia, joista on karsittu turhat tiedot pois, mittaus- ja koordinaattijärjestelmien yhdenmukaisuutta kaikilla hankkeen osapuolilla sekä sitä, että rakentamisessa edetään aina samalla kaavalla, jolloin työvaiheista tulee tuttuja ja niitä on helppo kehittää vielä selkeämmiksi ja yksinkertaisemmiksi

2.2.3 Hukka

Hukka voidaan mieltää ja käsittää monella eritapaa ja yleisimmin Lean käsitetään vain hukan poistamisen työkaluna, jota se yksinään ole. Työvaiheet ja toiminnot, jotka eivät tuota asiakkaalle lisäarvoa, mutta kasvattavat kustannuksia, syövät resursseja tai aikaa, mielletään hukkana. Alla olevassa listauksessa esitetään yleisiä hukan ilmenemismuotoja taitorakentamisessa:

- Ylituotanto
- Varastot
- Kuljetukset ja siirrot
- Laatu hukka
- Prosessihukka
- Työvaihe hukka
- Odotus

Näistä seitsemästä hukan ilmenemismuodosta oli taitorakentamisentyönjohtaja Antton Malinen (2017) selvittänyt kolme merkittävintä hukkaa taitorakenneurakassa. Nämä kolme hukkaa olivat painoarvojärjestyksessä laatu hukka, kuljetukset ja siirrot ja kolmantena prosessihukka (Malinen 2017). Koska tämä opinnäytetyö keskittyy laatu hukan poistamiseen, käsitellään sitä myöhemmin tarkemmin.

Yllä lueteltujen yleisien hukkamuotojen lisäksi taitorakenneurakassa hukkaa voi aiheuttaa myös ”multitasking”, joka aiheuttaa töiden keskeytyksiä niin työnjohtajilla kuin myös työntekijöillä. Alla olevassa taulukossa Hyvärinen on kuvannut eri hukkatyyppien lähteitä (TAULUKKO 1.). Toimimattomat tai puutteelliset toimintajärjestelmät voivat aiheuttaa hukkaa, jos niitä ei osata vielä hyödyntää eikä saada täyttä potentiaalia irti. Jo kertaalleen käytettyjen materiaalien hyödyntäminen taitorakentamisessa on mielestäni hyvällä tasolla, hyvänä esimerkkinä puutavaran kierrättäminen muotti- ja telinerakentamisessa. Esimerkiksi useamman sillan kattavassa rakennusprojektissa telinesuunnitelmat voidaan laatia siten, että jo aiemmin rakennettujen siltojen telinemateriaaleja voidaan hyödyntää seuraavissa silloissa.

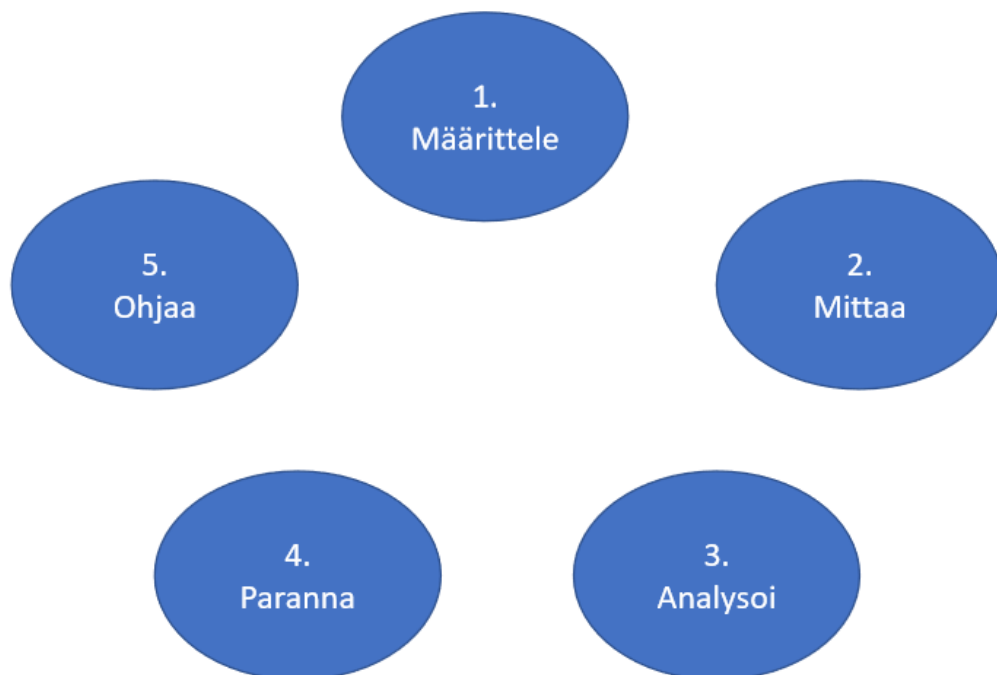
TAULUKKO 1. (Hyvärinen 2014, 4)

	Muunnos	Virtaus	Arvotuotto
Tuotantolähde	Materiaalit, koneet, energia ja työvoima	Aika	
Hukan tyyppi	Materiaalihukka	Aikahukka	Arvohukka
Hukka	<ol style="list-style-type: none"> 1. Materiaali, joka ei päädy käyttöön 2. Materiaalien epäoptimaalinen käyttö 3. Koneiden, energian ja työvoiman epäoptimaalinen käyttö 	<p>Työvirrassa</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. (Ihmisten) tarpeeton liikkuminen 2. Tarpeeton työ 3. Työn tekeminen tehottomalla tavalla 4. Odottaminen <p>Tuotantovirrassa</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Tilassa ei tehdä töitä 6. Materiaalit odottavat työstä 7. (Materiaalien) tarpeettomat siirrot 	<p>Itse tuotteessa</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Laadun puute 2. Suunnitellun käytön puute <p>Tuotteen tuotannossa aiheutuvat</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Vahingolliset päästöt 4. Vammat ja työperäiset sairaudet

2.2.4 Prosessi

Jokapäiväisessä työvaiheiden suunnittelussa, omassa tekemisessä, yhdessä tekemisessä, työn valvomisessa ja työntekijöiden toiminnassa tulee keskittyä ajattelemaan työn kulkua ja laatua asiakkaan näkökulmasta. Ovatko kaikki työvaiheet tarpeellisia vai voidaanko niitä karsia tai keventää, jotta prosessi olisi jouhevampi ja tätä kautta asiakkaalle tuotteliaampi, kun resursseja hyödynnetään tehokkaasti ja prosessia kiritään.

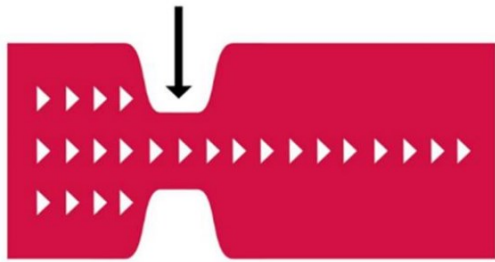
Päivi Strömmerin ja Tomi Järvisen (2017, 5) ajatus prosessin tehostamisesta kuuluu seuraavasti: ”Ajattele tekemisiä ja organisoi toiminta asiakkaan kannalta. Keskity siihen, miten eri työketjujen vaiheissa tuotetaan arvoa asiakkaan tarpeen täyttämiseksi ja miten tarve saadaan täytettyä mahdollisimman sujuvasti. Kuvaa prosessiä siinä työskentelevien henkilöiden kanssa, jotta ymmärrätte kokonaisuuden paremmin ja samalla tavalla.” Ongelmien ratkaisujen helpottamiseksi, Lean Six Sigmalla on viiden kohdan tarkistuskaava joka nähdään alla (KUVIO 1.).



KUVIO 1. Ongelmien parannus Lean Six Sigmalla, Lean Six Sigma DMAIC, 2018

2.2.5 Pullonkaula

Pullonkaulalla (KUVA 1.) tarkoitetaan sitä, että edessä on pitkä työurakka ja sitä hidastaa jokin vaihe, tekemistä on enemmän kuin resursseja. Työtehtävien kestot ja työläydet voivat vaihdella niin, että tasapainoa on hankala tavoittaa työmäärän ja resurssien kesken. (Strömmer & Järvinen, 2017.)



KUVA 1. Pullonkaula, Strömmer & Järvinen 2017

Taitorakentamisessa pullonkauloja voivat olla esimerkiksi suunnitelmien saamisen viivästyminen. Resursseja olisi käytettävissä seuraavan työvaiheen aloittamiseen, mutta suunnitelmat eivät ole valmiina, joten työtä ei päästä aloittamaan. Myös resurssit voivat aiheuttaa pullonkaulan projektin etenemiselle. Toisin kuin suunnitelmissa resurssit voivat olla esteenä työn aloittamiselle tai jatkamiselle, suunnitelmat ovat paikkaansa pitävät ja valmiit, mutta liian vähäiset resurssit hidastavat työn etenemistä.

Esimerkkinä tällaisista pullonkauloista voidaan käyttää sitä, että muottityöt ovat valmiina, mutta rauditusryhmä on kiinni jossain muussa kohteessa, jolloin raudoittaminen viivästyy. Tämänlaisen pienen pullonkaulan korjaaminen voidaan kuitenkin helposti suorittaa töiden oikealla tahdistamisella.

2.2.6 Ongelmien ja virheiden estäminen

Lean-ajattelussa päämääränä on ongelmien ja virheiden estäminen ennen niiden syntyä. Ongelmat ja virheet tulee mieluummin estää, kuin korjata ja pohtia ratkaisuja niiden ratkaisemiseksi. Työvaiheiden esille tuonti, niiden standardisointi ja jatkuva kehittäminen pienentävät virhemahdollisuuksia ja ongelmien syntyä. Virheiden ja ongelmien syntymistä voidaan myös estää kehittämällä ns. virheen estimiä, ne voivat olla fyysisiä tai vakioituja toimintatapoja. (Strömmer & Järvinen 2017.) Virheen estimiksi rakentamisessa voidaan lukea mm. MVR-mittaukset, työvaiheiden työ- ja laatusuunnitelmat ja valvonta. MVR-mittaukset ja valvonta vähentävät ongelmien syntymistä tapaturmien muodossa ja työ- ja laatusuunnitelmat pienentävät rakennusvirheiden syntymistä.

2.2.7 Gemba

Työvaiheet ja tekotavat tulee ymmärtää, mene paikan päälle! Työnteon seuraaminen ja havainnointi pitää työstä vastaavan henkilön ajan tasalla ja auttaa ymmärtämään miten asiat hoidetaan ja miksi kaikki ei ehkä suju niin kuin pitäisi sujua. (Strömmer & Järvinen 2017.) Työnjohtamista ei tule tehdä pelkästään työhuoneesta käsin, työtä johdetaan siellä missä työ tapahtuu. On tosin väistämätöntä, että työnjohtaja voisi olla jatkuvasti siellä missä työtä tehdään, mutta hyvänä nyrkkisääntönä voisi pitää 80/20 ajattelua, jossa 80% työpäivästä ollaan työmaalla ja 20% hoitamassa paperihommia.

3 LAATUHUKKA

Tämän jakson tarkoitus on käsitellä mitä laatuhukka on, missä sitä ilmenee, missä muodoissa laatuhukkaa ilmenee ja kuinka sitä voidaan vähentää.

Laatuhukka voi ilmetä muun muassa puutteellisina suunnitelmina, liian suppeina esiselvitystöinä hankkeen suhteen, materiaalien huonona laaduna sekä työn suorittajien ja työnjohdon heikkona ammattitaitona, jotka johtavat usein työvirheisiin. Piittaamattomuus työtä kohtaan sekä inhimilliset erehdykset johtavat myös laadun kärsimiseen. Urakoitsijoiden valinnassa suurin painoarvo annetaan usein hinnalle, jolloin suorittajan ammattitaito ei välttämättä kohtaa vaadittua laatua, jolloin laatuhukan mahdollisuus on suuri. (Malinen 2017.)

3.1 Suunnittelu

Suunnittelunprosessin laatuun vaikuttaa suunnittelijaryhmän keskinäinen toiminta. Kommunikoivatko suunnittelijat keskenään ja sujuuko kommunikointi urakoitsijan kanssa. Suunnittelijoiden ammattitaito, käytännön työmaakokemus suunniteltavasta rakenteesta tai kokonaisuudesta vaikuttavat suuresti suunnitelmien onnistumiseen. On myös erittäin tärkeää pitää yllä suunnittelijoiden ja urakoitsijan välistä kommunikointia. Näin saadaan selville mahdolliset suunnitelmien ristiriitaisuudet tai jos jokin vaihe on mahdotonta toteuttaa suunnitellulla tavalla tai jos urakoitsijalla olisi parempi tapa suorittaa työ. (Niemi 2017, 5.)

Tilaaajan ja käyttäjän huomioiminen laatu- ja käyttökulmasta on tärkeää, palveleeko suunniteltu ratkaisu käyttäjien toivomalla tavalla. Jokin ratkaisu saattaa vaikuttaa erittäin hienolta ja toimivalta, mutta onko se toivottua rakenteen laatu- ja toimintaedellytykset huomioon ottaen. Myös rakenteen sovittaminen muuhun ympäristöön on tärkeänä osana laadukkaassa suunnittelussa.

3.1.1 Laadun koostuminen

Arkkitehti Olli Niemisen (2015, 7) mukaan rakennusprosessin suunnittelun laatu koostuu seuraavalla tavalla:

- Hankkeen käynnistäminen
 - Ammattitaitoiset suunnittelijat ja asiantuntijat
- Luonnosvaiheen suunnittelu
 - Toimivat ja kestävät perusratkaisut
 - Riittävät tilavaraukset
- Rakennuslupavaihe
 - Määräystenmukaisuus
- Toteutusvaiheen suunnittelu
 - Suunnitelmien oikeellisuus ja yhteensopivuus
 - Ristiriidattomuuden varmistaminen
- Rakentamisvaihe
 - Valvonta, yhteistyö
 - Ammattiylpeys

Kun suunnittelussa ei päästä laatutavoitteisiin virheet tulee tunnistaa, korjata ja tehdä tarvittavat toiminnalliset muutokset. Mistä virhe on aiheutunut, onko johtunut suunnitelma- virheestä tai suunnitelmien ristiriitaisuudesta. Onko rakennettu suunnitelmien mukaan tai olisiko rakennus- tai laatuvirhe pitänyt huomata aiemmin. Onko mahdollista jatkaa toteutuneella rakennustavalla vai puretaanko ja korjataan virhe.

Suunnittelun laatuvirheestä voidaan käsitellä esimerkkinä tukimuurin toteutuneen rakennuspaikan koordinaatteja. Huomataan tukimuurin valmistumisen jälkeen, että tukimuuri on rakennettu 50cm lähemmäs tulevaa väylää, kuin suunnitelmassa oli merkitty. Näin suuren rakennusvirheen selvittelyyn käytetään paljon aikaa. Virheen aiheuttajan löydyttyä selvitetään oikea ratkaisu virheen korjaamiseksi. Olisiko esimerkiksi mahdollista muuttaa tulevan väylän geometriaa siten, että tästä ei aiheudu ongelmaa. On myös selvitettävä, aiheutuuko virheestä kustannuksia ja kuka niistä on vastuussa.

3.2 Rakentaminen

Taitorakentamisessa laatu hukkaa aiheuttavat tekijät ovat melko samanlaisia, kuin missä muussakin tahansa infrarakentamisessa. Työ tehdään aina ulkona sään armoilla ja vain rakennusaikaan voidaan vaikuttaa, kiireisin aika painottuu yleensä betonirakentamisen kannalta kesäkuukausiin eli siihen aikaan, kun vuorokauden keskilämpötila on yli viisi astetta.

Taitorakentamisessa olevia tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa laatu hukkaa:

- Suunnitteluratkaisut
 - Uudenlaiset suunnitteluratkaisut, joita aiemmin ei olla rakennettu. Taitorakenteet eivät ole kappaletavaraa, vaan aina suunniteltu palvelemaan juuri kyseistä kohdetta varten ja näin ovat yksilöllisiä.
- Sääolosuhteet
 - Muuttuvat sääolosuhteet on otettava huomioon ja tuottavat lisätyötä esimerkiksi betonitöissä.
- Hankkeen kesto ja laajuus
 - Suunnitelmamuutokset rakentamisen edetessä sekä eri tekniikkalajien suunnitelmien ristiriitaisuudet.
 - Laajoissa hankkeissa yhteistyön merkitys on suuri ja otettava huomioon useat toimijat.

3.2.1 Ammattitaito

Laatuhukkaa taitorakentamisessa voi aiheuttaa työntekijöiden niin kuin myös työnjohdon ammattitaidon puute, jotka johtavat usein työvirheisiin tai prosessin kunnolla optimoimatta jättämiseen, mikä on myös laatuhukkaa, kun ei pystytä tekemään työtä laadukkaasti. Työmaapäällikkö Mikko Sipiläisen (2019), mukaan ammattitaidon puute on yksi suurimmista laatuhukkaa aiheuttavista tekijöistä. Jo aikaisemmin mainitut inhimilliset virheet korostuvat vähemmän kokemusta omaavilla työntekijöillä. Niin kuin aliurakoitsijoiden valinnassa, myös työntekijöiden valinnassa kiinnitetään suurta huomiota hintaan. Halvempi työntekijä voi tuntua houkuttelevammalta palkata tekemään jokin työ, mutta kalliimpi työntekijä on usein itsenäisempi ja aikaansaa laadukkaampaa jälkeä, jolloin valvonnan määrää voidaan vähentää.

3.2.2 Materiaalit

Materiaalien laatu korreloi suoraan lopputuotteen laatuun, laadukkailla materiaaleilla aikaan saadaan laadukas lopputuote ja huonoilla huono. On myös muistettava, että laadukkaitakin materiaaleja on mahdollista saada huokeampaan hintaan, kun materiaalitilaukset tehdään hyvissä ajoin ja suurempina erinä. Aina tämä ei kuitenkaan ole mahdollista. Laadukkaatkaan materiaalit eivät kuitenkaan ole tae laadukkaalle ja käyttäjää palvelevalle loppuratkaisulle. Työtekniikat ovat myös oltava materiaalille ja suunnitelmaratkaisulle sopivat, jotta saadaan paras mahdollinen hyöty laadukkaasta materiaalista.

3.2.3 Työvirheet

Työvirheitä aiheuttavia tekijöitä on monia. Suunnitelmaratkaisuiden oikominen, hyvän rakentamistavan noudattamatta jättäminen, jo useasti mainittu ammattitaidon sekä ammattitilpeyden puute sekä inhimilliset erehdykset. Tällaiset työvirheet ovat kuitenkin lähes aina mahdollista poistaa työntekijöiden kunnollisella perehdyttämisellä ja sitouttamisella työhön muun muassa työvaihekohtaisilla työ- ja laatusuunnitelmilla sekä riittävällä valvonnalla.

3.3 Laatuhan vähentäminen

Liian kireä aikataulu, jossa valmistelutöitä, itse työn suorittamista ja viimeistelytöitä ei keretä tekemään kunnolla, johtaa usein laadun kärsimiseen rakennusprojektissa. Vastavasti huolimattomuus sekä piittaamattomuus työvaiheita kohtaan johtavat valitettavan usein laadun heikkenemiseen. Kunnollisella työhön perehdytyksellä, oikeilla työtekniikoilla, riittävän tiukalla valvonnalla ja ammattiyllpeydellä laatuhan aiheuttamia kustannuksia voidaan karsia.

Virheillä on usein tapana kertaantua, ensimmäinen virhe aiheuttaa jotain ja jo toinen virhe moninkertaistaa ensimmäisestä virheestä syntyneen haitan. Monesti jo yksikin virhe aiheuttaa itsessään virheen korjaamisen kannalta monia toimenpiteitä, näin on myös laatuhan näkökulmasta ajatellen. Virheiden ehkäisemiseksi ehkä paras mahdollinen keino on riittävä suunnittelu. Suunnittelulla tarkoitan perinteisien rakennussuunnitelmien sekä työvaihekohtaisten toimintasuunnitelmien lisäksi myös niin sanottua ”oman tekemisen suunnittelua”. On erittäin tärkeää suunnitella omaa tekemistään ja näin välttää laadullisia virheitä sekä jättää turha hosuminen pois.

4 TYÖKALU LAATUHUKAN VÄHENTÄMISEEN

Tässä osiossa muodostetaan aiemmin käsiteltyä lean-ajattelua sekä laatuhukan esiintymismuotoja hyödyntäen laatuhukan vähentämisen työkalu. Työkalua käyttämällä laatuhukkaa on mahdollista vähentää tai jopa eliminoida kokonaan. Työkalu on suunnattu työmaan toimihenkilöiden avuksi töiden suunnitteluun.

4.1 Pohjustaminen

Työmaan apuna hukan vähentämiseen on jo olemassa olevia keinoja, kuten esimerkiksi aikataulutuksen ja työvaiheiden suunnittelun apuna toimiva Last Planner, joka myös on yksi Leanin periaatteen mukainen menetelmä hukan poistamiseen. Laadun- ja turvallisuudenvalvonnan työkaluina käytettävät työvaiheen- työ ja laatusuunnitelmat ovat erityisen hyviä keinoja perehdyttää ja sitouttaa työntekijät tekemään työvaiheet laadukkaasti sekä turvallisesti. Näissä suunnitelmissa käydään yksityiskohtaisesti läpi työ vaihe vaiheelta sekä tunnistetaan riskit, jotka liittyvät kyseiseen työvaiheeseen. Suunnitelmat käydään läpi yhdessä työntoteuttajien, eli työntekijöiden kanssa, jolloin heidän on mahdollista vaikuttaa työn kulkuun sekä kertoa mielipiteitään työn toteuttamisen parhaasta mahdollisesta tavasta. Viikoittaiset MVR-mittaukset ovat hyvä keino ylläpitää työmaan yleistä järjestystä ja turvallisuutta.

Tämä työkalu kiinnittää huomiota laatuhukan kannalta olennaisiin asioihin kuten muun muassa työvaiheisiin ja työmenetelmiin, suunnitteluun, materiaaleihin, kommunikoinnin tärkeyteen sekä sisältää yleisiä toimintaohjeita työnjohtajalle siitä, kuinka laatuhukkaa voidaan vähentää.

4.2 Työkalun rakentaminen

Tässä kappaleessa kerrotaan laatuhukan vähentämisen ja tunnistamisen eri keinoja sekä avataan miten ne toimivat käytännössä. Kappaleen lopputuotteena valmistuu näiden kohtien pohjalta yksinkertaistettu työkalu laatuhukan vähentämiseen työmaan käyttöön.

4.2.1 Työvaiheiden suunnittelu

Työvaiheiden kunnollinen suunnittelu on avain onnistuneeseen rakenteeseen. Kukin työvaihe on suunniteltava hyvissä ajoin ennen työn aloitusta. Työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmat on oltava kunnossa sekä ne tulee käydä huolellisesti läpi yhdessä työhön osallistuvien työntekijöiden kanssa. Ennen työn aloitusta on varmistettava käytettävissä olevien resurssien riittävyys sekä, että materiaaleja on tarvittava määrä.

4.2.2 Työmenetelmät

Työnjohtajalla tulee olla valmiudet suunnitella työvaiheessa käytettävät työmenetelmät siten, että niistä syntyy laadukasta ja asiakkaalle arvoa tuottavaa jälkeä. Ei ole olemassa yhtä ainutta oikeaa tapaa suorittaa työvaihe laadukkaasti loppuun, vaan työnjohtajan tulee pohtia kulloiseenkin tilanteeseen sopiva työtapa. Hyvänä esimerkkinä voidaan käyttää talvi- ja kesäbetonoimisen eroja. Lopputuloksen täytyy olla sama vuodenajasta riippumatta, mutta työtekniset erot ovat suuret. Esivalmisteluiden, betonoimisen sekä jälkihoitamisen tarkkojen työohjeiden noudattamatta jättäminen johtaa lähes poikkeuksessa laadun kärsimiseen.

4.2.3 Perehdyttäminen

Työntekijät tulee perehdyttää kulloinkin käynnissä olevalle projektille erikseen, sillä kohteet ja olosuhteet ovat hyvin vaihtelevia. Varsinkin kokemattomien työntekijöiden osalta tämä on tärkeä toimenpide, jotta välttyttäisiin osaamattomuudesta johtuvista inhimillisistä virheistä. Työntekijöille on hyvä myös kertoa tavoista, joilla he voivat itse tehdä työstään tehokkaampaa ja kuinka voivat omalla tekemisellään vaikuttaa laatuhukan vähentämiseen.

4.2.4 Materiaalit

Laatuhukan välttämiseksi materiaalien tulee olla kuhunkin kohteeseen sopivat sekä laadukkaat. Materiaalien valinta tosin lähtee jo suunnittelun tasolta, mutta työnjohtajan on hyvä pitää mielessään se, että jos hän kokee jonkin materiaalin soveltuvan paremmin, on näistä, kuten myös työmenetelmistä aina mahdollista keskustella tilaajan & suunnittelijan kanssa. Suunnittelun ja työmaan yhteistyö on tärkeää myös materiaalien valinnassa.

4.2.5 Valvonta, seuranta, havainnointi

Työnjohdon tulee seurata työmaan toimintaa niin turvallisuuden, aikataulun kuin myös työtapojen suhteen sekä myös laadullisessa mielessä. Tarkka valvonta on mahdollista suorittaa tehokkaasti Lean-oppien mukaisesti, keskeltä johtamalla. Keskeltä johdettaessa on mahdollista huomata erilaisien hukkamuotojen alkumerkkejä ennen niiden syntymistä. Tämänlainen toiminta pienentää oleellisesti myös laadullista hukkaa.

Vaikka varsinaista valvonnan kohdetta ei olisi, eikä keskeneräisiä työvaiheita ole käynnissä, on laatuhukkaa mahdollista karsia myös ylimääräisillä työmaakierroksilla. Näillä kierroksilla työnjohtaja kiinnittää huomionsa tuleviin työvaiheisiin ja havainnoi jo valmistuneita rakenteita. Tämä on käytännössä ennakkosuunnittelua, jolla laatuhukkaa voidaan vähentää oleellisesti.

Työntekijöiden seuraamisella työnjohtaja oppii myös tuntemaan alaisensa paremmin ja tätä kautta osaa antaa heille riittävän vaativia työtehtäviä, jotta työ olisi mielekästä. Tämä parantaa hyvin prosessitehokkuutta. Työn ollessa työntekijän taitoja vastaavaa sekä mielekästä, on tyøjälkikin usein myös laadukasta.

4.2.6 Valokuvaus

Valokuvaaminen ei suoranaisesti itsessään vähennä laatu hukkaa, mutta siitä on paljon hyötyä tulevaisuuden kannalta. Valokuvauksella on hyvä todistaa piiloon jäävien rakenteiden laatu dokumentoidessa kohdetta luovutusvaiheessa. Se toimii myös muistin tukena sekä apuna tulevissa projekteissa.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää merkittävimmät laatu hukkaa aiheuttavat tekijät taitorakenneurakassa sekä rakentaa yksinkertainen step-by-step tyyppinen muistilista työnjohtajan käyttöön niiden vähentämiseksi. Taitorakennetyömaalla, kuten myös muillakin rakennustyömailla yleistä hukkaa sekä laatu hukkaa aiheuttavat tekijät ovat usein melko itsestäänselvyyksiä, mutta päätyvät unohtumaan niin nuorilta, kuin myös kokeneemmiltakin työnjohtajilta. Tästä syystä päädyttiin kehittämään yksinkertainen muistilista. Muistilistan vaiheita noudattamalla on mahdollista vähentää laatu hukkan eri muotoja tai päästä niistä jopa kokonaan eroon.

Tutkimuksen pohjalla käytettiin osin opinnäytetyötä Hukan vähentäminen taitorakenneurakassa (Malinen 2017.), jossa Malinen oli kyselyiden perusteella selvittänyt suurimmat hukkaa aiheuttavat tekijät taitorakenneurakassa. Kyselyissä oli merkittävältä osin tulokset myös selville, mitkä tekijät aiheuttavat suurinta hukkaa laatu hukkan raameissa, tästä syystä ei katsottu aiheelliseksi suorittaa uutta kyselyä pelkästään laatu hukkan puolesta, vaan työssä keskityttiin laatu hukkan poistamiseen.

Laatu hukka käsitteenä on itsessään melko helppo mieltää, kun valmis työ ei vastaa laatu kriteereiltään haluttua tulosta, on tapahtunut laatu hukkaa. Tämän hukan syntymiseen vaikuttavia tekijöitä on taas huomattavasti vaikeampi poistaa, joskin ne ovat melko helposti havaittavissa muun muassa ammattitaidon puutteena, materiaalien heikkona laatu na, työvirheinä ja niin edelleen. Työkalun painaminen mieleen ja sen noudattaminen jokapäiväisissä rutiineissa auttaa työnjohtajaa vähentämään työmaalla tapahtuvaa hukkaa. Voisin sanoa, että tämä muistilista ei ole pätevä vain taitorakentamisen kohteissa, vaan toimii myös muissakin infrarakentamishankkeissa työnjohtajan tukena.

Jatko-opinnäytetyönaiheina voitaisiin käsitellä muiden hukkatyyppien vähentämismahdollisuuksia tai esimerkiksi jokin ohjekirja nuorelle työnjohtajalle työuran alkuvaiheen tueksi, kuinka tulla tehokkaaksi työnjohtajaksi.

LÄHTEET

Hyvärinen N. 2014. Lean-rakentaminen keskisuuressa rakennusliikkeessä.

Nieminen Olli. 2015. Rakennuttamisen ja suunnittelun laadunhallinta. Pääsuunnittelijan laadunvarmistus. Arkkitehtitoimisto ON Oy.
<https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2015/paa-suunnittelijan-laadunvarmistus.pdf>

Malinen A. 2017. Hukan vähentäminen taitorakenneurakassa.

Modig N. & Åhlström P. 2016. Tätä on Lean. 6. painos. Tukholma. Rheologica Publishing

Sipiläinen M., työmaapäällikkö, 2019, puhelinkeskustelu

Six Sigma. Leanin Historiaa. Luettu 8.1.2019.
<http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/leanin-historiaa/>

Six Sigma. Lean Six Sigma DMAIC. Luettu 22.1.2019
<http://www.sixsigma.fi/fi/six-sigma/dmaic/>

Six Sigma. Yleistä Leanista. Luettu 8.1.2019.
<http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/yleinen/>

Strömmer P. & Järvinen T. 2017. Lean-ajattelu ja peruskäsitteet. Luettu 14.1.2019.
https://erinomainen.fi/wp-content/uploads/2017/04/Lean-ajattelu_ja_perusk%C3%A4sitteet_Erinomainen_fi.pdf

Womack JP, Jones DT & Roos D .1990. The machine that changed the world. New York. Rawson Associates.

LIITTEET

Liite 1. Laatuhan vähenämisen työkalu



Työvaiheiden suunnittelu

- Aloita työvaiheiden suunnittelu hyvissä ajoin ennen työn aloitusta
- Punnitse urakoitsijan tai työn suorittavan työntekijän valintaa, halvin ei ole aina kannattavin vaihtoehto
- Tee huolella työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmat sekä käy ne läpi yhdessä urakoitsijan työntekijöiden kanssa
- Huolehdi, että työntekijät ymmärtävät laadulliset tavoitteet
- Varmista käytettävissä olevien resurssien riittävyys

Työmenetelmät

- Ole perillä työvaiheen toteutustavoista ja puntaroi eri tapoja suorittaa työvaihe
- Kertaa toteutustapa ja -järjestys suunnittelijan kanssa
- Keskustelemalla yhdessä suunnittelijoiden, vastaavan mestarin tai muiden työjohtajien kanssa, pienennät epäonnistumisen riskiä
- Kysy apua! Korjaaminen on kallista



Perehdyttäminen

- Perehdytä omat sekä aliurakoitsijasi työntekijät hankkeelle
- Informoi työntekijöitä tavoista, joilla he voivat itse tehdä työstään tehokkaampaa
- Korosta työntekijöille, kuinka he voivat omalla tekemisellään vähentää laatu hukkaa



Materiaalit

- Suorita materiaalien hankinta oikeaan aikaan
- Vältä säälle alttiiden materiaalien lojumista ulkona käyttämättöminä
- Laadukkaat sekä oikeat materiaalit edesauttavat aikaansaamaan myös laadukkaamman lopputuotteen
- Huomioi materiaaliominaisuudet, jokin rakennustarvike ei esimerkiksi sovellu yhtä hyvin käytettäväksi talvella, kuin kesällä



Valvo, seuraa, havainnoi


- Ole perillä työmaan toiminnoista
- Johda keskeltä, älä toimistosta. Työnjohtaja on siellä, missä työ tapahtuu
 - Näin on paremmat mahdollisuudet tarttua laadullisen hukan ehkäisyyn ennen sen syntymistä
- Suorita "ylimääräisiä" valvontakierroksia, etsi piileviä hukanmuotoja
- Suunnittele työmaata aina eteen päin
- Opi tuntemaan alaisesi sekä heidän vahvuutensa, tiedä missä he ovat tekevät laadukasta työtä





Tekijä, Henri Klemi



 [facebook.com/
yitsuomi](https://facebook.com/yitsuomi)

 [linkedin.com/
company/yit](https://linkedin.com/company/yit)

 [twitter.com/
YITSuomi](https://twitter.com/YITSuomi)

 [instagram.com/
raksaduuni](https://instagram.com/raksaduuni)

 yit.fi