

Annika Kyröläinen

VIRTAAVA LAADUNVARMISTUS TAHTITUOTANNOSSA

VIRTAAVA LAADUNVARMISTUS TAHTITUOTANNOSSA

Annika Kyröläinen
Opinnäytetyö
Syksy 2023
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka, Talonrakennustekniikka

Tekijä(t): Annika Kyröläinen

Opinnäytetyön nimi: Virtaava laadunvarmistus tahtituotannossa

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Flowing Quality Management in Takt Production

Työn ohjaaja(t): Raimo Parkkila, Oamk & Hans Pasila, Hartela

Työn valmistuslukumäärä ja -vuosi: Syksy 2023

Sivumäärä: 54 + 1 liitettä

Tiukka kilpailu rakennusyritysten välillä on herättänyt kiinnostusta kehittää erilaisia johtamisjärjestelmiä, jotka pyrkivät parantamaan tuotteiden laatua samalla vähentäen sen kustannuksia. Myös työn tilaaja, Hartela-konserni, on aloittanut toimintatapamuutoksen ja tämä opinnäytetyö toimii osana sen kehitysprosessia.

Opinnäytetyön tavoitteena oli arvioida Hartela-konsernin nykyisten aikataulu- ja laadunvarmistustyökalujen yhteensopivuutta sekä luoda arvioinnin ja kirjallisuuskatsauksen pohjalta ehdotus toimintamallista, miten virtaavaa laadunvarmistusta toteutetaan tahtituotannon rinnalla.

Työn kirjallisuuskatsauksessa perehdyttiin tahtituotantoon ja laadunvarmistukseen sekä niissä hyödynnettäviin tapoihin ja työkaluihin. Lisäksi tarkasteltiin, miltä tahtituotannon ja laadunvarmistuksen nykytilanne näyttää rakennusalalla ja mitä mahdollisia kehityskohteita niiden osalta löytyy. Arvioinnissa ja tutkimuksessa perehdyttiin työn tilaajan eri ohjeistuksiin ja toimintamalleihin sekä kartoitettiin tutkittavan työmaan nykytilannetta aikataulun, tietoarkkitehtuurin ja laadunvarmistuksen osalta. Kartoittaminen tehtiin tutkimalla työmaalla käytössä olevia järjestelmiä ja sovelluksia sekä käymällä työmaakerroksella ja haastatteleamalla eri toimijoita.

Tutkimuksessa selvisi, että yleisesti projektien toteuttaminen vaatii uusia, paremmin soveltuvia käytäntöjä tiedon keräämiseen, analysointiin, hallintaan ja raportointiin. Lisäksi esimerkiksi tietoisuutta visuaalisesta johtamisesta ja sen käytännön hyödyistä tulisi lisätä. Tutkimuksessa isoimmiksi ongelmiksi ja mahdollisiksi esteiksi kehitykselle nousivat aikataulujen kireys, luottamuksen puute eri toimijoiden välillä ja ajoittainen resurssipula. Aikataulujen kireys ei kuitenkaan ole perimmäinen syy ongelmille, vaan seuraus hankkeen johtamisesta ja mahdollisesti heikosta ennakoivasta valmistelusta.

Tutkimuksen pohjalta luotiin ehdotus toimintamallista. Ehdotus on visuaalisen johtamisen ideologiaan pohjautuva taulu, josta näkee aikatauluun ja laadunvarmistukseen liittyviä asioita. Taulu osallistaa työmaan eri toimijoita parantaen näin kommunikaatiota, luottamusta, tilannekuvan hahmottamista ja tilanteiden ennakoivaa. Tämä minimoi riskejä ja parantaa näin koko projektin sujuvuutta.

Asiasanat: virtaus, laadunvarmistus, tahtituotanto, visuaalinen johtaminen

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Civil Engineering, Option of House Building Engineering

Author(s): Annika Kyröläinen
Title of thesis: Flowing Quality Management in Takt Production
Supervisor(s): Raimo Parkkila, Oamk & Hans Pasila, Hartela
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2023
Number of pages: 54 + 1 appendix

The tight competition between construction companies has attracted interest in developing different management systems that aim to improve product quality while reducing its costs. Hartela-yhtiöt Oy has also started a process in developing operating methods, and this thesis is part of it.

The aim of this thesis was to evaluate the compatibility of the current scheduling and quality management tools of Hartela-yhtiöt Oy, and to create a proposal based on the evaluation and literature review of an operating model for how to implement flowing quality assurance in takt production.

The literature review studied takt production and quality management, as well as the methods and tools used in them. In addition, the literature review studied what the current situation of takt production and quality management looks like in the construction industry and what development targets can be found for them. In the evaluation and research, the different instructions and operating models of Hartela-yhtiöt Oy were familiarized, and the current situation of the investigated site was studied in terms of schedule, information architecture and quality management. The study was conducted by examining the systems and applications in use, visiting the construction site, and interviewing various operators.

The research revealed that, in general, the implementation of projects requires new, more suitable practices for data collection, analysis, management and reporting. In addition, for example, awareness of visual management and its practical benefits should be increased. In the research, the greatest problems, and obstacles in developing were tight schedules, lack of trust between different operators and occasional resource shortages. Though, tight schedules were not the root cause of the problems, but the result of project management and weak preparation.

Based on the research, a proposal for an operating model was created. The proposal is a board based on the ideology of visual management. The board involves the various operators of the construction site, thus improving communication, trust and forecasting situations. This minimizes risks and thus improves the flow of the entire project.

Keywords: flow, quality management, takt production, visual management

ALKULAUSE

Haluan kiittää Hartelaa siitä, että sain mahdollisuuden tehdä opinnäytetyön heille ja vielä näin mielenkiintoisella aiheella. Työn ohjauksesta haluan kiittää toimeksiantajan puolelta Hans Pasilaa ja Oulun ammattikorkeakoulun puolelta Raimo Parkkilaa.

Oulu 18.12.2023

Annika Kyröläinen

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TAHTITUOTANTO JA LAADUNVARMISTUS	7
2.1	Tahtituotanto	7
2.1.1	Tahtituotannon tausta	7
2.1.2	Tahtisuunnittelu- ja ohjaus	8
2.1.3	Virtaus tahtituotannossa.....	9
2.1.4	Visuaalinen johtaminen	10
2.2	Laadunvarmistus	12
2.2.1	Laadunvarmistuksen menetelmät	14
2.2.2	Laadunvarmistuksen haasteet	16
2.3	Nykytilanne rakennusalalla.....	18
3	TAHTITUOTANTO JA LAADUNVARMISTUS HARTELASSA.....	21
3.1	Hartela-konserni	21
3.2	Tutkittavan työmaan lohkojako ja tahtiaika	23
3.3	Hartelan tietoarkkitehtuuri.....	24
3.3.1	Projektinohjaus- ja dokumentointijärjestelmä	25
3.3.2	Laadunhallintajärjestelmä	25
3.3.3	Työmaapäiväkirja	26
3.3.4	Tehtäväsuunnittelu.....	27
3.3.5	Aikataulusuunnittelu	28
4	NYKYTILANNE TUTKITTAVALLA TYÖMAALLA	30
4.1	Aikataulu.....	30
4.2	Työmaatason tietoarkkitehtuuri	33
4.3	Laadunhallinta	33
4.4	Haastattelut tutkimuskohteessa.....	34
4.4.1	Työnjohto	35
4.4.2	Työntekijä.....	38
4.4.3	Aliurakoitsija	38
5	TUTKIMUSTULOKSET JA ANALYSOINTI.....	40
5.1	Tulokset.....	40

5.2	Tulosten pohdinta.....	42
5.3	Ehdotus toimintamallista.....	45
5.4	Jatkotutkimusehdotukset.....	47
6	YHTEENVETO	48
	LÄHTEET.....	50

LIITE 1 Taulupohja uudelle toimintamallille

1 JOHDANTO

Tiukka kilpailu rakennusyriyten välillä on herättänyt kiinnostusta kehittää erilaisia johtamisjärjestelmiä, jotka pyrkivät parantamaan tuotteiden laatua samalla vähentäen sen kustannuksia (Leão ym. 2014, 847). Tilanteen ratkaisemiseksi rakennusteollisuus on sopeuttanut muun muassa valmistavan teollisuuden ja armeijan erilaisia lähestymistapoja käyttöönsä (Reinbold, Seppänen & Peltokorpi 2020, 925).

Myös työn tilaaja, Hartela-konserni (myöhemmin ”Hartela”), on aloittanut toimintatapamuutoksen, jonka tavoitteena on muuttaa yrityksen tapaa katsoa projekteja. Muutos ja toimintajärjestelmän kehitys alkoivat vuonna 2020, kun siilomaisesta ajattelumallista haluttiin siirtyä virtaavaan toimintatapamalliin. Tämä loi merkittävän tarpeen tarkastella toimintaa aivan uudella tavalla.

Hartela kehittää toimintajärjestelmäänsä edelleen jatkuvasti. Johto ja prosessinomistajat määrittävät tavoitteet ja aikataulut järjestelmämuutoksille toimintasuunnitelmassa. Näillä muutoksilla pyritään kehittämään toimintaa ja valmiin tuotteen laatua sekä parantamaan toiminnan kannattavuutta. Toimintajärjestelmän kehittäminen tähtää myös toiminnan virtaviivaistamiseen ja selkeyttämiseen erilaisten ohjeistusten ja tarkennusten muodossa.

Tämä opinnäytetyö toimii osana yllä mainittua Hartelan toimintajärjestelmän kehittämisprosessia. Opinnäytetyön tavoitteena on arvioida Hartelan nykyisten työkalujen yhteensopivuutta ja luoda sekä arvioinnin että kirjallisuuskatsauksen pohjalta ehdotus toimintamallista, miten laadunvarmistuksen virtavaa seurantaa toteutetaan tahtituotannon rinnalla. Opinnäytetyö rajataan koskemaan vain asuinkerrostaloja ja niiden sisävalmistusvaihetta.

2 TAHTITUOTANTO JA LAADUNVARMISTUS

Tässä kappaleessa perehdytään tarkemmin tahtituotantoon ja laadunvarmistukseen sekä niissä hyödynnettäviin tapoihin ja työkaluihin. Lisäksi tarkastellaan, miltä tahtituotannon ja laadunvarmistuksen nykytilanne näyttää rakennusosalalla ja mitä mahdollisia kehityskohteita niiden osalta löytyy.

2.1 Tahtituotanto

Rakennusosalalla tahtituotanto on uusin käyttöön otettu tuotannon suunnittelu- ja ohjausmenetelmä, jonka tarkoituksena on auttaa ratkaisemaan tuottavuusongelmia. Eri tutkimukset tahtituotannosta ovat osoittaneet potentiaalia lisätä tuotantovirtaa, mikä vaikuttaa positiivisesti myös tuottavuuteen. (Grönvall ym. 2021, 797.)

Termi ”tahti” on peräisin teollisuustuotannosta. Se viittaa jatkuvaan aikaan, jossa tuotannon toiminnot on saatava valmiiksi. Se voi viitata myös rytmiin, jossa tuotanto etenee. (Lehtovaara ym. 2021, 73.)

2.1.1 Tahtituotannon tausta

Tahditetuilla prosesseilla on ollut tärkeä rooli tuotannossa jo ennen teollista vallankumousta. 1500-luvun Venetsian telakan arsenaalin tiedot kertovat tasaisesta ja tahditetusta kauppa- ja sotalaivojen tuotannosta. (Haghsheno ym. 2016, 54.)

1900-luvun alussa tahtia on käytetty yhä enemmän teollisuuden eri toiminnoissa. Yksi tunnetuimmista tahtipohjaisen tuotannon käyttäjistä oli Henry Ford. Hänen yrityksensä oli ensimmäinen, joka otti käyttöön autojen massatuotannon tuotantolinjoja hyödyntäen. (Haghsheno ym. 2016, 54.)

Muilla teollisuudenaloilla tahtia käytettiin ensimmäistä kertaa Saksan ilmailuteollisuudessa. Tekninen yhteistyö saksalaisen ilmailuteollisuuden ja Mitsubishin välillä toi tahtituotannon idean Japaniin, jossa Toyota sitten sisällytti tahdin tuotantojärjestelmäänsä (Toyota Production System). James P. Womack ja Daniel T. Jones kuvasivat TPS:ää ja muita merkittäviä lähestymistapoja vähähukkaisista tuotantojärjestelmistä kirjoissaan ”The Machine that change the world” (1990) ja

”Lean Thinking” (1996). Termi ”lean” esiteltiin näiden teosten kautta. (Haghsheno ym. 2016, 54–55.)

Rakennusallalla ensimmäinen tahtiajan käyttö on kirjattu Empire State Buildingin rakentamiselle New Yorkissa vuonna 1930 (Haghsheno ym. 2016, 56). Tahtituotannon systemaattisemmasta käytöstä on ilmestynyt raportteja vasta 2010-luvun alussa. Sittemmin tahtituotanto on osoittanut suurta potentiaalia rakentamisen tuotantovirran kasvattamisessa. Tutkimusten mukaan projekteissa, joissa tahtituotanto on ollut käytössä, on dokumentoitu jopa 55 % ja 70 % lyhennyksiä rakentamisen sisävalmistusvaiheen kokonaiskestosta. (Lehtovaara ym. 2021, 73–74.)

2.1.2 Tahtisuunnittelu- ja ohjaus

Tahtituotannon tavoitteena rakentamisessa on tunnistaa toistuvat prosessit tuotannossa ja tasapainottaa ne mahdollistaen tasaisen ja vakaan virtauksen, jossa tahtiaika säilyy eri toimintojen välillä (Lehtovaara ym. 2021, 73). Usein rakennuksen kaikki kerrokset ja niiden pohjapiirroksiset eivät kuitenkaan ole identtisiä. Tällaiset olosuhteet edellyttävät suurempaa valmistelua ja suunnittelua eri alueiden yhdistämiseksi yhteiseksi tahdiksi. (Haghsheno ym. 2016, 56.)

Tahdin käyttö mahdollistaa yksittäisten töiden tarkan ja lyhytjaksoisen ohjauksen. Mikäli suunniteluihin tahteihin tulee muutoksia, vaikuttaa se välittömästi myös seuraaviin tahteihin lyhyiden tahtiaikojen takia. Mahdolliset häiriöt ovat siten näkyvissä jo varhaisessa vaiheessa. Tahdin loputtua tavoitteena on, että kaikki työt olisi tehty suunnitelmien mukaan. (Haghsheno ym. 2016, 60.)

Valmis tahtiaikataulu ei ole kuitenkaan lukkoon lyöty suunnitelma, vaan sitä tulisi muuttaa tarpeen mukaan. Aikataulun viikoittaiset työpaketit määräytyvät prosessianalyysin yhteydessä asiakkaan kanssa sovittujen välitavoitteiden mukaan ja päivittäiset työt ohjataan päivittäisjohtamisen keinoin niin, että työpaketit saadaan suoritettua sujuvasti ja aikataulun mukaisesti. On kuitenkin huomiotava, että kaikenlaisella säätämällä on aina rajansa ja riippuvuutensa. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi tietyn työvaiheen suorittamiseen tarvitaan tietty määrä työvoimaa ja työvoiman määrä määrittelee tahtialueen vähimmäiskoon. (Haghsheno ym. 2016, 57, 61.)

2.1.3 Virtaus tahtituotannossa

Virtaus on välttämätöntä kaikissa tuotantoprosesseissa. Se voidaan ymmärtää raaka-aineiden liikkeenä arvovirran eli virtauspolun kautta, jossa arvoa ja ei-arvoa lisäävät toiminnot muuttavat materiaalit valmiiksi tuotteiksi. Virtauksen katsotaan olevan tehokasta, kun ei-arvoa lisäävien toimintojen tai vaiheiden määrä minimoidaan ja kun materiaalien liikkuminen virtausreitillä on nopeaa. Yleisesti virtaustehokkuuden parantaminen kasvattaa siis prosessin tuottavuutta. (Lehtovaara ym. 2021, 73.)

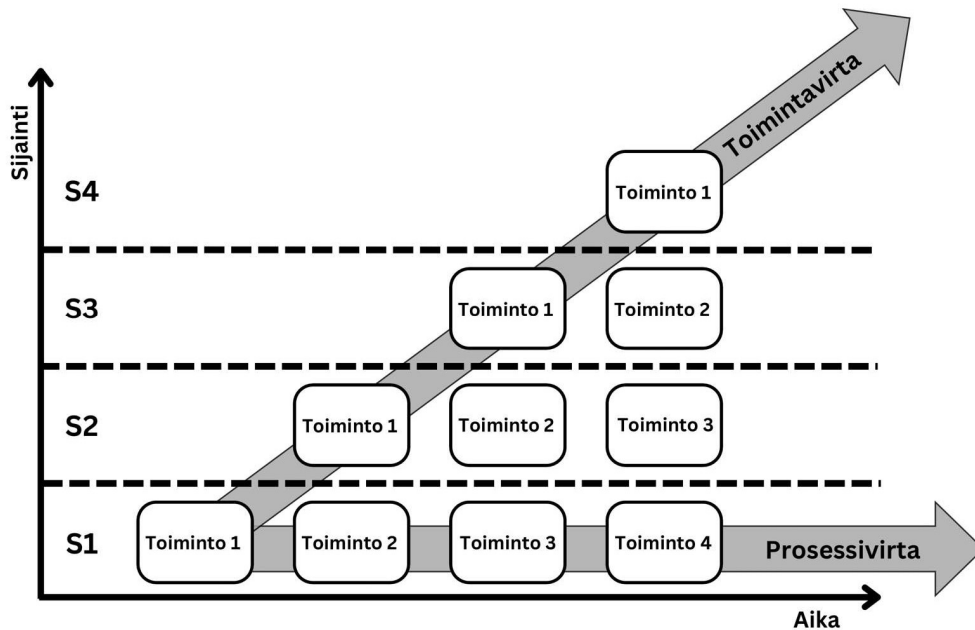
Virtaustehokkuus on toisin sanoen toiminnan mittaamista asiakkaan näkökulmasta. Tehokkuutta voidaan mitata toiminnan läpimenoajalla ja sitä voidaan parantaa rakentamalla oma kapasiteetti vastaamaan asiakaskysyntää ja sen vaihtelua. Ylläpitäminen tapahtuu puolestaan säätämällä omaa kapasiteettia niin, että saatavuus pysyy tavoitteessa. (Lean Thinking 2021.)

Virtauspolku sisältää kaksi eri akselia, jotka ovat toimintavirta ja prosessivirta. Tuotannossa prosessivirtauksella tarkoitetaan tuotteiden liikkumista tuotantolinjalla. Toimintavirtauksella puolestaan viitataan laitteiden ja laitteiden käyttäjien tekemiin toimenpiteisiin yksittäisillä työasemilla. Nämä akselit muodostavat yhdessä virtausverkoston, mutta ne voidaan myös erottaa toisistaan yksityiskohtaisen tuotannon parantamisen mahdollistamiseksi. (Lehtovaara ym. 2021, 74.)

Virtaviivaistamalla materiaalien liikkumista virtauspolulla voidaan parantaa prosessivirtausta. Tämä tarkoittaa esimerkiksi ei-arvoa tuottavien toimintojen, kuten odottamisen, liikkumisen ja ylimääräisen käsittelyn, poistamista sekä prosessin epätasaisuuksien minimoimista ja uudelleentyöstöä. Toimintavirtausta puolestaan voidaan parantaa ohjaamalla työpisteillä tapahtuvia toimintoja. Tämä tarkoittaa esimerkiksi toimijoiden työtaakan tasapainottamista sekä työmenetelmien, työolojen ja/tai laitteiden parantamista. (Lehtovaara ym. 2021, 74.)

Toisin kuin tuotannossa, jossa tuotteet etenevät tuotantolinjalla ja laitteet sekä niiden käyttäjät pysyvät työpisteillään, rakennusalalla laitteet ja niiden käyttäjät liikkuvat eri paikoissa suorittaen samalla toimintoja, ja tuote (esim. asunto) taas pysyy paikoillaan. Tämän vuoksi yhden paikan toimissa samanaikaisesti työasemana ja prosessoitavana tuotteena on paikkojen hyötykäytön hallinta olennainen osa virtauksen mahdollistamista rakentamisessa. (Lehtovaara ym. 2021, 74)

Rakentamisessa ensisijaisena prosessivirtana tulisi pitää yhdessä paikassa suoritettavien toimintojen virtausta, jota voidaan kutsua myös sijaintivirraksi. Toimintavirta puolestaan muodostuu yhden työryhmän eri paikoissa suorittamien toimintojen perusteella. Tätä voidaan kutsua myös työryhmien virtaukseksi. (Sacks 2016.) Kuviossa 1 on havainnollistettu tätä analogiaa. Prosessivirta etenee ajan kuluessa yksittäisissä paikoissa (X-akseli) ja toimintavirta puolestaan etenee diagonaalisesti työryhmien liikkuesssa eri paikoissa toimintoja suorittaen (Y-akseli).



KUVIO 1. Prosessi- ja toimintavirran suhde rakentamisessa (mukaillen Lehtovaara ym. 2021, 75)

2.1.4 Visuaalinen johtaminen

Tahtituotannossa nykyisten käytäntöjen parantamiseksi visuaalisen johtamisen työkalut voisivat parantaa tehokkuutta tuotannon ohjausvaiheessa. Työkalut olisi helppo ottaa käyttöön nimenomaan tahtituotannossa, koska itse tahtituotantosuunnitelmat ovat visuaalisesti ymmärrettävämpiä kuin perinteiset aikataulut. (Grönvall ym. 2021, 797,805.)

Visuaalinen johtaminen voidaan määritellä tiedon käyttönä visuaalisella tavalla niille, jotka ovat suorittamassa tehtävää siten, että tiedot voidaan hakea yhdellä silmäyksellä ja siirtää välittömästi

tehtävän suorittamiseen (Grönvall ym. 2021, 798). Toisin sanoen visuaalinen johtaminen on johtamisstrategia, jossa tiedot ja aistinvaraiset työkalut integroidaan työympäristöön (esimerkiksi seiniin) lähelle paikkoja, joissa varsinainen tiedon tarve saattaa esiintyä (Tezel ym. 2011, 1).

Organisaatiomaailmassa visuaalisella johtamisella pyritään parantamaan organisaation suorituskykyä yhdistämällä ja sovittamalla yhteen organisaation visio, ydinarvot, tavoitteet ja kulttuuri muiden johtamisjärjestelmien, työprosessien, työpaikan elementtien ja sidosryhmien kanssa ärsykkeiden avulla. Ärsykkeet käsittelevät yhtä tai useampaa ihmisen viidestä aistista välittäen laadukasta tietoa, joka auttaa ihmisiä ymmärtämään organisaation kontekstia yhdellä silmäyksellä. (Tezel, Koskela & Tzortzopoulos 2009, 1.)

Tietopuutteiden päihittäminen auttaa vähentämään tarpeettoman toiminnan, kuten laskemisen, kyselemisen, arvailun, työkalujen tai materiaalien etsimisen, laadunvalvonnan ja tuotantojärjestelmän epätasaisuuksien, määrää (Tezel ym. 2011, 2).

Käsitteen hieman parempaan ymmärtämiseen voidaan käyttää liikenteen analogiaa. Liikennekaiset on merkitty ja erotettu toisistaan maalatuilla viivoilla, jotka ohjaavat jopa ohitustilanteita. Tärinäviivat varoittavat kuljettajia mahdollisista vaaroista aiheuttamalla kosketusvärinää ja ääntä. Hidasheet hidastavat nopeutta tarkoin suunnitelluissa paikoissa. Liikenteessä olevat poliisit on helppo tunnistaa yhdellä silmäyksellä esimerkiksi uniformuista tai poliisiautojen ulkomuodosta. Kuljettajat ohjataan määränpäähensä liikennemerkkein. Liikenne on siis visuaalisesti jäsennelly niin, että se hoitaa itse itseään paikkana. Tämä on nimenomaan se, mitä visuaalisella johtamisella haetaan myös rakentamisen yhteydessä. (Tezel ym. 2009, 2.)

Visuaalisen johtamisen suora vaikutus on prosessielementtien kommunikaatiokyvyn kasvu, joka voidaan määritellä prosessin läpinäkyvyydeksi. Muita vaikutuksia ovat esimerkiksi työpaikkakurin lisääntyminen, jatkuva parantaminen, työssäoppiminen, yksinkertaistaminen ja yhtenäistäminen operatiivisella tasolla. Visuaalinen johtaminen ottaa roolia myös muissa johtamistehtävissä (esimerkiksi turvallisuusjohtaminen) lisäämällä työntekijöiden itsejohtamiskykyä tekemällä heistä itenäisempiä tietotarpeidensa suhteen. (Tezel ym. 2011, 1–2.) Visuaalinen johtaminen pyrkii helpottamaan tehtävien suorittamista tarjoamalla nopean ja oikean käsityksen suoritettavasta tehtävästä (Reinbold ym. 2020, 927).

Visuaalisen johtamisen työkalut voivat olla suhteellisen yksinkertaisia, kuten tauluja, joissa on tietoa ja visuaalisia apuvälineitä, kuten tuotantosuunnitelmia. Toinen vaihtoehto visuaalisen johtamisen työkaluista on esimerkiksi kortit, jotka sisältävät tietoa siitä, mitä työtä on tehtävä ja missä sekä kuinka kauan vaiheiden suorittamiseen ja järjestykseen kuuluu. (Grönvall ym. 2021, 798.)

Reaaliaikaisen tiedon puute projektissa tuo esiin luottamusongelmia visuaalisen johtamisen työkaluihin yleisesti (Grönvall ym. 2021, 805). Tietoisuutta visuaalisesta johtamisesta sekä sen mahdollisista toiminnoista ja menetelmistä tulisi lisätä. Visuaalisen johtamisen käytännön hyötyjen osoittaminen suomalaisille rakennusyrityksille auttaisi konseptin leviämistä maassa. (Tezel ym. 2011, 2, 9.)

Jotkut innovatiiviset rakennusyritykset ovat jo omaksuneet visuaalisen johtamisen strategian ja toteuttaneet tätä jossain määrin kohteissaan. Suurin syy rakennusyritysten systemaattisen ja tietoisesti visuaalisen johtamisen käyttöönoton puutteeseen on tiedonpuute liittyen visuaaliseen johtamiseen. Myös teknologia, rakennustavat ja suhteellisen itsenäisten aliurakoitsijoiden suuri määrä työmailla voivat vaikuttaa visuaalisen johtamisen toteutukseen Suomessa. (Tezel ym. 2011, 2, 8–9.)

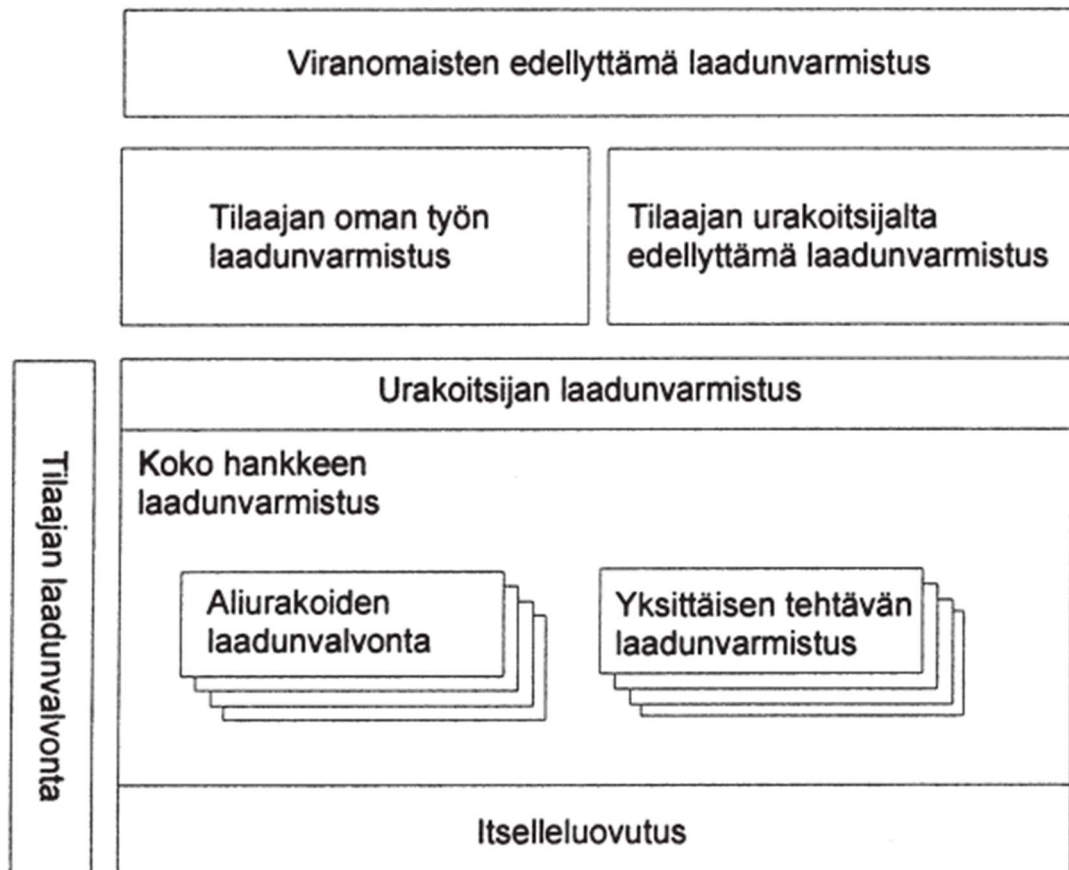
2.2 Laadunvarmistus

Tarkan määritelmän mukaan laadunvarmistus on hukkaa, sillä se kuluttaa resursseja, mutta ei suoraan lisää arvoa arvioitavaan työhön. Joka tapauksessa laadunvarmistus on tarpeellista hukkaa, sillä ilman sitä ei voida varmistua siitä, täyttääkö työ sille asetettuja vaatimuksia. (Kahler 2018, 963.)

Junnosta (2002) lainaten: ”Laadunvarmistus sisältää kaikki ne toimenpiteet, jotka ovat tarpeen riittävän varmuuden saamiseksi siitä, että rakennus täyttää sille asetetut laatuvaatimukset.” Myös laaduntarkastus, joka tarkoittaa laadun mittaamista ja vertaamista asetettuihin tai sovituihin vaatimuksiin, liittyy laadunvarmistukseen (Junnonen 2002, 445).

Rakentamisen laatuun vaikuttavat useat eri tekijät, kuten rakentamismääräykset, suunnitteluratkaisut, rakennustuotteet, projektinhallinta ja työmaan johtaminen, yksittäisten työntekijöiden osaaminen ja asenne sekä viranomaisvalvonta (Rakennusteollisuus 2020a). Alla olevassa kuviossa 2 on esitetty työmaan laadunhallinnan eri osatekijät. Keskellä on koko hankkeen laadunvarmistus, jonka sisältö on jaettu aliurakoiden laadunvalvontaan ja yksittäisten tehtävien laadunvarmistukseen.

Koko hankkeen laadunvarmistuksen yläpuolella on urakoitsijan laadunvarmistus ja alapuolella itselleluovutus. Näille ovat antamassa raameja tilaajan laadunvalvonta ja oman työn laadunvarmistus, tilaajan urakoitsijalta edellyttämä laadunvarmistus sekä viranomaisten edellyttämä laadunvarmistus.



KUVIO 2. Työmaan laadunhallinnan osatekijät (Junnonen 2002, 445)

Yleinen ohjaus rakentamisessa ja sen laadunvarmistuksessa perustuu asetusten, lakien ja rakentamismääräysten tasoihin säännöksiin, joiden tarkoituksena on varmistaa talonrakentamiselta edellytetty vähimmäistaso. Nämä viranomaisten vaatimukset vaikuttavat siis rakentamisvaiheen laadunvarmistukseen rakennuttajan oman laatujärjestelmän lisäksi. Pääasiassa laatuvaatimukset koskevat työn lopputuloksen ominaisuuksia ja ulkonäköä sekä mittoja ja toleransseja. Lisäksi vaatimukset voivat koskea myös työsuoritusta tai yleisesti toimintaa työmaalla – esimerkkinä tästä varastointi, suojaukset ja jätteiden käsittely. (Junnonen 2002, 445, 450.)

Jokaiselle hankkeelle laaditaan vaatimusten pohjalta hankekohtainen laatusuunnitelma ja sen valvontasuunnitelma, jonka tarkoituksena on toimia laatujohtamisen käytännön työvälineenä. Laatusuunnitelmaan liittyy laadunvarmistussuunnitelma, jolla osoitetaan, miten laatuvaatimukset toteutetaan, kuka vastaa laadunvarmistustoimenpiteistä ja miten tiedot dokumentoidaan. (Junnonen 2002, 449.)

Tarkastusten lisäksi laadunvarmistus edellyttää, että laatuvaatimukset selvitetään ja kerrotaan työntekijöille sekä osapuolten yhteistoimintaa kehitetään. Tavoitteena laadunvarmistuksessa on, että hankkeen laatuvaatimukset ja muu informaatio kulkee moitteettomasti ja systemaattisesti. Lisäksi epätasällisista, väärinymmärretyistä tai puutteellisista tiedoista johtuvat ongelmat pyritään poistamaan. Kun osapuolten vastuut ja velvollisuudet ovat selkeät ja tehdyt päätökset arkistoidaan systemaattisesti palvelemaan korjaavaa toimintaa, laadunvarmistus toimii oikein. (Junnonen 2002, 445.)

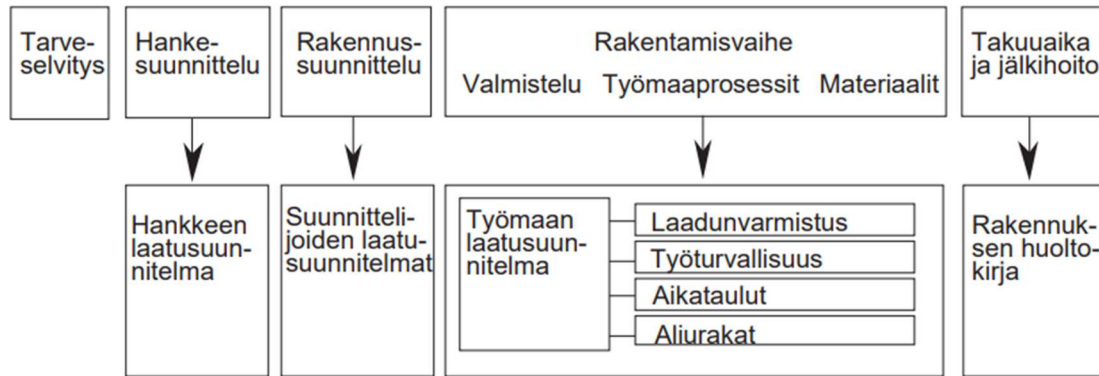
Yleisimmät rakentamisen laatuun liittyvät virheet asuntotuotannossa ovat ylivoimaisesti pienet viimeistelyn ja pintakäsittelyn puutteet. Vaikka nämä ovat lähinnä kosmeettisia haittoja ja helposti korjattavissa, tässä oikeanlaisella asenteella on suuri rooli. Henkilöstön ammattitaito ja -ylpeys on yksi merkittävä tekijä laadun tuottamisessa. (Rakennusteollisuus 2020a.)

2.2.1 Laadunvarmistuksen menetelmät

Laadunhallintajärjestelmä (Quality Management System) on jatkuva prosessi, jonka tavoitteena on estää virheitä jo ennen kuin ne tapahtuvat. Järjestelmän kolme vaihetta ovat suunnittelu, laadunvalvonta ja laadunvarmistus. (Mane & Patil 2015, 323.) Rakennusyritys tarvitsee myös hankekohtaiset laatujärjestelmät ja erilliset työmaiden laatusuunnitelmat koko yrityksen toimintaa koskevan laadunhallintajärjestelmän lisäksi, jotta yksittäisten työmaiden laadun toteutuminen voidaan varmistaa (Ratu S-1180 1997, 1).

Laatusuunnittelun tavoitteena rakentamisessa on varmistaa tehokas ja kerralla sopimuksen mukaista laatua asiakkaalle tuottava toiminta. Tulos laatusuunnittelusta näkyy virheiden vähenemisenä, kustannusten pienenemisenä, työmaan eri osapuolten välisen tiedonkulun paranemisenä, vastuiden selkeytymisenä sekä yleisesti työn parempana sujumisena. (Ratu S-1180 1997, 1.)

Laatusuunnitelmat ovat rakennushankkeen laadunhallinnan käytännön työvälineitä (Ratu S-1180 1997, 2). Kuviossa 3 on esitetty eri laatusuunnitelmat, jotka muodostavat koko rakennushankkeen läpi menevän ketjun alkaen rakennuttamisen laatusuunnitelmasta ja päättyen rakennuksen huolto-kirjaan.



KUVIO 3. Laatusuunnitelmat rakennushankkeen aikana (Ratu S-1180 1997, 2)

Työmaan laatusuunnitelma sovittaa yrityksen laatujärjestelmän tehokkaaksi ja tarkoituksenmukaiseksi kuhunkin kohteeseen erikseen erityispiirteet huomioiden. Se kokoaa yhdeksi kokonaisuudeksi kaikki ne suunnitelmat, toimenpiteet, apuvälineet ja keinot, joilla asiakkaan tilaama lopputulos saavutetaan kannattavasti ja hyvää rakennustapaa noudattaen. Laatusuunnitelmassa esitetään muun muassa työmaan laadunvarmistustoimet ja -vastuut, tuotannonohjaus sekä riskit. Esitetyillä toimenpiteillä tulee pystyä todentamaan tuotteen kelpoisuus asiakkaalle rakentamisen kaikissa vaiheissa. (Ratu S-1180 1997, 1, 3.)

Laatusuunnitelma sisältää laadunvarmistusmatriisin, jossa on määritelty laadunvarmistustoimet omien töiden ja aliurakoiden osalta. Näillä tuotannon laadunvarmistustoimilla todennetaan ja varmistetaan, että tehty tuote vastaa sopimuksenmukaista laatua. Esimerkkejä laadunvarmistustoimista ovat tehtäväsuunnitelmat, laaturaportit ja laatupiirit. (Ratu S-1180 1997, 4.)

Tehtäväsuunnitelmien tarkoituksena on varmistaa tuotannon eteneminen häiriöttömästi ja tavoitteiden mukaisesti suunnitellulla tavalla. Tehtäväsuunnitelmaan koottavat laatuvaatimukset muutetaan tarvittaviksi työsuoritusohjeiksi ja mitattaviksi laatuominaisuuksiksi työn virheettömän lopputuloksen aikaansaamiseksi. (Junnonen 2002, 450.)

Tehtäväsuunnittelun yhteydessä laaditaan myös potentiaalisten ongelmien analyysi koskien tehtävää. Tämän tarkoituksena on torjua nämä mahdolliset ongelmat ja varautua niiden seurauksiin. (Junnonen 2002, 450.) Analyysissä yksilöidään kullakin työmaalla mahdollisesti esiin tulevat tuotannon ja hankinnan ongelmat sekä tekniset ongelmat. Lisäksi analyysissä selvitetään ongelmien seuraukset ja suunnitellaan keinot niiden ehkäisemiseksi. Potentiaalisille ongelmille mietitään myös hälytintä sekä ratkaisu, mikäli ongelma esiintyy varotoimista huolimatta. (Ratu S-1180 1997, 4.)

Laaturaportti on muistilista, joka toimitetaan työryhmälle ennen työn aloittamista. Raportissa selvennetään tehtävien laatuvaatimukset ja sen avulla ohjataan sekä valvotaan laadun toteutumista. Laaturaporttiin kuitataan tehty laatu työryhmän ja työnjohtajan toimesta. (Ratu S-1180 1997, 4.)

Laatupiirit ovat menettely, jossa työntekijöille välitetään rakennuttajan toimintaan kohdistamat vaatimukset. Tämän jälkeen keinoja vaatimusten saavuttamiseen ja potentiaalisten ongelmien välttämiseen suunnitellaan yhdessä työntekijöiden kanssa. Menettelyn avulla pyritään varmistamaan syntyvän tuotteen tai sen osan laadun sopimuksenmukaisuus. Mikäli laatupiiriin jälkeen toiminnassa on puutteita, järjestetään korjaava laatupiiri, jossa etsitään keinot virheiden korjaamiseksi ja toiminnan muuttamiseksi. (Ratu S-1180 1997, 4.)

2.2.2 Laadunvarmistuksen haasteet

Rakentamisessa suurimpia haasteita laadun tuottamisessa ovat alan pirstaleisuus ja kokonaisnäemyksen puuttuminen. Alan toiminnan projektiluonteisuus ja toimijoiden suuri määrä sekä alalla käytettävät jaetut urakkamallit esimerkiksi ovat osasyitä tälle. (Rakennusteollisuus 2020a.)

Rakennusteollisuuden sivujen (2020a) mukaan yleiseen rakentamisen laadun arviointiin ei ole olemassa kattavia keinoja eikä kansainvälinen laatutason aukoton määrittely ole mahdollista. Projektien toteuttaminen vaatii uusia, paremmin soveltuvia käytäntöjä tiedon keräämiseen, analysointiin, hallintaan ja raportointiin. (Kahler 2018, 963, 966.)

Jo vuosikymmenten ajan paperilomake on ollut ensisijainen työkalu suunnittelun ja rakentamisen laadun dokumentoinnissa. Lomakkeet syntyivät teollisen vallankumouksen aikana, jolloin tietoa piti saada kerättyä standardoidussa muodossa muun muassa tehokkaan arkistoinnin mahdollista-

miseksi. Kuitenkin jopa digitaaliaikana kehitettyjen mahdollistavien teknologioiden parissa prosessien laadunhallinta perustuu usein edelleen vanhoihin tarkistuslistamenetelmiin. (Kahler 2018, 963, 966.)

Päälimmäiseksi pulmaksi laatuongelmissa mainitaan usein liian kireät aikataulut, mutta taustalta esiin nousevat suunnittelun ja yhteispelin puutteet hankkeen eri vaiheissa ja eri toimijoiden kesken. Kiire ei siis ole perimmäinen syy. Se on seuraus heikosta ennakkovalmistelusta ja hankkeen johtamisesta. (Rakennusteollisuus 2020b.)

Leãon, Formoson, ja Isatton (2014, 848) mukaan nykyisten laadunhallintajärjestelmien yksi suuri ongelma on niiden integroinnin puute tuotannonohjauksen kanssa. Toisin sanoen laadunvalvontaa suoritetaan tuotannon suunnittelusta ja valvonnasta erillään, minkä seurauksena tehtävät katsotaan joskus suoritetuiksi, vaikka varsinaisia laatutarkastuksia niille ei ole tehty. Fireman ja Formoso (2013) kutsuvat tätä hukkatyypiksi, joka on nimetty keskeneräiseksi työksi.

Tämä hukka johtuu ensisijaisesti edellisten tehtävien virheellisestä suorittamisesta. Mikäli tehtävät tarkastettaisiin laadunvalvonnan mukaisesti jo niiden suorittamisen aikana, mahdolliset puutteet voitaisiin korjata ajoissa ja sitä kautta ongelmien leviäminen seuraaviin tehtäviin voitaisiin estää. (Leão ym. 2014, 848.)

Firemanin ja Formoson (2013, 524) määrittelemä hukkatyyppi, keskeneräinen työ, sisältää sekä uusintatyötä että pieniä viimeistelytehtäviä, jotka jäävät usein tekemättä työntekijöiden poistuessa työpisteeltä. Tämä vaikuttaa rakennusprojektiin negatiivisesti lisäten epävirallista työtä, keskeneräisiä töitä ja ei-arvoa tuottavia toimintoja, mutta silti nämä työt jätetään yleensä huomiotta esimerkiksi lyhyen aikavälin kokouksissa. Koska tällaisia työtehtäviä ei muodollisesti suunnitella, niillä on tapana aiheuttaa niin kutsuttuja making-do -tapahtumia ja rajoittaa systemaattisen laadunvarmistuksen toteutumista.

Making-do on Koskelan (2004) määritelmän mukaan tuotteen tai palvelun tekemistä ilman, että kaikki työn valmiiksi saattamiseen tarvittavat panokset ovat saatavilla. Panoksilla ei tarkoiteta pelkästään materiaaleja, vaan myös koneita, työkaluja, henkilöstöä, ohjeita ja ulkoisia olosuhteita. Making-do voidaan ajatella puskuroinnin vastakohtana. Se on yleistä tilanteissa, jossa tuotteen tuottamiseen vaaditaan monien epävarmojen asioiden yhteen osuminen. Leãon ym. (2014, 848)

mukaan making-do johtaa myös muihin hukkiin tuotannossa, kuten alentuneeseen turvallisuuteen, uusintatöihin ja laatuongelmiin sekä materiaalihukkaan.

Tuotannonohjaus ja laadunhallinta ovat siis käytännössä vuorovaikutuksessa siten, että toisen hyvä suoritus vaikuttaa toisen suoritukseen tai estää sen. Näiden kahden yhdistämistä on esitetty keinona vähentää muun muassa epävirallisten toimintojen ilmaantumista ja sitä kautta myös making-dota. Tämän tyylinen integraatio vaatii tietotekniikan tukea johtuen käsiteltävien tietojen määrästä henkilöä kohden. (Leão ym. 2014, 847–848.)

Ruohosen (2022) mukaan aliurakoitsijoiden ottaminen mukaan esimerkiksi laadunvarmistusmatriisin käyttöön voi kehittää laatutoimien yhtenäistämistä sekä yhteistyötä urakoitsijoiden välillä, mikä puolestaan voi edistää laatua ja toimintaa. Tämä myös vähentää hänen mukaansa aliurakoitsijan jatkuvaa ohjauksen tarvetta.

2.3 Nykytilanne rakennusalalla

Viime vuosikymmeninä rakennusala on kohdannut suuria muutoksia. Muutoksiin voidaan laskea muun muassa voittomarginaalien aleneminen sekä kuluttajien vaatiman laadun lisääntyminen. Lisäksi tiukka kilpailu yritysten välillä on herättänyt kiinnostusta kehittää erilaisia johtamisjärjestelmiä, jotka pyrkivät parantamaan tuotteiden laatua samalla vähentäen sen kustannuksia. (Leão ym. 2014, 847.)

Reinboldin, Seppäsen & Peltokorven (2020, 925) mukaan rakennusalan digitalisaation taso on alhainen muihin toimialoihin verrattuna ja että informaatiosiilo on yleinen käytäntö työmailla. Vatanpourin, Khorramnian & Forutanin (2013, 4) määritelmän mukaan informaatiosiilo on johtamisjärjestelmä, joka ei pysty toimimaan vastavuoroisesti muiden siihen liittyvien johtamisjärjestelmien kanssa. Tyypillisesti ilmaisua käytetään järjestelmissä, joissa tietoliikenne on vertikaalista ja painopiste on sisäänpäin.

Rakennusprojektin tuotantovaihe on monimutkainen prosessi, joka sisältää useita samanaikaisia osaprosesseja ja toimintoja. Prosessista puuttuu usein läpinäkyvyys ja keskitetty tieto, mikä aiheuttaa esimerkiksi päätöksentekoon pullonkauloja. Rakennusteollisuus on ongelmiansa ratkaisemiseksi sopeuttanut valmistavan teollisuuden ja esimerkiksi armeijan erilaisia lähestymistapoja,

kuten Toyota Production Systemin (TPS), lean-ajattelun, visuaalisen johtamisen sekä tilannetietoisuuden. (Reinbold ym. 2020, 925.)

Älylaitteissa saatavilla olevan teknologian lisääntyminen ja sen suosio ovat mahdollistaneet digitalisoinnin tuomisen myös työmaille. Puhelinsovellusten käyttö viestintävälineenä työmaille on nousussa (Reinbold ym. 2020, 927) ja lisäksi Suomessa on alettu ottaa aktiivisesti käyttöön erilaisia digitaalisia järjestelmiä reaaliaikaisen tiedon keräämiseen (Seppänen ym. 2022, 20).

Digitaalista tilannekuvatietoa kerätään automaattisesti esimerkiksi kiinteästi asennettujen kameroiden kuvavirtana sekä sensori- ja läsnäolotietona, kulunvalvontajärjestelmän datana tai paikanusdatana. Manuaalisesti digitaalista tilannekuvaa saadaan puolestaan mittauksista, laatutarkistuksista, töiden aloituksen ja lopetuksen kuittaamisesta, kuvauskierröksistä, esteiden ilmoittamisesta sekä käsin tehtävistä aikataulujen päivityksistä havaintojen ja palaverien perusteella. (Seppänen ym. 2022, 24.)

Pääosa järjestelmistä perustuu edelleen käyttäjän syöttämään tietoon. Tästä hyvä esimerkki on laadunhallintajärjestelmä Congrid, johon voi syöttää tietoa esimerkiksi laatupoikkeamista. Toinen hyvä esimerkki on yleistyvät aikatauluohjelmistot, kuten Sitedrive, johon voi syöttää tietoa esimerkiksi työvaiheen tilanteesta tai sen esteistä. (Seppänen ym. 2022, 20.)

Yksittäinen järjestelmä ei kuitenkaan vielä tuota tilannekuvaa, ja esimerkiksi vaikka edellä mainituista järjestelmistä saa kyllä tilannekuvan kannalta merkittävää tietoa, sitä pitää yhdistellä muissa järjestelmissä oleviin tietoihin, jotta sillä on käyttäjän kannalta merkitystä. Erilaisia digitaalisia tilannekuvatietoja yhden näkymän alle yhdistäviä järjestelmiä on jo olemassa, mutta nämä järjestelmät eivät vielä yhdistä eri osajärjestelmistä saatuja tietoja selkeiksi johtopäätöksiksi. Tietojen tulkinta tapahtuu pääasiassa työmaahenkilöstön oman päättelyn kautta. Teknologia on siis tämän osalta vielä melko kehittämätöntä, ja tämän takia yritykset ovat kehittäneet omia näkymiään esimerkiksi PowerBI-sovellusta hyödyntäen. Tällöinkin tietojen yhdistely on usein kiinni yksittäisen päätöksentekijän omasta kiinnostuksesta. Teknologian täytyisi tarjota oikeat tiedot päätöksentekoa varten ja automatisoida työläitä prosesseja, jotta sillä olisi vaikuttavuutta. (Seppänen ym. 2022, 20, 25.)

Seppänen ym. (2022, 39) mukaan työmaan tärkeimpien päätösten kannalta tilannekuvanäkymiin pitäisi lisätä erityisesti aloitusedellytysten varmistamiseen liittyvää tietoa, kuten laatu-, henkilöre-

surssi-, logistiikka- ja aikataulutietoa. Seppänen ym. painottaa, että tilannekuvan pitäisi automaattisesti hälyttää poikkeamista sen sijaan, että työmaa käyttäisi paljon aikaa kyseisten asioiden seuraamiseen.

On lisäksi havaittu, että aikataulujohtamisen ja laadunhallinnan tietoja pitäisi yhdistellä nykyistä enemmän, koska laatutarkastusten perusteella voidaan todeta työvaiheiden valmius ja toisaalta aikataulutehtävien etenemisen pitäisi ohjata laatutarkastusten tekemistä. Jotta tulevia häiriöitä voidaan paremmin ennustaa, pitäisi aikataulutilanteeseen yhdistää käytettävissä olevat asentajat työlajeittain ja keskivahvuus työmaalla. (Seppänen ym. 2022, 39.)

3 TAHTITUOTANTO JA LAADUNVARMISTUS HARTELASSA

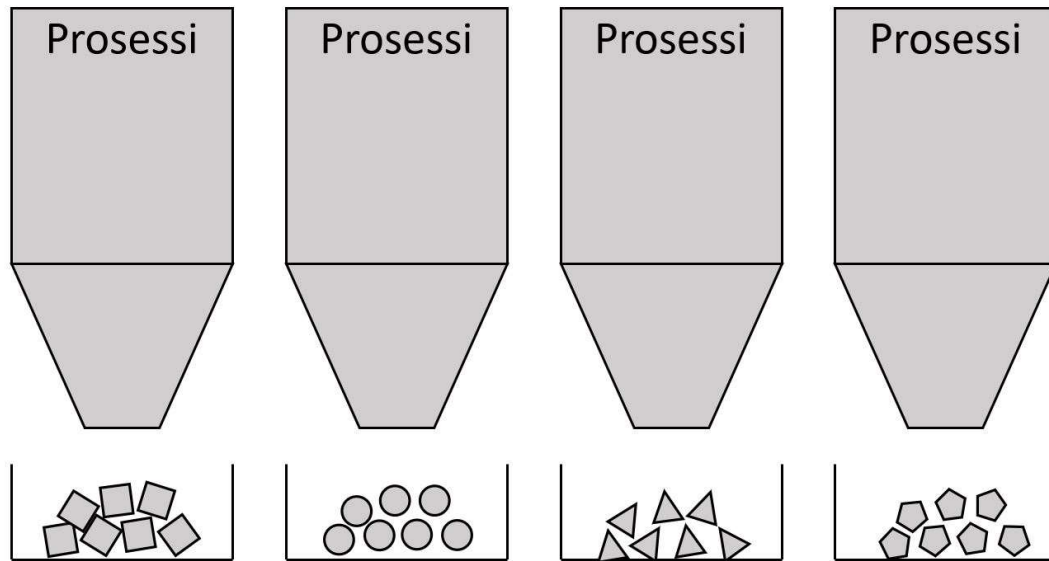
Tässä kappaleessa esitellään lyhyesti työn tilaaja ja tutkimuksen kohteena olevan työmaa. Lisäksi perehdytään teoriasolla työn tilaajan eri ohjeistuksiin ja toimintamalleihin liittyen laadunvarmistukseen ja tahtituotantoon.

3.1 Hartela-konserni

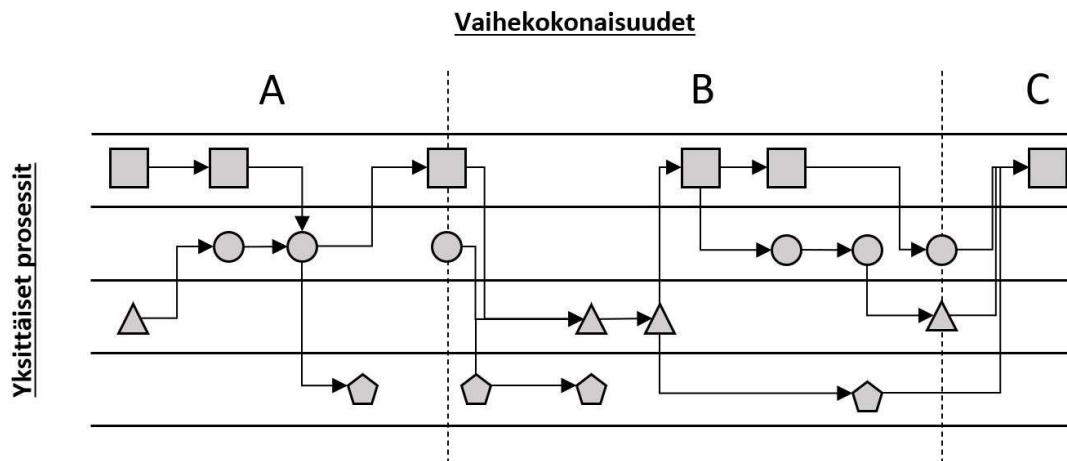
Hartela-konserni (myöhemmin ”Hartela”) on kotimainen perheyhtiö, joka on perustettu vuonna 1942. Vuosien saatossa se on kasvanut merkittäväksi rakennusyhtiöksi ja kuuluu nykyään Suomen suurimpiin rakennusliikkeisiin. Hartela rakentaa koteja, sijoitusasuntoja, toimisto- ja teollisuusrakennuksia sekä julkisia rakennuksia. Hartelan arvoihin kuuluvat ammattilypeys, asiakasläheisyys ja aloitteellisuus. Hartelalla on neljä tytäryhtiötä. (Hartela 2022a.) Opinnäytetyö keskittyy näistä pääasiassa yhden, Hartela Pohjois-Suomi Oy:n toimintaan.

Hartela aloitti vuonna 2020 toimintatapamuutoksen, jonka tavoitteena oli luoda konsernitasoinen toimintajärjestelmä Tämän muutoksen myötä Hartela siirtyi siilomaisesta ajattelumallista virtavaan toimintatapamalliin, joka loi vahvan pohjan paremmalle yhteistyölle, mutta samalla valtavan tarpeen tarkastella toimintaa aivan uudella tavalla. (Pasila 2023.)

Hartelan vanhassa toimintajärjestelmässä toiminta oli kuvattu siilomaisesti yksittäisten toimintojen näkökulmasta (kuvio 4), jonka johdosta myös toiminnan kehittäminen oli vahvasti yksittäisen toiminnon näkökulmasta suunniteltua ja sitä kautta osaoptimointiin kallistuvaa. Vuosien 2021–2023 aikana toimintajärjestelmää uudistettiin siten, että ensinnäkin toiminta kuvattiin yhteiselle taustalle ja toisekseen eri yhtiöiden toimintatapoja alettiin yhtenäistämään muun muassa toiminnan tasolla, käytettyjen sovellusten suhteen ja toiminnan termien osalta. Uudistettu toimintajärjestelmä toi mukanaan konsernin tasolla eri osapuolille liiketoiminnollain end-to-end -uimaratakaaviot (kuvio 5), jota tukemaan tuotettiin prosessikuvaukset sekä tarvittavat ohjeet ja pelisäännöt. Tämä muutos on luonut Hartelaan uudenlaisen johtamis- ja kehittämismallin, jossa toiminnan kuvaaminen on läpinäkyvämpää ja mikä tärkeintä, kaikille sama. (Pasila 2023.)



KUVIO 4. Vanhan toimintajärjestelmän kuvaus



KUVIO 5. Uuden toimintajärjestelmän kuvaus

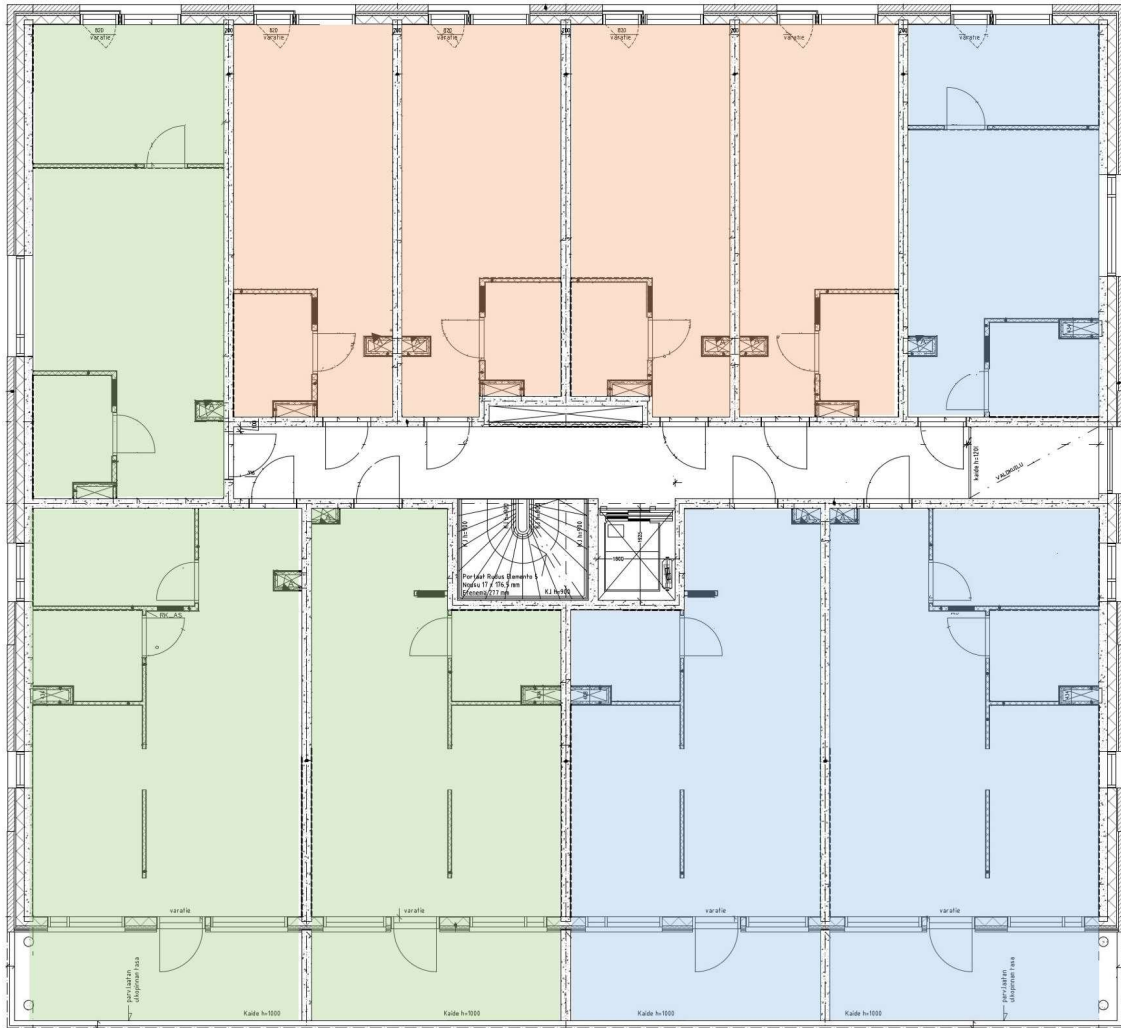
Toimintajärjestelmän kehitys jatkuu edelleen. Muutoksilla pyritään kehittämään toiminnan lisäksi valmiin tuotteen laatua sekä parantamaan toiminnan kannattavuutta. Toimintajärjestelmän kehittäminen tähtää myös toiminnan virtaviivaistamiseen ja selkeyttämiseen erilaisten ohjeistusten ja tarkennusten muodossa (Pasila 2023), mihin myös tämä opinnäytetyö tarjoaa näkökulman.

3.2 Tutkittavan työmaan lohkojako ja tahtiaika

Tutkittava kohde on asuinkerrostalotyömaa, jossa ollaan opinnäytetyön tutkimusvaiheen aikana sisävalmistusvaiheessa. Betonirunkoisessa rakennuksessa on kahdeksan kerrosta sekä kellari- ja ullakkotilat. Näistä kerrokset 2–8 ovat identtisiä asuinkerroksia. Jokaisessa asuinkerroksessa on 11 asuntoa – neljä yksiötä, neljä kaksiota ja kaksi kolmiota. Ensimmäisestä kerroksesta löytyy yleisiä tiloja ja väestönsuoja. Kellarista löytyy autohalli ja ullakkotiloissa on IV-konehuone. Kohteella ei ole opinnäytetyön kannalta huomioon otettavia erityispiirteitä. (Hartela 2022b.)

Työmaan vahvuuteen kuuluu Hartelan oma työnjohto sekä sekoitus Hartelan omia työntekijöitä ja aliurakoitsijoita. Yhteensä työmaalla työskentelee opinnäytetyön tutkimuksen aikaan noin 40 henkilöä. (Hartela 2022b.)

Työmaahan tutustuesssa selvisi, että kohteen jokainen kerros on jaettu kolmeen eri lohkoon. Lohkot 1 ja 2 käsittävät kumpikin kolme isompaa asuntoa ja lohko 3 sisältää kerroksen kaikki yksiöt (kuvio 6). Jokainen lohko on oma tahtialueensa, jolle on määritetty tahdiksi 2,5 päivää eli puoli viikkoa. Yhden kerroksen tekemiseen on siis varattu 1,5 viikkoa aikaa, mikä poikkeaa rakennusalalla perinteisestä viikko/kerros/urakoitsija -tyylistä.



KUVIO 6. Tutkittavan työmaan lohkojako

3.3 Hartelan tietoarkkitehtuuri

Hartelan tietoarkkitehtuuria tarkasteltaessa todettiin, että Hartelalla ja tutkimuksen kohteena olevalla työmaalla on käytössä monia erilaisia järjestelmiä ja sovelluksia toiminnan tehostamiseksi. Tässä opinnäytetyössä näistä sovelluksista ja järjestelmistä perehdyttiin tarkemmin projektinohjaus- ja dokumentointijärjestelmään, laadunvarmistusmatriisiin, työmaapäiväkirjaan, tehtäväsuunnitelmiin ja tahtiaikatauluun sekä niihin liittyviin ohjeistuksiin. Pääasiassa nämä ohjeistukset löytyvät Hartelan sisäisestä tietokannasta.

Yleisten ohjeistusten lisäksi Hartelassa on tuotettu myös erillinen ohjeistus koskien projektitasolla käytettyjä järjestelmiä. Tämän mukaan kaikkien esimiesten tulee ohjata uudet hartelalaiset tutus-

tumaan tuotettuun perehdytysaineistoon sekä käydä kunkin työnkuvaan liittyen läpi keskeiset johdamis- ja tukitoiminnot sekä liiketoimintaprosesseista omaan työhön vaikuttavat kokonaisuudet. (Hartela 2022c.)

3.3.1 Projektinohjaus- ja dokumentointijärjestelmä

Hartelassa on keskeinen projektinohjaus- ja dokumentointijärjestelmä, jolla ohjataan projektin etenemistä pääasiassa tehtävälistoja hyödyntäen. Järjestelmästä löytyy tehtävälisöjen lisäksi muun muassa projektillistaus, projektin tiedot, raportointi- ja projektinohjausnäkyvä, projektin rakenne, dokumenttipohjia sekä dokumentteja. (Hartela 2022c.)

Vaihekohtaisten tehtävälisöjen tarkoituksena on helpottaa projektin ohjausta auttamalla päätöksenteossa ja seurannassa. Listat on tuotettu liiketoiminnan mukaan ja niihin on määriteltävissä vastuuhenkilö, tehtävän tila, tavoiteaika, toteuma-aika sekä erilliset kommentit. (Hartela 2022c.)

Urakoitsijoilla ei ole pääsyä tähän järjestelmään. Tarvittavat suunnitelmat viedään projektinohjausjärjestelmästä manuaalisesti laadunhallintajärjestelmään, jossa ne ovat saatavilla urakoitsijoille literakohtaisesti. Projektinohjausjärjestelmää ei siis ole teknisesti liitetty muihin sovelluksiin. (Hartela 2022c.)

3.3.2 Laadunhallintajärjestelmä

Hartelan (2022c) määritelmän mukaan laadunvarmistus sisältää kaikki ne toimenpiteet, jotka ovat tarpeen riittävän varmuuden saamiseksi siitä, että rakennus ja rakentamistyö täyttävät näille asetetut laatuvaatimukset. Työmaan laadunvarmistustoimet suunnitellaan aina projektikohtaisesti ja ne esitetään hankkeen projektisuunnitelmassa ja sen liitteenä olevassa laadunvarmistusmatriisissa.

Työmaan laadunvarmistusmatriisissa esitetään tehtäväkohtaisesti suoritettavat laadunvarmistustoimet. Matriisia ylläpitää kukin työmaatoimihenkilö omien vastualueidensa osalta, mutta ajan tulla pitämistä on vastuussa vastaava työnjohtaja. Laadunvarmistusmatriisin avulla hallitaan laadudokumentaation laatimista, hyväksyntää ja jakelua sekä laadunvarmistuksen seuranta ja raportointia. (Hartela 2022b.)

Hartelassa laadunvarmistusmatriisi laaditaan erilliseen laadunhallintajärjestelmään. Laadunvarmistusmatriisi sisältää sarakkeita eri laadunvarmistustoimenpiteiden osa-alueille ja tarkastuksille. Näitä ovat työn turvallisuussuunnitelma (TTS), tehtäväsuunnitelma (TESU), aloituspalaveri, mestan vastaanotto, mallikatselmuks, itselleluovutus ja osakohdetarkastus. Laadunvarmistusmatriisi on nimensä mukaisesti matriisipohjainen eikä se ole teknisesti yhteyksissä esimerkiksi aikataulusovellukseen millään tavalla. (Hartela 2023.)

Hartelassa tulee avata laadunvarmistusmatriisi säännöllisesti ja varmistaa, että siellä määritellyt tarkastukset tulevat tehdyiksi. Laatutarkastuksia voi tehdä helposti esimerkiksi mobiilisovelluksella. Tehdyt tarkastukset päivittyvät automaattisesti myös työmaapäiväkirjaan, joka on saman järjestelmän alla. (Hartela 2023.)

Ohjeistuksen (Hartela 2022c) mukaan kukin urakoitsija huolehtii oman urakkansa tarkastuksista ja kokeista ja toimittaa tarvittavat dokumentit sovitulla menettelyllä osaksi laatudokumentaatiota. Hartelan laadunhallintajärjestelmän konsernilisenssiin kuuluu ominaisuus, jonka avulla myös urakoitsijat pystyvät käyttämään sovellusta ilman erillisveloitusta. Tämän aktivoiminen vaatii kuitenkin yhteydenottoa järjestelmän tukeen erikseen jokaisen urakoitsijan kohdalla. Siitä, käyttävätkö urakoitsijat tai Hartelan omat työntekijät järjestelmää, ei ole mainintaa. (Hartela 2023.)

Laatupoikkeamia havaittaessa, havaittaja on ohjeistuksen mukaan velvollinen ilmoittamaan asiasta välittömästi työnjohdolle sekä merkitsemään poikkeaman soveltuvalla tavalla. Näin korjaustyöt voidaan suorittaa viipymättä eikä korjaustöiden vuoksi synny esimerkiksi aikataulullista tai laadullista riskiä seuraaville työvaiheille. Työvaiheesta vastuussa oleva työnjohtaja vastaa korjaavista toimenpiteistä ja laatii tarvittaessa reklamaatiot. Reklamaatiot tehdään aina kirjallisesti ja ne dokumentoidaan projektinohjaus- ja dokumentointijärjestelmään. (Hartela 2022b.)

3.3.3 Työmaapäiväkirja

Hartelassa työmaapäiväkirjan pitämiseen käytetään samaa järjestelmää kuin laadunhallinnassa. Työmaapäiväkirjaa täyttää yleensä työmaan vastaava työnjohtaja, jonka jälkeen valvoja hyväksyy tehdyt päiväkirjamerkinnot. (Hartela 2021.)

Ohjeistuksen (Hartela 2021) mukaan työmaapäiväkirjaan tulee manuaalisesti merkitä päivittäin alkavat, käynnissä olevat, keskeytetyt ja valmistuneet työvaiheet sekä työvoimatiedot. Päivän aikana

laadunhallintajärjestelmässä tehdyt tarkastukset ja mittaukset kirjautuvat päiväkirjaan automaattisesti, mutta näitä voidaan täyttää myös käsin. Myös päivän säätiedot tallentuvat työmaapäiväkirjaan automaattisesti. Näiden lisäksi päiväkirjassa on mahdollisuus kirjoittaa vapaamuotoisia merkintöjä.

Työmaapäiväkirja toimii siis jonkinlaisena päivittäisen tilannekuvan tuottajana, mutta se on näkyvässä vain laadunhallintajärjestelmään käyttäjätunnukset omaaville eli lähinnä työnjohdolle ja päälliköille. (Hartela 2021.)

3.3.4 Tehtäväsuunnittelu

Hartelassa tehtäväkohtaista työsuunnittelua eli tehtäväsuunnittelua tehdään lähtökohtaisesti kaikille tehtäville. Kukin työnjohtaja suunnittelee omalla vastuullaan olevat tehtävät. (Hartela 2022b.) Suunnittelun taso määräytyy tehtävän laajuuden ja merkittävyyden mukaan. Tehtäväsuunnittelun avulla varmistetaan, että tehtävää koskevat vaatimukset tiedostetaan, tehtävän suorittamisen kannalta merkittävät asiat on huomioitu ja tarvittavilla osapuolilla on yhteinen käsitys niin työn sisällöstä kuin sen tavoitteista. Ohjeistuksen mukaan suunnittelua tulisi tarkentaa ja ylläpitää koko tehtävän suorituksen ajan. (Hartela 2022c.)

Ajallisesti, taloudellisesti tai muulla tavalla kriittisistä tehtävistä laaditaan tarkempi tehtäväsuunnitelma (Hartela 2022b). Tehtäväsuunnitelma on siis tehtäväsuunnittelun tarkempi työkalu, jonka ensisijainen tarkoitus on palvella tehtävän suorittamista. Tehtävät, joista erillinen tehtäväsuunnitelma laaditaan, on määritelty vastuineen laadunvarmistusmatriisissa. Tehtäväsuunnitelman tarkoitus on lisätä toiminnan järjestelmällisyyttä, osoittaa yrityksen laadunhallinnan toimivuutta, helpottaa tehtävän johtamista, yhteistyötä ja tiedonkulkua, tukea jatkuvaa kehittymistä ja oppimista sekä välttää ristiriitoja työsuunnittelun eri osa-alueiden välillä, kun kaikki tehtävää koskeva tieto on kerätty yhdeksi kokonaisuudeksi. Näin varmistetaan, että lopputuote on tavoitteiden mukainen. (Hartela 2022c.)

Tehtäväsuunnitelmassa (Hartela 2022c) käsitellään seuraavat kokonaisuudet työvaihe ja sen laajuus huomioiden:

- tehtävän läpivienti sisältäen aloitusedellytykset, kalusto, logistiikka sekä liittyvät ja seuraavat tehtävät

- aikataulu, tuotantonopeus ja välitavoitteet
- laatuvaatimukset ja laadunvarmistustoimenpiteet
- menekit ja resurssit
- turvallisuus
- kustannukset
- potentiaaliset ongelmat ja reagointi poikkeamiin.

Hartelan ohjeistuksen mukaan tehtäväsuunnitelman laatiminen tehdään yleensä sopimuksen laatimisen yhteydessä. Suunnitelman tulee olla tehtynä ennen työvaiheen aloittamista. Suunnitelman laatii tehtävää johtava pääurakoitsijan työnjohtaja, ja sen hyväksyy työmaan vastaava työnjohtaja. Tehtäväsuunnitelman sisältö käydään läpi urakoitsijan kanssa aloituspalaverissa ja opastettaessa työntekijöitä alkavaan tehtävään. Tehtäväsuunnitelman kokonaisuuksista kustannukset suunnitellaan työnjohdon toimesta, mutta ne eivät sisälly urakoitsijalle tai työntekijöille toimitettavaan aineistoon. (Hartela 2022c.)

Toimintajärjestelmän mukaan (Hartela 2022c) tehtäväsuunnitelmaa seurataan kirjaamalla toteutuneet toimenpiteet suhteessa alkuperäiseen tehtäväsuunnitelmaan. Seuranta täytetään ensisijaisesti alkuperäisen tehtäväsuunnitelman yhteyteen. Suunnitelmat pidetään saatavilla projektinohjaus- ja dokumentointijärjestelmässä koko tehtävän suorituksen ajan. Tehtävän seurauksessa ja ohjauksessa käytettäviä työkaluja ovat esimerkiksi:

- yhteensovittaminen muihin tehtäviin (mm. kokouskäytännöt)
- viikkoaikataulut ja aikatauluseurannat
- laadunvarmistusmatriisi ja sen mukaiset katselmukset
- resurssien seuranta
- TR-mittaukset ja turvallisuushavainnot
- reklamaatiot.

3.3.5 Aikataulusuunnittelu

Työmaan aikataulusuunnittelu pohjautuu Hartelan ohjeisiin, kriittisten ja mitoitettavien tehtävien sekä työvaiheiden ja niihin liittyvien määrien, resurssien ja riippuvuuksien määrittämiseen paikka-kohtaisesti. Ohjeistuksen mukaan kaikkien laadittujen aikataulujen toteutumista tulee seurata ja

ohjata. Myös eri toimintojen keskinäiset aikataululliset riippuvuudet tulee huomioida aikatauluja laadittaessa ja päivitettäessä. Tällä varmistetaan, että työvaiheet noudattavat sovittua aikataulua ja että kaikki osapuolet ovat tietoisia aikataulutilanteesta sekä tarvittavista toimenpiteistä eri vaiheissa. (Hartela 2022b.)

Yleis- ja rakentamisvaihe aikataulujen laadintaan ja seurantaan käytetään erillistä aikataulusovellusta. Ajantasaisista yleis- ja rakentamisvaihe aikatauluista tulee ohjeistuksen mukaan pitää seurattua aikataulua nähtävillä työmaatoimiston ilmoitustaululla sekä työmaa- ja urakoitsijakokousten liitteenä. Aikataulut tallennetaan lisäksi projektinohjaus- ja dokumentointijärjestelmään. (Hartela 2022b.)

Aikataulusovelluksen lisäksi Hartelalla on käytössä tahtiaikataulusovellus. Tämän käyttöön ei kuitenkaan löydy vielä erillistä ohjeistusta. Tahtiaikataulusovellus sisältää pelkästään tahtiaikataulun ja eri tehtävät tahtien mukaan. Laatu ja sen varmistus ei ole teknisesti yhdistettynä tähän eikä muihin aikataulusuunnittelussa käytettäviin sovelluksiin ja järjestelmiin. (Hartela 2022b.)

Ohjeistuksen mukaan jokainen työnjohtaja vastaa 2–3 -viikkoaikataulujen laatimisesta ja ohjaamisesta omien vastuutehtäviensä osalta yhteistyössä aliurakoitsijoiden kanssa. Viikkoaikataulujen yhteensovittamisesta ja tiedonkulusta huolehditaan urakoitsija- ja viikkopalavereissa. Näissä varmistetaan, että myös työntekijät ovat tietoisia kyseisen viikon aikataulusta ja aikataulutavoitteista. Viikkoaikataulut pidetään nähtävillä työmaatoimistossa, työntekijöiden taukotiiloissa sekä urakoitsijakokouspöytäkirjoissa. Lisäksi ne tallennetaan projektinohjaus- ja dokumentointijärjestelmään. (Hartela 2022b.)

Ohjeistuksen mukaan aikataulussa ilmenevät muutokset tulee päivittää ja niiden vaikutukset muihin tehtäviin tulee tarkastella ja informoida. Projektisuunnitelmasta löytyy myös erillinen ohjeistus aikataulupoikkeamien hallintaan. Sen mukaan aikataulupoikkeamia pyritään välttämään ennakoimalla häiriöitä aikataulu- ja työsuunnittelun keinoin. Mikäli mahdollisia aikatauluhäiriöitä kuitenkin esiintyy, tulee niihin ohjeistuksen mukaan puuttua saman päivän aikana. Mikäli aikataulusta jäädään jälkeen, asia reklamoidaan ja asiasta järjestetään erillinen aikataulupalaveri asiaa koskevien urakoitsijoiden kanssa. Viivästysten kohdistuessa kriittisiin tai tahdistaviin työvaiheisiin, tulee ohjeistuksen mukaan laatia viiveen kuomisesta kirjallinen kiinniottosuunnitelma. (Hartela 2022b.)

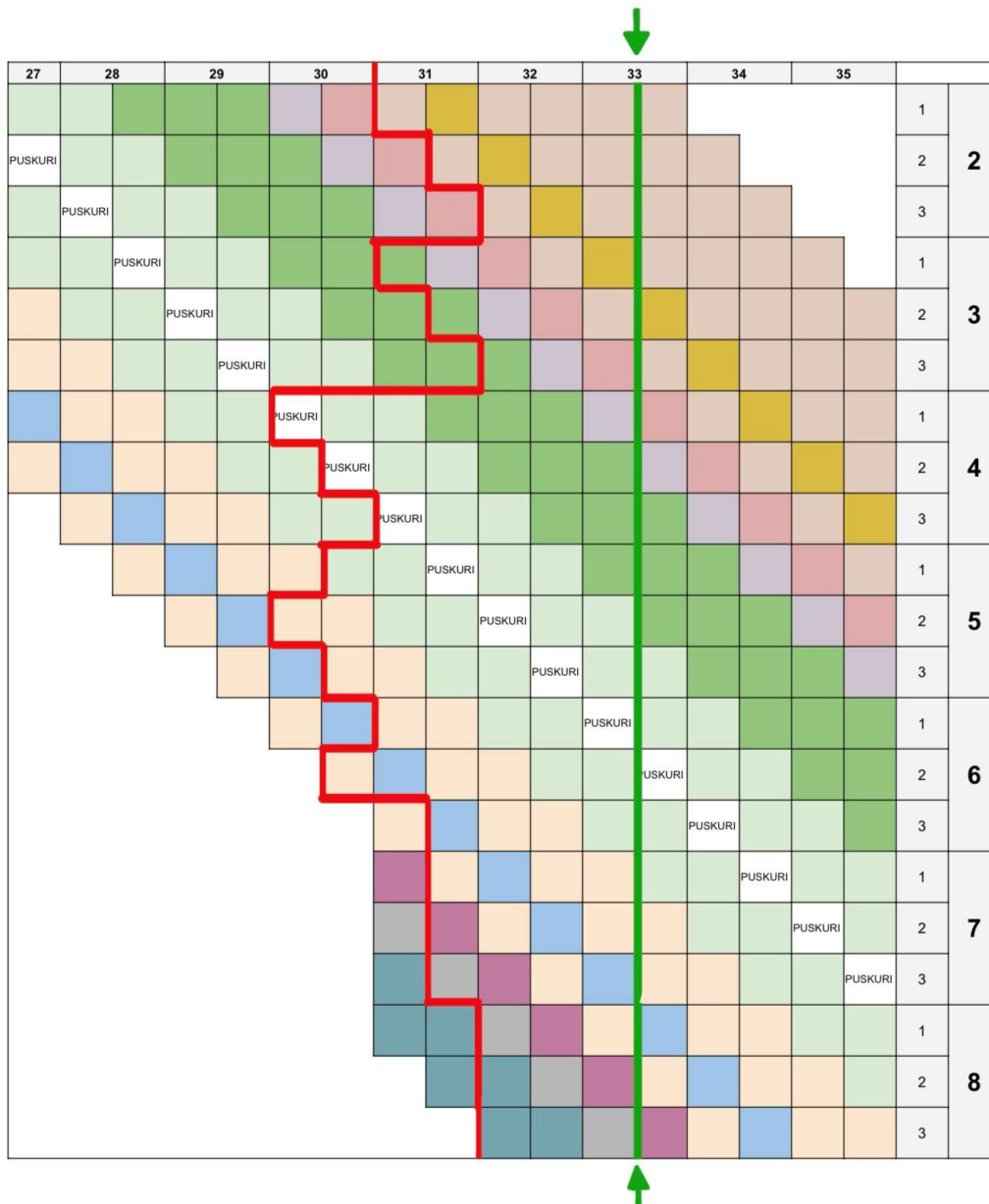
4 NYKYTILANNE TUTKITTAVALLA TYÖMAALLA

Tässä kappaleessa perehdytään tutkittavan työmaan nykytilanteeseen aikataulun, tietoarkkitehtuurin ja laadunvarmistuksen osalta. Tilannetta tutkimuskohteessa kartoitettiin perehtymällä ensin aikatauluihin ja tahtiaikataulusovellukseen. Kartoittamista jatkettiin käymällä työmaakerroksella, jonka aikana työnjohtajia, työntekijöitä ja aliurakoitsijoita haastateltiin.

4.1 Aikataulu

Tutkimuksessa havaittiin, että työmaalla ollaan yleisaikataulun mukaisessa aikataulussa, mutta tavoitteellinen, kiristetty tahtiaikataulu ei ole täysin pitänyt. Tämä on johtanut tilanteeseen, jossa tahtiaikataulun mukaisista tahdeista tuntuu olevan hankala saada uudestaan kiinni. Perusteltu syy tahtiaikataulusta putoamiselle on se, että kesälomien aikaan työmaalla ei pystytty toteuttamaan tahteja resurssipulan takia. Jopa työnjohdosta puuttui resursseja. Tähän aikaan työmaalla oltiin väliseinävaiheessa.

Kuvio 7 alla havainnollistaa tahtiaikataulun tilannetta työmaalla tutkimushetkellä. Oikeaan reunaan aikataulua on kirjattu kerrokset ja lohkojako. Yläreunassa lukevat viikkonumerot. Vihreä suora viiva nuolineen kuvastaa ajankohtaa, jossa tahtiaikataulun mukaan pitäisi olla menossa. Punainen mutkitteleva viiva puolestaan kuvastaa kohtia, joissa tällä hetkellä ollaan menossa. Havainnollistava tilannekuva tästä aikataulusta muodostettiin työmaakerroksen perusteella.



KUVIO 7. Havainnollistava tahtiaikataulun tilanne työmaalla

Tutkittaessa työmaalla käytettävää tahtiaikasovellusta selvisi, että tahtiaikasovellus on vasta testi-käytössä. Mahdollisesti tämän takia sovellukseen merkityt tahdit eivät vastaa ainakaan täysin työmaalla käynnissä olevia tahteja. Kaikkia työmaalla aloitettuja työvaiheita ei ole merkattu aloitetuiksi järjestelmään. Sovelluksen mukaan rästissä olisi yhteensä 119 työtehtävää, joista vain murto-osa on merkattu aloitetuiksi. Nykyisiä tehtäviä eli tehtäviä, joiden pitäisi tahtiaikataulun mukaan olla käynnissä nyt, on 28 kappaletta. Näistä vain yksi on merkattu aloitetuksi tahtiaikataulusovellukseen viikon puolivälissä. Kokonaistilanteessa järjestelmän mukaan tehtäviä on valmiina yhteensä 173/651. Tämä vastaa 27 % kaikista tehtävistä.

Vastaava työnjohtaja kertoi, että työntekijöillä on näkyvissä myös tahtiaikataulu. Tahtiaikataulusta ei kuitenkaan selviä päivämäärät tai esimerkiksi logistiikkaan liittyvät asiat, joten työntekijöille jaettava 3-viikkoisaikataulu on täydentää tätä tahtiaikataulua. Tehtävät 3-viikkoisaikatauluun on luotu samantyyllisesti kuin tahtiaikataulussa.

4.2 Työmaatason tietoarkkitehtuuri

Perehtyessä tarkemmin kohteen tietoarkkitehtuuriin kävi ilmi, että kaikki työmaalla tarvittava tieto tuntuu olevan hajautettuna eri sovellusten ja järjestelmien välille. Tämä hankaloittaa tiedon löytämistä ja lisäksi saattaa aiheuttaa sekaannuksia, mikäli tieto ei ole samalla ajan tasalla kaikissa järjestelmissä. Esimerkiksi laadunvarmistukseen ja aikataulusuunnitteluun liittyvät asiat löytyvät eri paikoista (laadunhallintajärjestelmä, aikataulusovellus ja tahtiaikataulusovellus) eivätkä ne ole teknisesti yhteydessä toisiinsa.

Lisäksi esimerkiksi tahtiaikasovellus on tutkimuksen aikaan työmaalla vasta testikäytössä. Työnjohto on saanut koulutusta sovelluksen käyttöön, mutta kokemuksen puute hidastaa vielä käyttöä. Työnjohto on myös ainoa henkilöstö, jolla on pääsy sovelluksiin työmaalla. Käyttöoikeuksien jakaminen kyseisiin sovelluksiin esimerkiksi työntekijöille ei onnistu työmaalta käsin ainakaan täysin.

4.3 Laadunhallinta

Tutkittaessa Hartelan laadunhallintajärjestelmää selvisi, että järjestelmään on työmaan alkaessa tehty erilliset listat reklamaatioille, suunnitelmapoikkeamille, havainnoille sekä virheille ja puutteille. Listat ovat kuitenkin jostain syystä tyhjillään. Listojen lisäksi laadunhallintajärjestelmästä löytyy viikoittaiset TR-mittaukset raportteineen, laatutarkastuksia kuvineen sekä tuhansia havaintoja. Havainnoista suurin osa liittyy kuitenkin turvallisuuteen.

Laatutarkastuksia järjestelmään on merkattu 26 kappaletta. Suurin osa tarkastuksista sijoittuu ajalle, jolloin työmaalla on tehty raudoituksia ja betonointeja. Sisävalmistusvaiheesta eli ajalta, jolloin opinnäytetyön tutkimusta on tehty, tarkastuksia on vain pari kappaletta.

Laatumatriisia tarkastellessa vaikutti, että sen täyttäminen olisi jäänyt kesken. Laatumatriisissa on sarakkeet eri osa-alueille ja tarkastuksille, mutta näistä vain osassa on merkintöjä (kuvio 9). Sarakkeittain katsottuna järjestelmässä on merkintöjä työn turvallisuussuunnitelmissa (TTS) 8kpl, tehtäväsuunnitelmissa (TESU) 13kpl, aloitusedellytyksissä 3kpl, aloituspalavereissa 3kpl, mestan vastaanotoissa 1kpl, mallikatselmuksissa 14kpl, urakoitsijan itselleluovutuksissa 0kpl ja osakohdetarkastuksissa 8kpl. Näistä kaikista merkinnöistä vain kaksi kappaletta on hyväksytty niin sanotusti valmiiksi.

5 Pintarakenteet									
52400 Laatoitustyöt	0	0	0	0	0				
52400 1 Vedeneristys						0	0	0	0
52400 2 Laatoitus						0	0	0	0
53000 Alakaasot	0	0		0	0	0	0	0	0
55400 Julkisivumuuraus	0	3	0	0	0	0	0	0	0
55410 Julkisivurappeus									
56200 Pinta- ja seinälaattat	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56400 Tasotilat	0	0	1	0	0	0	0	0	0
56600 Parketti- ja laminaattilaattat	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56900 Muovimazot	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57600 Sauna- ja paneeliurakka	1	0	0	0	0				
57600 1 Koolaus						0	0	0	0
57600 2 Paneelointi						0	0	0	0
58000 Tasote- ja maalaustyöt	0	0	0	0					
58001 Tasotus						0	0	0	0
58002 Maalaus						0	0	0	0
58003 Tapetointi									

KUVIO 9. Otos laatumatriisista

4.4 Haastattelut tutkimuskohteessa

Osana tilannekuvan kartoitusta tutkimuskohteen työnjohtoa, työntekijöitä ja aliurakoitsijoita haastateltiin. Haastattelukysymyksiä oli:

1. Minkälainen tilannekäsityksesi on tällä hetkellä työstäsi?
2. Miten tärkeäksi koet oman työsi kannalta ajantasaisen tilannekuvan?
3. Mitä parannuksia toivoisit tilannekuvalta työhösi liittyen?

Kysymyksillä viitattiin tilannekuvaan aikataulun ja laadun suhteen. Haastattelun lisäksi haastateltavien kanssa keskusteltiin yleisesti laadusta ja aikataulusta sekä niiden yhdistämisestä.

4.4.1 Työnjohto

Työmaan vastaavan työnjohtajan mukaan laatu on subjektiivinen näkemys ja monisyinen käsite, jonka jokainen kokee eri tavalla. Hän mainitsee esimerkiksi laadunvarmistusmatriisista löytyvät tarkastuslistat. Kohde voi täyttää tarkastuslistan mukaiset kriteerit täysin, mutta asiakas voi silti olla eri mieltä laadun lopputuloksesta.

Vastaava työnjohtaja kertoo, että laadunhallinnassa ja aikataulussa on yhteneviä tekijöitä. Mikäli aikataulu on sujuva, on laadunvarmistus silloin sujuvaa. Tämä näkyy sitten myös työn laadussa positiivisesti. Vastaava työnjohtaja mainitsee kuitenkin, että usein työmaalla joudutaan tekemään kompromisseja laadun ja aikataulun välillä. Henkilökohtaisesti häntä harmittaa, että aikataulua painotetaan usein laatua enemmän, ja tällöin laatu on se, joka mahdollisesti kärsii. Hänen mukaansa keinoja paremman laadun tuottamiseen olisi, mutta rahaa ja aikaa puolestaan ei.

Työmaan vastaavan työnjohtajan mukaan nykyiset laadunhallinnan työkalut, sovellukset ja järjestelmät olisivat riittävät, mikäli niitä kerkeäisi käyttämään kunnolla. Työmaalla aikaa on kuitenkin vain rajallisesti ja välillä muita asioita on priorisoitava.

Vastaavan työnjohtajan mukaan myös nykyinen aikataulusuunnitteluun käytettävä sovellus on tilanteeseen nähden riittävä. Aikataulusovelluksessa on jopa paljon ominaisuuksia, joita ei edes vielä hyödynnetä. Aikataulusuunnittelun osalta hän kuitenkin korostaa, että aikataulun suunnittelussa ja luomisessa täytyy ymmärtää paljon muutakin kuin vain sovelluksen tai järjestelmän käyttö. Hyvällä ja helppokäyttöisellä sovelluksella voi tehdä huononkin aikataulun ilman ymmärrystä. Sama pätee myös toisinpäin. Huonolla sovelluksella tai jopa ilman sovellusta voi tehdä erittäin hyvän aikataulun riittävällä ymmärryksellä.

Sovelluksista ja järjestelmistä puhuttaessa vastaava työnjohtaja kertoo perustavansa oman näkemyksensä työmaan tilannekuvasta yleisaikatauluun ja sen seurantaan. Seurannassa hän luottaa eniten yleisaikataulun janaversioon, mutta mainitsee vinoviivaversio olevan parempi työvaiheiden rytmityksessä. Hän sanoo tahtiaikataulustakin olevan hyötyä, mutta tilannekuvan tuottamisessa se on huonompi työkalu. Vastaavaa työnjohtajaa lainaten: ”Tahdit eivät näytä ollenkaan esimerkiksi

päivämääriä. Vähintäänkin viikkonumerot pitäisi olla näkyvissä tahdeissa, sillä tahtien numerot eivät kerro mitään.” Hän mainitsee myös, että tahtiaikataulu ei ole visuaalisesti kuvaava rakentamiseen nähden hänen mielestään.

Tahtiaikataulusovellus on työmaalla vasta testikäytössä. Kaikille työnjohtajille on annettu koulutusta sovelluksen käytöstä ja yleisesti tahtituotannosta, mutta sovellusta käyttävät vain vastaava työnjohtaja ja yksi työnjohtaja. Tämä yksi työnjohtaja vastaa pitkälti tahtiaikataulusovelluksen ajan tasalla pitämisestä.

Vastaavan työnjohtajan mukaan yksi tahtiaikataulusovelluksen huonoista puolista on se, että sen päivittämiseen tarvitaan kaksinkertainen työ. Tahtiaikataulua ei voi käytännössä muuttaa työmaalla, vaan muutokset menevät aina sovelluksen ylläpitäjän kautta. Kun työmaa päivittää aikataulua, on sovelluksen ylläpitäjän tehtävä samat päivitykset sovellukseen. Vastaava kertoo, että tahtiaikataulua on kuitenkin päivitetty sovellukseen opinnäytetyön tutkimuksen aikana.

Vastaavaa työnjohtajaa lainaten: ”Toimintaa yritetään koneistaa eri järjestelmillä, mutta valitettavasti tämä ei ole tehdastuotantoa.” Hänen puheistaan käy ilmi, että monet tekijät työmaalla ovat hyvin paljon henkilöistä ja heidän ominaisuuksistaan riippuvia. Esimerkiksi nokkamiehiltä ja aliurakoitsijoiden työnjohtajilta vaaditaan isomman tilannekuvan näkemistä, mutta työntekijöiltä puolestaan tätä ei välttämättä vaadita. Työntekijöissäkin on kuitenkin eroja. Osa haluaa olla kartalla isommasta tilannekuvasta ja tietää sekä omat että muiden työntekijöiden työtehtävät esimerkiksi viikoksi eteenpäin, mutta osalle taas riittää vain kuluvan päivän omien työtehtävien tiedostaminen.

Vastaavan työnjohtajan mukaan liika informaatio voi aiheuttaa sekaannusta joidenkin työntekijöiden kohdalla, mutta tämä ei silti poista sitä faktaa, että hekin ovat hyviä työssään. Tämä vaatii työnjohtolta tietynlaista sopeutumiskykyä esimerkiksi johtamistyylin suhteen. Jokaiselle pitää pystyä kertomaan niin sanotusti oma tarina heidän työkuvansa kannalta. Tästä esimerkkinä vastaava työnjohtaja kertoo, että mikäli laadunvarmistus yhdistettäisiin konkreettisesti jollain tapaa aikatauluun, pitäisi tehdä monia erillisiä aikatauluja siihen katsoen, kenelle ne täytyisi esittää. Työnjohto mainitsee yksinkertaistamisen olevan oleellinen asia, mutta se on samalla haaste jaettavan tiedon määrästä johtuen.

Tämän lisäksi vastaava työnjohtaja pohtii, mitä tahtituotannolla varsinaisesti haetaan. Niin sanottu toiminnan koneistaminen ajaa työnjohtoa viettämään entistä enemmän aikaa tietokoneiden ääressä toimistossa ja vähemmän itse työmaalla. Vastaavan työnjohtajan mukaan sovellukset ja järjestelmät eivät kuitenkaan kerro riittävällä tarkkuudella esimerkiksi sitä, mitä työmaalla on luvassa ja mitkä ovat esimerkiksi riskipaikkoja ajallisesti. Oman kokemuksensa kautta hän kertoo, että tah-tiaikasovellus lisää vain rajallisesti hänen tilannekuvaansa ja että hän saa paljon enemmän irti niin sanotusti epävirallisemmalla lähestymistavalla eli keskustelemalla kasvotusten urakoitsijoiden edustajien ja työntekijöiden kanssa.

Vastaava työnjohtaja painottaa, että ajantasaisen tilannekuvan rakentaminen on tärkeää. Hän kuitenkin mainitsee, että tilannekuva rakentuu eri tavalla eri työmailla riippuen hankkeesta ja organisaatiosta. Hän korostaa, että isommissa ja monipuolisemmissa projekteissa ohjelmallisesta tilannekuvan lisäämisestä voisi olla hyötyä, mutta etenkin tämän tutkittavan työmaan kokoisissa koh-teissa on nopeampaa ja helpompaa käydä itse työmaalla tarkastamassa tilanne oikean ja ajanta-saisen tilannekuvan saamiseksi. Tilannekuvan kartoittamista ei edes tarvitse lähteä tekemään erikseen, vaan se hoituu muun työn ohessa työmaalla liikkussa.

Tilannekuvasta keskusteltaessa nousee vahvasti esiin se, että eri ihmisillä voi olla hyvinkin erilaiset näkemykset tilannekuvan suhteen. Ihmiset kiinnittävät huomiota eri asioihin ja tämän takia toisen tuottamaan kertomukseen tilannekuvasta voi olla hankalaa luottaa. Vastaava työnjohtaja kertoo, että vaatii tietynlaista ammattitaitoa tuottaa luotettavaa tilannekuvaa. Hänen mielestään pelkkä merkintä esimerkiksi sovellukseen tehdystä työstä ei riitä.

Yksi työmaan työnjohtajista kertoo, että hän on hyvin ajan tasalla työmaan tilanteesta ja suunnittelee jatkuvasti jäljellä olevia työvaiheita kohteen loppuun saattamiseksi. Hän kokee ajantasaisen tilannekuvan erittäin tärkeäksi, mutta nostaa esiin samoja asioita kuin vastaava työnjohtaja. Esi-merkiksi laadullisesta näkökulmasta katsottuna hän kokee tärkeäksi, että hän käy itse tarkasta-massa työn ja sen lopputuloksen. Hän mainitsee, että kokemuspohjalta luotto myös muiden teke-miin tarkastuksiin voisi vahvistua.

4.4.2 Työntekijä

Haastateltavan työntekijän mukaan on tärkeää olla aina tietoinen ympärillä olevista työvaiheista, muista työntekijöistä, muutoksista ja mahdollisista haasteista. Työntekijä kertoo saavansa tilannekuvan tarkkailemalla ympäristöään ja keskustelemalla työnjohdon kanssa. Hän kertookin, että työnjohto tarjoaa ajantasaista tietoa hyvin säännöllisesti.

Parannuksena tilannekuvaan liittyen työntekijä esittää toiveen ajallisen pelivaran suhteen. Työmaalla on monta toimijaa yhtä aikaa, minkä vuoksi kaikki ei mene aina suunnitelmien mukaan. Välillä joutuu tarvittaessa vaihtamaan kriittisempään tehtävään ja hyppäämään työpisteestä toiseen. Tässäkin hän korostaa, että nopeimmat vastaukset haasteiden ja muutosten esiintyessä saa soittamalla työnjohdolle. Vastauksen saa joko puhelimen välityksellä suoraan tai sitten työnjohto tulee paikan päälle tarkastamaan tilanteen. Maalaisjärjen ja oman harkinnan käyttö on myös suotavaa.

Työntekijä kertoo, että ei käytä tällä hetkellä mitään sovelluksia työn teon ohella, mutta on avoin idealle. Hänen mukaansa esimerkiksi sovellus, josta näkisi tietyssä työpisteessä käyneet työryhmät ja heidän tekemänsä työt, voisi olla hyvä. Hän kuitenkin pohtii, kuinka paljon työmaalla oltaisiin tällöin puhelin kädessä verrattuna varsinaiseen työntekoon. Lisäksi hän korostaa, että mikään sovellus ei saisi johtaa siihen tilanteeseen, että työnjohto ei olisi työmaalla aidosti läsnä.

Kuten työnjohtokin, myös työntekijä korostaa luottamusta ja avoimuutta työmaalla toimimisessa. Asioita pitää uskaltaa sanoa ääneen ja sitä kautta tuoda esille myös virheet, joita sattuu väistämättä. Etenkin uuden toimintamallin sisään ajamisessa myös työntekijöiden kuuntelu olisi tärkeää.

Työntekijä kokee, että kiristetty tahti ja jaettu lohkojako kerroksessa ei oikein toimi. Syyksi tähän hän mainitsee resurssipulan. Resursseja täytyisi olla enemmän ja niiden saatavuutta tulisi parantaa.

4.4.3 Aliurakoitsija

Haastateltava aliurakoitsija kertoo, että hänellä on erittäin selkeä tilannekäsitys tällä hetkellä työs-
tään. Hän kokee ajantasaisen tilannekuvan tärkeäksi työn joustavuuden ja mahdollisten virheiden

välttämisen takia. Tilannekuvan hän kertoo saavansa sekä työnjohdon kanssa keskustelemalla että havainnoimalla itse. Kommunikaatio ja sen toimivuus nouseekin keskustelussa avaintekijäksi.

Aliurakoitsija mainitsee, että sovellus voisi olla hyvä työkalu tilannekuvan parantamiseen. Tahtia-kataulun ja laadunvarmistuksen yhdistämisestä puhuttaessa käy ilmi, että aliurakoitsija toivoisi näiden pitämistä erillään selkeyden vuoksi. Hänen mielestään tämä ”vanha” malli toimii, mutta hän sanoo olevansa avoin myös kehitykselle.

5 TUTKIMUSTULOKSET JA ANALYSOINTI

5.1 Tulokset

Kirjallisuuskatsauksessa todettiin, että suurimpia haasteita rakentamisen laadun tuottamisessa ovat alan pirstaleisuus ja kokonaisnäkemysten puuttuminen (Rakennusteollisuus 2020a). On havaittu, että aikataulujohtamisen ja laadunhallinnan tietoja pitäisi yhdistellä nykyistä enemmän, jotta esimerkiksi tulevia häiriöitä voidaan paremmin ennustaa (Seppänen ym. 2022, 39). Tuotannonohjaus ja laadunhallinta ovat käytännössä vuorovaikutuksessa siten, että toisen hyvä suoritus vaikuttaa toisen suoritukseen tai estää sen. Näiden kahden yhdistämistä on esitetty keinona vähentää muun muassa epävirallisten toimintojen ilmaantumista ja sitä kautta myös hukkaa (Leão ym. 2014, 847–848).

Lisäksi kirjallisuuskatsauksessa todettiin, että rakennusalan digitalisaation taso on muihin toimialoihin verrattuna alhainen (Reinbold ym. 2020, 925) ja pääosa järjestelmistä perustuu edelleen käyttäjän syöttämään tietoon (Seppänen ym. 2022, 20). Nykyiset järjestelmät eivät osaa vielä yhdistää eri osajärjestelmistä saatuja tietoja selkeiksi johtopäätöksiksi eikä näin ollen tarjoa vaikuttavuutta työläiden prosessien automatisoimiseksi (Seppänen ym. 2022, 20, 25). Suurin ongelma nykyisten laadunhallintajärjestelmien kanssa on niiden integroinnin puute tuotannonohjauksen kanssa (Leão ym. 2014, 848). Yleisesti projektien toteuttaminen vaatii siis uusia, paremmin soveltuvia käytäntöjä tiedon keräämiseen, analysointiin, hallintaan ja raportointiin (Kahler 2018, 963, 966).

Tutkimuksessa selvitettiin Hartelan nykyisten laadunvarmistus- ja aikataulutyoökalujen yhteensopivuutta. Työkalut ovat tällä hetkellä erillisiä sovelluksia ja järjestelmiä, joiden välillä jaetaan tarvittavat tiedot manuaalisesti. Tutkimuksessa selvisi, että käytössä olevien järjestelmien ja sovelluksien koko potentiaalia ei edes hyödynnetä vielä. Tämän takia esimerkiksi uusien sovellusten ei nähdä parantavan tilannetta. Haastatteluissa kävi myös ilmi, että idea laadunhallinnan ja aikataulujen yhdistämisestä on hyvin paljon mielipiteitä jakavaa. Osa haluaa pitää työkalut erillisinä selkeyden vuoksi ja osa on avoin idealle niiden yhdistämisestä.

Tutkittavalla työmaalla nykyiset laadunvarmistus- ja aikataulutyoökalut koetaan tilanteeseen nähden riittävinä työnjohdon puolesta. Työntekijöillä ja aliurakoitsijoilla ei ole pääsyä nykyisiin järjestelmiin, mutta he ovat avoimia ajatukselle esimerkiksi jonkin sovelluksen käytöstä työn yhteydessä. Myös

kirjallisuuskatsauksen (Ruohonen 2022) mukaan aliurakoitsijoiden ottaminen mukaan esimerkiksi laadunvarmistusmatriisiin käyttöön voi kehittää laatutoimien yhtenäistämistä sekä yhteistyötä urakoitsijoiden välillä vähentäen samalla jatkuvaa ohjauksen tarvetta.

Kaikki työntekijät ja aliurakoitsijat tutkittavalla työmaalla saavat tällä hetkellä tilannekuvansa työnjohdon kautta keskustelemalla sekä havainnoimalla itse ympäristöään. Haastattelujen pohjalta kävi ilmi, että isommissa ja monipuolisemmissa projekteissa ohjelmallisesta tilannekuvan lisäämisestä voisi olla hyötyä, mutta etenkin tämän tutkittavan työmaan kokoisissa kohteissa on työnjohdolle ainakin nopeampaa ja helpompaa käydä itse työmaalla tarkastamassa tilanne oikean ja ajantasaisen tilannekuvan saamiseksi.

Ideoita tilannekuvan parantamiseksi työnjohdolla, aliurakoitsijoilla ja työntekijöillä on vain vähän. Kirjallisuuskatsauksessakin (Tezel ym. 2011, 2, 9) kävi ilmi, että tietoisuutta esimerkiksi visuaalisesta johtamisesta, sen käytännön hyödyistä sekä sen mahdollisista toiminnoista ja menetelmistä tulisi lisätä. Tahtituotannossa visuaalisen johtamisen työkalut voisivat parantaa tehokkuutta tuotannon ohjausvaiheessa (Grönvall ym. 2021, 797,805).

Tutkimuksessa isoimmiksi ongelmiksi ja mahdollisiksi esteiksi kehitykselle nousivat aikataulujen kireys, luottamuksen puute eri toimijoiden välillä sekä ajoittainen resurssipula. On tärkeää huomata, että näistä tekijöistä aikataulujen kireys on suoraan seurausta resurssipulasta. Myös kirjallisuuskatsaus (Rakennusteollisuus 2020b) osoitti, että kiire ei ole perimmäinen syy ongelmille, vaan seuraus hankkeen johtamisesta ja mahdollisesti heikosta ennakkovalmistelusta.

Luottamus ja sen puute eri toimijoiden välillä nousi esiin useammassa keskustelussa. Etenkin laatu- ja tarkastuksista sekä ajankohtaisen tilannekuvan tuottamisesta puhuttaessa toimijoiden erilaiset näkemykset ja kokemukset aiheuttavat ajoittain haasteita. Tähän voidaan lisätä vielä se, että esimerkiksi asiakas voi olla täysin eri mieltä laadun lopputuloksesta, vaikka kohde täyttäisi kaikki tarkastuslistan mukaiset kriteerit. Myös kirjallisuuskatsauksessa (Rakennusteollisuus 2020a) kävi ilmi, että kansainvälinen laatutason aukoton määrittely ei ole mahdollista.

Haastatteluiden perusteella luottamuksen puutetta ja epävarmuutta kohdistuu jonkin verran myös digitaalisiin työkaluihin ja niiden käytännöllisyyteen työmaalla. Haastatteluissa esimerkiksi työnjohto mainitsi käyvänsä mieluummin itse työmaalla kartoittamassa tilannekuvaa kuin luottavansa sovelluksesta tai järjestelmästä saatavaan tietoon.

5.2 Tulosten pohdinta

Opinnäytetyön tuloksista kävi ilmi, että Hartelalla on selkeä visio tulevaisuuden suhteen. Ajatuksia toiminnan kehittämisestä kyllä löytyy ja myös kirjallisuuskatsaus tukee tätä suuntaa, mutta toteutus ei varsinaisesti ihan vielä vastaa tätä ajatuksen tasoa. Kaikki sekä työnjohdossa että työntekijätasolla ovat avoimia kehitykselle ja uusille ideoille, mutta lähtökohtia toiminnan kehittämiseksi tulisi parantaa.

Toiminnan kehittämisen lähtökohdista yksi tärkeimmistä on resurssit. Työmaalla suoritettavat työvaiheet vaativat aina tietyn määrän resursseja – sekä henkilöstöä että työkaluja ja materiaaleja. Oikeanlaisilla, riittävillä resursseilla voidaan varmistaa projektin sujuva eteneminen ja eri osa-alueiden, kuten laadunvarmistuksen, parempi hallinta. Nykyiset resurssit eivät välttämättä ole riittävät varsinkaan kehitystyötä ajatellen, sillä myös se vaatii omia resurssejaan. Mikäli toimintaa joudutaan suorittamaan vajailla resursseilla tai resursseja joudutaan jakamaan eri toimintojen kesken, on se aina jostain pois.

On tärkeää miettiä, miten nykyiset, jo olemassa olevat resurssit kohdistetaan ja käytetään. Haastatteluvastauksista kävi ilmi, että työnjohto hoitaa tilannekuvan kartoitusta muun työn ohessa työmaalla liikkuesssa. Tämä viittaa siihen, että tilannekuvan kartoitus hoituu pitkälti vain ympäristöä tarkkailemalla ja työntekijöiden kanssa keskustelemalla. Tämä puolestaan herättää kysymyksen, että ymmärtävätkö kaikki tilannekuvan kartoituksen ja tuottamisen samalla tavalla. Lausunto saa myös hieman kyseenalaistamaan dokumentoinnin ja sen hyödyntämisen merkityksen ymmärtämisestä. Työmaalla liikkuminen ja keskustelut työntekijöiden kanssa ovat tärkeitä, mutta rajallisten resurssien ja etenkin ajankäytön kannalta olisi tärkeää miettiä toimintojen uudelleenkohdistamista ja optimoimista.

Voisiko resurssien lisääminen kehitystyöhön mahdollisesti parantaa työmaan tilannetta? Kehitystyön avulla esimerkiksi tilannekuvan hahmottamista, työkalujen hyödyntämistä sekä toiminta- ja johtamismalleja voitaisiin parantaa. Resurssien lisääminen voisi tarkoittaa esimerkiksi kehitysryhmän kokoamista. Kehitysryhmän keskittyessä pelkästään kehitystyöhön, ei se olisi työmaan muulta toiminnalta pois. Resurssien lisäämisen ei kuitenkaan pelkästään tarvitse tarkoittaa henkilöstön lisäystä, vaan esimerkiksi tämä opinnäytetyö on myös osa kehitystyötä.

Toinen toiminnan kehittämisen avaintekijöistä on data ja sen hyödyntäminen. Tulosten perusteella työmaalla tarvittava tieto on sekä Hartelassa että muualla maailmassa vielä pitkälti irrallisissa sovelluksissa ja järjestelmissä. On siis hyvä pohtia suuntaa, miten tietoa voisi saada keskitetyimmäksi, jotta vältytään esimerkiksi ristiriitaisilta tiedoilta tai tietopuutteilta. Maailmalla on kehitteillä paljon uusia järjestelmiä ja sovelluksia, jotka ajavat tätä asiaa.

Haastattelujen mukaan uuden, tietoa integroivan sovelluksen ei nähdä parantavan nykyistä tilannetta työmaalla. Saatuihin vastauksiin voi vaikuttaa esimerkiksi se, että asiat on vain totuttu tekemään tietyllä tavalla tai se, jos kokemukset aikaisempien kehitysideoiden toteutuksista ovat olleet huonoja. Siitä huolimatta uudessa, tietoa integroivassa sovelluksessa voisi olla potentiaalia. Uuden sovelluksen käyttöönotto ei kuitenkaan ratkaisisi nykytilanteen haasteita, jos sen käyttöaste pysyisi samana kuin edeltäjänsä. Tärkeämpänä lienee lisätä nykyisen ohjelmiston käyttöastetta ja hyödyntää sitä työmaalla kokonaisvaltaisesti, minkä jälkeen potentiaaliset puutokset itse tiedonkäsittelyjärjestelmissä voitaisiin huomioida.

Uuden sovelluksen sijaan voisi nimenomaan miettiä, mitä nykyisten sovellusten ja järjestelmien koko potentiaalin hyödyntämisellä saisi aikaan. Nykyisiä järjestelmiä ei todennäköisesti saa ainaakaan helposti yhdistettyä toisiinsa ja tiedon siirto niiden välillä tapahtuu edelleen manuaalisesti. Kuitenkin esimerkiksi aikataulusovelluksen koko potentiaalin hyödyntämällä voitaisiin saada parannusta aikataulusuunnitteluun ja aikataulujen hallintaan.

Järjestelmien kokonaisvaltaisen hyödyntämisen ja uusien sovellusten ohella on varmasti pienempiäkin kehitysideoita, joilla tietoarkkitehtuuria saisi parannettua, tietoa saisi yhdistettyä niin sanottu isommaksi massaksi pienien rypäiden sijaan ja tiedosta saisi enemmän kahdensuuntaista. Tärkeintä ei olekaan löytää suurinta muutosta lyhyellä ajalla, vaan pieniä säännöllisiä muutoksia pitkällä aikavälillä. Pienet muutokset ovat mahdollisesti yksinkertaisempia toteuttaa ja säännöllisyyden myötä ne kasvavat merkittäviksi ajan saatossa. Tästä esimerkkinä vaikkapa sovelluksen jonkin osa-alueen käyttöönotto tai luottamuksen lisääminen jakamalla vastuuta asteittain myös työntekijätasolle.

Tulosten perusteella kaikki haastateltavat olivat samaa mieltä luottamuksen tärkeydestä toiminnan kehittämisen kannalta, mutta etenkin laatutarkastuksista sekä ajankohtaisen tilannekuvan tuottamisesta puhuttaessa toimijoiden erilaiset näkemykset ja kokemukset aiheuttavat ajoittain haasteita.

Luottamuksen puutetta ja epävarmuutta kohdistui jonkin verran myös digitaalisiin työkaluihin. Esimerkiksi työnjohto mainitsi käyvänsä mieluummin itse työmaalla kartoittamassa tilannekuvaa ja tekevänsä laatutarkastukset kuin luottavansa sovelluksesta tai järjestelmästä saatavaan tietoon. Tästä herää kysymys, että onko juurisyy haasteisiin nimenomaan näissä digitaalisissa työkaluissa vai ihan jossain muualla.

Luottamusta voisi lähteä kehittämään lisäämällä avoimuutta ja yleisesti kommunikaatiota eri osapuolten välillä esimerkiksi hyödyntämällä säännöllisiä palautekeskusteluja. Lisäksi osallistamalla työntekijöitä ja aliurakoitsijoita enemmän esimerkiksi työmaan sovellusten ja järjestelmien käyttöön voidaan sekä yksilöiden merkityksellisyyden tunnetta että yhteistyötä eri osapuolten välillä parantaa. Osallistaminen voisi lisätä myös työntekijätason parempaa tilannekuvan hahmottamista ja sitä kautta esimerkiksi ennakoitua.

Sovellusten ja järjestelmien kautta kommunikointi voidaan nähdä myös hyvänä vaihtoehtoisena työkaluna luottamuksen rakentamisessa, sillä se poistaa yhtälöstä henkilökemioiden välisen aspektin ja vähentää näin eskalaatoriskiä itse ihmisten välisissä suhteissa. Tämä tietysti vaatisi luottamusta teknologiaan, mutta sitäkin saataisiin varmasti parannettua positiivisten kokemuksen kautta.

Eri toimijoiden välistä yhteistyötä helpottamaan Hartela on luonut toimintajärjestelmän, joka pohjautuu yrityksen laatupolitiikkaan. Konkreettisesti toimintajärjestelmällä pyritään yhtenäistämään työntekijöiden tavat toimia ja sitä kautta varmistamaan työn toiminnan ja laadun vaatimukset. Tutkimuksen tuloksista käy kuitenkin ilmi, että toimintajärjestelmän mukaisen toiminnan toteuttamisessa on ajoittain haasteita. Esimerkiksi dokumentoinnin prosessiin haasteita tuo työntekijöiden käyttöoikeuksien rajallisuus sovelluksiin liittyen. Toimintajärjestelmän sekä siihen kuuluvan dokumentoinnin tärkeyttä ja selkeyttä olisi hyvä vahvistaa kaikkien toimijoiden keskuudessa. Lisäksi tulisi varmistaa, että sovelluksien käyttöoikeudet ovat jaettu asianmukaiselle henkilöstölle ja, että ne olisivat ajan tasalla.

Toimintajärjestelmän konkreettinen integrointi työmaan toimintaan vaatii järjestelmän kokonaisvaltaista ymmärtämistä sekä lisäksi myös työntekijän ymmärrystä hänen omista toimintaperiaatteistaan. Työntekijän ollessa tietoinen esimerkiksi hänen työllensä asetetuista laatuvaatimuksista varmistetaan, että toimintajärjestelmä kokonaisuutena toimii alusta asti niin kuin sen kuuluukin. On siis

tärkeää, että kunkin työn vaatimukset käydään läpi huolellisesti ja toimintajärjestelmää kehitettäessä panostetaan siihen, että kaikki ymmärtävät sen tarkoituksen.

Työntekijöiden näkökulmasta katsottuna voisi pohtia, miten toimintajärjestelmästä saisi entistä kannustavamman. Tapaturmattomille työpäiville on esimerkiksi olemassa merkkipaaluja, joista ansaitaan kakkukahvit tai muita bonuksia. Voisiko samaa ideologiaa hyödyntää esimerkiksi laatuvaatimusten täyttämisen suhteen?

5.3 Ehdotus toimintamallista

Ehdotus uudesta toimintamallista työmaalle on visuaalisen johtamisen ideologiaan pohjautuva taulu (liite 1), josta näkee sekä aikatauluun että laadunvarmistukseen liittyviä asioita. Taulu sijoitetaan työmaalla paikkaan, josta mahdollisimman moni näkee sen ja mieluiten useita kertoja päivässä esimerkiksi ohi kävellessään. Tällainen paikka voi olla esimerkiksi seinä rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa joko pääoven, portaikon tai hissien vieressä.

Taulu voi olla joko perinteinen tussitaulu tai vaikkapa magneettitaulu. Se sisältää oletuksena tilaa viikkonumerolle ja yhden viikon työtehtäville lohkoittain sekä ruudut "Aloitettu", "Valmis" ja "Tarkastettu". Se, miten taulua täytetään, määräytyy taulun mukaan. Tussitaulua täytetään kirjoittamalla ja magneettitaulua valitsemalla kuhunkin kohtaan sopiva magneetti.

Tutkittavalla työmaalla pidetään viikkopalaveri työnjohdon, työntekijöiden ja urakoitsijoiden kesken joka maanantai, joten taulun alustava täyttäminen kullekin viikolle voisi tapahtua esimerkiksi tämän palaverin yhteydessä. Tällöin taulupohjaan merkittäisiin kuluvaan viikon numero ja kuluvaan viikon työtehtävät joka lohkolle.

Alustavan täyttämisen jälkeen taulua päivitetään tilanteen mukaan. Esimerkiksi työntekijä voi merkitä tauluun aloittaneensa työvaiheen tai -tehtävän laittamalla rastin tai päivämäärän "Aloitettu"-ruutuun kyseisen tehtävän kohdalle. Työvaiheen tai -tehtävän valmistuessa työntekijä voi vastavasti merkitä rastin tai päivämäärän "Valmis"-ruutuun kyseisen tehtävän kohdalle. Tämä on merkki siitä, että lohko on valmis tarkastettavaksi. "Tarkistettu"-ruutuun esimerkiksi aliurakoitsijoiden työnjohtajat tai muut tarkastuksia tekevät voivat merkitä rastin tai päivämäärän, jolloin he ovat käyneet tekemässä omat tarkastuksensa. Tauluun toki merkitään myös (esimerkiksi huutomerkillä), mikäli tarkastukset eivät mene läpi ja työvaihe tai -tehtävä vaatii lisätoimenpiteitä.

Taulun päivittäminen on yksinkertaista ja nopeaa. Työntekijät voivat lisätä tarvittavat päivitykset tauluun aina esimerkiksi työpisteeltä kahvitautille poistuessaan tai sieltä työpisteelle palatessaan. Näin taulu pysyy jatkuvasti ajan tasalla. Vastuu taulun päivittämisestä ja sen ajantasaisuuden varmistamisesta on kuitenkin työnjohdosta erikseen nimetyillä henkilöillä.

Vastuuhenkilön tehtävänä on tarkastaa taulu vähintään kerran päivässä, mieluiten aina työpäivän alkaessa. Tarkastuksen yhteydessä vastuuhenkilö näkee, mikäli esimerkiksi jokin tehtävä ei etene suunnitelmien mukaan tai se ei ole mennyt laatutarkastuksista läpi, ja osaa tehdä tämän perusteella tarvittavia toimenpiteitä. Lisäksi vastuuhenkilö merkitsee tauluun uudet työvaiheet ja -tehtävät, kun edelliset ovat valmiita, tarkastettuja ja hyväksytyjä. Uuden tehtävän tauluun merkitseminen vaatii, että esimerkiksi aloitusedellytykset sekä turvallisuus- ja tehtäväsuunnitelmat tulevan tehtävän osalta ovat kunnossa.

Taulu ei suoranaisesti ratkaise esimerkiksi resurssien vajavaisuuden haasteita, mutta se helpottaa vaihtoehtoisten tapojen tai toimien suunnittelua sekä olemassa olevien resurssien kohdistamista. Taulun ideana on tarjota kaikille työmaalla toimijoille helppo ja järjestelmällinen tapa seurata sekä aikataulua että laadunvarmistusta. Ohi kulkiessa taulusta näkee nopeasti, missä on meneillään ja mitä. Taulun seuraaminen ja ajan tasalla pitäminen sekä taulusta saaduista havainnoista raportointi osallistaa kaikkia toimijoita parantaen näin kommunikaatiota ja sitä kautta myös luottamusta eri toimijoiden välillä. Lisäksi taulu visuaalisuudellaan auttaa paremman tilannekuvan hahmottamisessa, mikä puolestaan auttaa tilanteiden ennakkoinnissa. Tilanteiden ennakkoinnilla voidaan muun muassa arvioida mahdollisia viivästyksiä sekä havaita mahdolliset poikkeamat, jolloin niihin pystytään reagoimaan nopeasti. Nopealla reagoinnilla korjaavat toimenpiteet voidaan tarjota ajoissa. Tämä minimoi riskejä ja parantaa näin koko projektin sujuvuutta.

Tilannekuvan entistäkin paremmaksi hahmottamiseksi taulun viereen kannattaa sijoittaa esimerkiksi tahtiaikataulu, josta näkee aikataulun ja tulevat tehtävät kuluvaan viikkoon pidemmälle. Myös muita tärkeitä dokumentteja ja työntekijöiden tietoon saatavia asioita voi liittää taulun oheen. Itse tauluunkin voi lisätä tarvittavia sarakkeita, kun taulun käyttö yksinkertaisimmassa muodossa toimii sujuvasti.

Tauluun sisältyvä kehityspotentiaali on linjassa digitalisaatiotrendin kanssa. Jatkojalostusideana on tehdä taulusta digitaalinen, jolloin taulua täytettäisiin syöttämällä tarvittavat tiedot järjestelmään.

Digitaalinen taulu voitaisiin yhdistää myös muihin järjestelmiin ja sille voisi tehdä esimerkiksi laitepareja, jolloin taulua voisi täyttää useammasta paikasta käsin. Tällöin taululla näkyvät tiedot saisi ajantasaisena näkyville myös esimerkiksi työnjohtajille työmaatoimistoon ja sekä työntekijöille että aliurakoitsijoille työmaakoppiin. Digitalisoimalla taulun toimintaa vielä pidemmälle, taulun toiminnasta voi luoda järjestelmän, johon voi liittyä myös esimerkiksi mobiilisovelluksella oman puhelimen kautta.

5.4 Jatkotutkimusehdotukset

Tässä opinnäytetyössä luotiin ehdotus toimintamallista, miten virtavaa laadunvarmistusta ja sen seuranta toteutetaan tahtituotannon rinnalla. Jatkotutkimusehdotuksena voisi tutkia, miten tämä toimintamalli käytännössä toimii ja kuinka sitä voisi mahdollisesti kehittää.

Toisena ehdotuksena voisi tehdä jatkotutkimusta kehitteillä oleviin uusiin sovelluksiin ja järjestelmiin sekä arvioida niitä. Uuden, tietoa integroivan sovelluksen ei tässä tutkimuksessa nähty parantavan työmaan tilannetta, mutta voisiko tällaisella sovelluksella olla vaikuttavuutta jollain toisella työmaalla tai tulevaisuudessa ylipäättänsä. Pitäisi tutkia, helpottaisiko tällainen järjestelmä työmaan toimintaa ja helpottaisiko se sen tehokkuutta. Lisäksi voisi miettiä, vähentäisikö järjestelmä esimerkiksi manuaalisesti tehtäviä kirjauksia.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli arvioida Hartelan nykyisten laadunvarmistus- ja aikataulutökalujen yhteensopivuutta ja luoda sekä arvioinnin että kirjallisuuskatsauksen pohjalta ehdotus toimintamallista, miten laadunvarmistuksen virtavaa seuranta toteutetaan tahtituotannon rinnalla.

Työn kirjallisuuskatsauksessa perehdyttiin tahtituotantoon ja laadunvarmistukseen sekä niissä hyödynnettäviin tapoihin ja työkaluihin. Lisäksi tarkasteltiin, miltä tahtituotannon ja laadunvarmistuksen nykytilanne näyttää rakennusalalla ja mitä mahdollisia kehityskohteita niiden osalta löytyy.

Arviointi ja tutkimus suoritettiin Hartelan asuinkerrostalokohteessa, jossa oltiin tutkimuksen aikaan sisävalmistusvaiheessa. Tutkimuksessa perehdyttiin ensin teoriallasella työn tilaajan eri ohjeistuksiin ja toimintamalleihin liittyen laadunvarmistukseen ja tahtituotantoon. Tämän jälkeen kartoitettiin tutkittavan työmaan nykytilannetta aikataulun, tietoarkkitehtuurin ja laadunvarmistuksen osalta perehtymällä työmaalla käytössä oleviin järjestelmiin ja sovelluksiin sekä käymällä työmaakerroksella ja haastatteleamalla työnjohtajia, työntekijöitä ja aliurakoitsijoita.

Tutkimuksessa selvisi, että yleisesti projektien toteuttaminen vaatii uusia, paremmin soveltuvia käytäntöjä tiedon keräämiseen, analysointiin, hallintaan ja raportointiin. Lisäksi esimerkiksi tietoisuutta visuaalisesta johtamisesta ja sen käytännön hyödyistä tulisi lisätä. Tutkimuksessa isoimmiksi ongelmiksi ja mahdollisiksi esteiksi kehitykselle nousivat aikataulujen kireys, luottamuksen puute eri toimijoiden välillä ja ajoittainen resurssipula. Aikataulujen kireys ei kuitenkaan ole perimmäinen syy ongelmille, vaan seuraus hankkeen johtamisesta ja mahdollisesti heikosta ennakoivasta valmistelusta.

Opinnäytetyön tulosten pohdinnan perusteella todettiin, että keskeiset haasteet tutkittavalla työmaalla liittyvät resurssien riittävyyteen, hajallaan olevaan dataan ja toimintajärjestelmän toteutukseen. Pohdinta keskittyi resurssien osalta niiden riittävyyteen sekä perusteltuun käyttöön ja mahdolliseen uudelleenkohdentamiseen. Dataan liittyvät haasteet voitaisiin puolestaan ratkaista keskittämällä tietoa ja hyödyntämällä olemassa olevia järjestelmiä tehokkaammin.

Toimintajärjestelmän integroinnissa oli havaittavissa haasteita, ja sen tehokas toteutus edellyttää ymmärrystä sekä järjestelmästä että työntekijöiden toimintaperiaatteista. Tähän linkittyy vahvasti myös luottamus ja sen rakentaminen eri keinoin kaikkien osapuolten välillä. Voidaan todeta, että

Hartelalla on vahva tahto kehittää toimintaansa, ja sitä voitaisiin tehostaa parantamalla resurssien kohdentamista, hyödyntämällä nykyisiä järjestelmiä tehokkaammin sekä lisäämällä avoimuutta ja osallistamista.

Opinnäytetyön asetettuihin tavoitteisiin nähden Hartelan nykyisiä työkaluja ja toimintatapoja saatiin arvioitua kattavasti. Tutkimuksesta saatiin arvokasta tietoa, jonka pohjalta luotiin ehdotus toimintamallista. Ehdotus on visuaalisen johtamisen ideologiaan pohjautuva taulu, josta näkee aikatauluun ja laadunvarmistukseen liittyviä tärkeitä asioita. Taulu osallistaa työmaan eri toimijoita parantaen näin kommunikaatiota, luottamusta, tilannekuvan hahmottamista ja tilanteiden ennakkointia. Tämä minimoi riskejä ja parantaa näin koko projektin sujuvuutta.

Parhaimman lopputuloksen saavuttamiseksi yllä kuvailtua toimintamallia olisi hyvä tutkia vielä käytännössä tarkemmin. Toimintamalliin sisältyvä kehityspotentiaali on linjassa digitalisaatiotrendin kanssa ja jatkotutkimusten avulla sitä voisi kehittää entisestään.

LÄHTEET

Fireman, M. & Formoso, C. 2013. Integrating Production and Quality Control: Monitoring Making-Do and Unfinished Work. International Group for Lean Construction, 21st Annual Conference, 515-525. Hakupäivä 23.09.2023. iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-c59b0836-055e-417f-a851-3309e25c073d.pdf.

Grönvall, M., Ahoste, H., Lehtovaara, J., Reinbold, A. & Seppänen, O. 2021. Improving NonRepetitive Takt Production with Visual Management. International Group for Lean Construction, 29th Annual Conference, 797–806. Hakupäivä 22.09.2023. doi.org/10.24928/2021/0195.

Haghsheno, S., Binninger, M., Dlouhy, J. & Sterlike, S. 2016. History and Theoretical Foundations of Takt Planning and Takt Control. International Group for Lean Construction, 24th Annual Conference, 53-62. Hakupäivä 22.09.2023. iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-6aa12588-08a1-4f6b-8f82-4f51a463df98.pdf.

Hartela 2021. Työmaapäiväkirjaohje. Hakupäivä 17.10.2023. Sisäinen lähde.

Hartela 2022a. Tietoa meistä. Hakupäivä 08.10.2023. hartela.fi/fi/tietoa-meista/.

Hartela 2022b. Projektisuunnitelma. Hakupäivä 16.10.2023. Sisäinen lähde.

Hartela 2022c. Hartelan toimintajärjestelmä. Hakupäivä 17.10.2023. Sisäinen lähde.

Hartela 2023. Laadunvarmistusmatriisiohje. Hakupäivä 17.10.2023. Sisäinen lähde.

Junnonen, J.-M. 2002. Rakennushankkeen laadunvarmistus. Rakennustieto, Rakentajain kalenteri, 445–451. Hakupäivä 24.09.2023. tiedostot.rakennustieto.fi/rakentajain-kalenteri/RK020202.pdf.

Kahler, D. 2018. Innovative Quality Management in a Lean World. International Group for Lean Construction, 26th Annual Conference, 963-972. Hakupäivä 21.09.2023. doi.org/10.24928/2018/0515.

Koskela, L. 2004. Making-Do — the Eighth Category of Waste. International Group for Lean Construction, 12th Annual Conference. Hakupäivä 23.09.2023. iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-1c44f438-33a5-4d8f-84d3-ae7fab7ed164.pdf.

Lean Thinking 2021. LEAN-sanasto ja lyhenteet. Hakupäivä 08.10.2023. leanthinking.fi/lean-sanasto/.

Leão, C. F., Formoso, C. T. & Isatto, E. L. 2014. Integrating Production and Quality Control with the Support of Information Technology. International Group for Lean Construction, 22nd Annual Conference, 847-858. Hakupäivä 23.09.2023. iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-b4994c47-958f-4516-b3f7-9a7cbf2282ba.pdf.

Lehtovaara, J., Seppänen, O., Peltokorpi, A., Kujansuu, P. & Grönvall, M. 2021. How takt production contributes to construction production flow: a theoretical model. Construction Management and Economics, 39(1), 73-95. Hakupäivä 21.09.2023. doi.org/10.1080/01446193.2020.1824295.

Mane, P. & Patil, J. 2015. Quality Management System at Construction Projects. Civil Engineering PG Conference 2015, 323-327. Hakupäivä 12.10.2023. [researchgate.net/publication/329526111_Quality_Management_System_at_Construction_Projects#fullTextFileContent](https://researchgate.net/publication/329526111_Quality_Management_System_at_Construction_Projects/fullTextFileContent).

Pasila, Hans 2023. Kehityspäällikkö. Hartela-konserni. Haastattelu 17.10.2023.

Rakennusteollisuus 2020a. Kymmenen kysymystä rakentamisen laadusta. Hakupäivä 10.10.2023. rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Laatu/kymmenen-kysymysta-rakentamisenlaadusta2/.

Rakennusteollisuus 2020b. Rakentamisen laatu herättää intohimoja myös tekijöissään. Hakupäivä 12.10.2023. rt.fi/Ajankohtaista/Tiedotteet1/2012/Rakentamisen-laatu-herattaa-intohimoja-myo-tekijoissaan/.

Ratu S-1180 1997. Työmaan laatusuunnitelma. Rakennustieto. Hakupäivä 13.10.2023. rakennustietokauppa.fi/sivu/tuote/ratu-s-1180-tyomaan-laatusuunnitelma/2743216.

Reinbold, A., Seppänen, O., & Peltokorpi, A. 2020. The Role of Digitalized Visual Management to Empower Self-Managed Crews in Construction Projects. International Group for Lean Construction, 28th Annual Conference, 925-936. Hakupäivä 23.09.2023. doi.org/10.24928/2020/0021.

Ruohonen, M. 2022. Laadunvarmistustoimenpiteiden vaiheistus ja hallinta rakennusprojektissa. Aalto-yliopisto. Building Technology maisteriohjelma. Diplomityö. Hakupäivä 24.09.2023. urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-202205223355.

Sacks, R. 2016. What constitutes good production flow in construction? *Construction Management and Economics*, 34:9, 641-656. Hakupäivä 23.09.2023. doi.org/10.1080/01446193.2016.1200733.

Seppänen, O., Lappalainen, E., Lehtovaara, J., Reinbold, A., Aikala, A., Zheng, Y., Kajander, J., Maliniemi, E. & Hänninen, A. 2022. Visuaalinen johtaminen ja tilannekuvan käyttö. *Building 2030*. Hakupäivä 22.09.2023. aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2022-04/Building2030-visuaalinen-johtaminen-ja-tilannekuvan-kaytto_1.pdf.

Tezel, A. Koskela, L. & Tzortzopoulos, P. 2009. The Functions of Visual Management. Hakupäivä 21.09.2023. researchgate.net/publication/308334596_The_Functions_of_Visual_Management#fullTextFileContent.

Tezel, A. Koskela, L. Tzortzopoulos, P. Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2011. An Examination of Visual Management on Finnish Construction Sites. Hakupäivä 22.09.2023. researchgate.net/publication/277558178_An_examination_of_visual_management_on_finnish_construction_sites.

VIKKO ____					
KERROS	LOHKO	TYÖVAIHE / TEHTÄVÄ	Aloitettu	Valmis	Tarkistettu
1	1				
	2				
	3				
2	1				
	2				
	3				
3	1				
	2				
	3				
4	1				
	2				
	3				
5	1				
	2				
	3				
6	1				
	2				
	3				
7	1				
	2				
	3				
8	1				
	2				
	3				