



Aalto-yliopisto  
Insinööritieteiden  
korkeakoulu

Jan Lund

## **Digitalisaation hyödyntäminen laadunohjauksessa ja - varmistuksessa**

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espoossa 23.08.2016

Valvoja: Professori Olli Seppänen, Aalto yliopisto

Ohjaaja: DI Matti Koivunoro, NCC Suomi Oy

---

**Tekijä** Jan Lund

---

**Työn nimi** Digitalisaation hyödyntäminen laadunohjauksessa ja -varmistuksessa

---

**Koulutusohjelma** Rakenne- ja rakennustuotantotekniikka

---

**Pää-/sivuaine** Rakennetekniikka/Rakentamistalous

**Koodi** Rak-63

---

**Työn valvoja** TkT Olli Seppänen

---

**Työn ohjaaja** DI Matti Koivunoro

---

**Päivämäärä** 23.08.2016

**Sivumäärä** 67+8 s.

**Kieli** Suomi

---

### **Tiivistelmä**

Tässä diplomityössä keskitytään siihen, miten laadunohjausta ja -varmistusta rakennusliikkeessä voitaisiin parantaa digitalisaation avulla. Tarkastelu on rajattu laadun parantamiseen tuotannon näkökulmasta. Tutkimuksen päätavoitteena on innovoida uusia digitaalisia järjestelmiä ja määritellä niiden vaadittuja ominaisuuksia NCC:n tarpeiden ja toimintatapojen pohjalta. Digitaalisten järjestelmien tavoitteena on helpottaa työmaan arkea, saada työmaahenkilöt ymmärtämään, mitä seurauksia virheellinen työtapa saattaa aiheuttaa ja saada kerättyä NCC:n järjestelmistä tieto yhteen paikkaan katseltavaksi.

Diplomityössä käytetään viittä eri tutkimusmenetelmää tutkimusongelmien ratkaisemiseksi. Aluksi tehdään kirjallisuuskatsaus laadunohjauksesta ja siihen liittyvistä asioista sekä digitalisaatiosta kirjallisuuden ja tieteellisten artikkelien avulla. Tämän jälkeen tutustutaan palaverien, haastatteluiden, ohjelmatestausten ja NCC:n toimintajärjestelmästä löytyvien dokumenttien avulla siihen, minkälainen on NCC:n laatu prosessi tällä hetkellä ja mitä ongelmia siinä on. Lisäksi tässä yhteydessä tutkitaan, mitä digitaalisia apuvälineitä NCC:llä on jo nyt käytössä ja miten niiden avulla voidaan parantaa laatu prosessia. Lopuksi ideoidaan teorian ja empiirisen osuuden pohjalta digitaalisia järjestelmiä, joiden avulla voitaisiin saada laadunohjausta paremmalle tasolle ja informaatio kulkemaan sujuvammin.

Nykytilan kartoituksen perusteella huomattiin, että NCC:n laatu prosessissa on laadunohjausta ja -varmistusta koskevia ongelmia. NCC:llä on otettu jo käyttöön digitaalisia työkaluja, jotka tulevat osittain ratkaisemaan näitä ongelmia. Työssä teorian pohjalta ideoitujen järjestelmien avulla pystytään ratkomaan havaittuja ongelmia vielä lisää. Näiden järjestelmien tavoitteena on saattaa informaatio helposti yhdestä paikasta saataville ja tehostaa tiedonkulkua prosessin eri osapuolille. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että digitalisaation tuomien mahdollisuuksien myötä pystytään tulevaisuudessa varmasti parantamaan laadunohjausta ja -varmistusta NCC:llä. Digitalisaatio ei kuitenkaan tule ratkaisemaan kaikkia laatu prosessin ongelmia täysin. Digitalisaatio tuo sen sijaan työkaluja ja helpotusta laadunohjaukseen.

---

**Avainsanat** digitalisaatio, laadunohjaus, laadunvarmistus, mobiilituettu tuotannonohjaus, visuaalinen johtaminen, viisi miksi –analyysi, laatumittari

---

---

|   |                                |                         |
|---|--------------------------------|-------------------------|
| <b>Author</b> Jan Lund  |                                |                         |
| <b>Title of thesis</b> Utilization of digitalization in quality control and quality assurance |                                |                         |
| <b>Degree programme</b> Master's programme in Structural Engineering                          |                                |                         |
| <b>Major/minor</b> Structural Engineering/Construction economics                              | <b>Code</b> Rak-63             |                         |
| <b>Thesis supervisor</b> D.Sc Olli Seppänen   |                                |                         |
| <b>Thesis advisor</b> M.Sc Matti Koivunoro  |                                |                         |
| <b>Date</b> 23.08.2016  | <b>Number of pages</b> 67+8 p. | <b>Language</b> Finnish |

---

### Abstract

This thesis focuses on the improvement of the quality control and quality assurance by utilizing digitalization in a construction company. The theme has been examined from the perspective of improving the quality of production phase. The main purpose of this study is to innovate new digital systems and to define the characteristics they require based on the needs and practices of NCC. The aim of the digital systems is to simplify the daily life at the construction site, get the employees working at the construction site to understand what consequences the inaccurate ways of working may cause and collect the information from the NCC's systems in one place for viewing.

Five different research methods have been used in this thesis to solve the research problems. The second chapter contains a literature review of quality control and things related to that as well as digitalization with the help of literature and scientific journals. NCC's current quality process and its problems have been studied in the third chapter by using meetings, interviews, program testings and the documents found on the NCC's operating system as a resource. In addition, chapter three examines what digital tools NCC already uses and how they can be used to improve the quality process. Ideas of digital systems that could lead to a better standard of quality control and the more efficient course of information have been generated in the fourth chapter on the basis of theory and the empirical part.

It was found based on the current state survey, that NCC has problems relating to the quality control and the quality assurance. NCC has already started using digital tools that will partially solve these problems. With the help of the digital systems innovated in this thesis these problems will be solved further. The aim of these systems is to make information easily accessible in one place and to enhance communication between the various parties in the process. It can be argued based on this study that with the opportunities offered by digitalization the quality control and quality assurance at NCC can be improved in the future. However, digitalisation is not going to solve all the problems of quality process completely. Digitalization will rather bring tools and relief to the quality control.

---

**Keywords** digitalization, quality management, quality control, mobile product control, visual management, five whys –analysis, quality indicator

---

## **Alkusanat**

Tämä tutkimus sai alkunsa NCC Suomi Oy:n Asuntorakentamisen yksikön tarpeesta tutkia, mitä mahdollisuuksia digitalisaatio toisi laadunohjaukseen. Työn valvojana on toiminut rakentamistalouden professori Olli Seppänen Aalto yliopistosta ja työn ohjaajana toimi projektipäällikkö Matti Koivunoro NCC Asuntorakentamisen yksiköstä.

Haluan kiittää projektissa mukana olleita työn valvojaa professori Olli Seppästä työn ohjaajaa Matti Koivunoroa. Lisäksi haluan kiittää kaikkia työtäni varten haastattelemiani asiantuntijoita ja palavereihin osallistuneina asiantuntijoita.

Espoo 23.08.2016

Jan Lund

# Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Alkusanat

|  |    |
|--|----|
| Sisällysluettelo .....   | 1  |
| Lyhenteet.....   | 3  |
| 1 Johdanto .....   | 4  |
| 1.1 Tutkimuksen tausta.....  | 4  |
| 1.2 Case –yrityksen esittely .....   | 6  |
| 1.3 Tutkimuksen tavoite ja rajausta.....                                     | 7  |
| 1.4 Tutkimuskysymykset.....  | 7  |
| 1.5 Menetelmät ja työn rakenne .....   | 8  |
| 2 Laadunhallinta.....  | 10 |
| 2.1 Laadunohjaus.....  | 10 |
| 2.2 Laadunvarmistus .....  | 10 |
| 2.3 Laadun parantamisen työkaluja.....                                       | 13 |
| 2.3.1 Laatumittari mittaa laadunvarmistuksen tasoa.....                      | 13 |
| 2.3.2 Demingin ympyrä.....   | 15 |
| 2.3.3 Viisi miksi –analyysi.....   | 17 |
| 2.3.4 Visuaalinen johtaminen.....  | 18 |
| 2.4 Digitalisaatio .....   | 21 |
| 2.4.1 Mitä on digitalisaatio?.....   | 21 |
| 2.4.2 Esimerkkejä laadunvarmistuksen digitalisoinnista rakennusalalla .....  | 22 |
| 3 NCC:n nykytilan kartoitus .....  | 24 |
| 3.1 Laadunohjausprosessi.....  | 25 |
| 3.1.1 Rakentamisen valmistelu .....  | 25 |
| 3.1.2 Rakentaminen.....  | 29 |
| 3.1.3 Laadunvarmistuksen ja tehtävien ohjauksen nykytila.....                | 30 |
| 3.1.4 Yhteenveto laadunohjausprosessin nykytilasta.....                      | 32 |
| 3.2 Visuaalinen johtaminen .....   | 34 |
| 3.3 Digitalisaatio .....   | 36 |
| 3.4 Mobiiliapplikaatioiden hyödyntäminen tuotannon laadunvarmistuksessa..... | 37 |
| 3.4.1 Congrid.....   | 37 |
| 3.4.2 Dalux .....  | 41 |
| 3.4.3 Yhteenveto Congridin ja Daluxin testauksesta .....                     | 43 |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 3.5 | Viisi miksi –analyysi ja laatuhavaintojen kokoaminen laatupankkiin ..... | 44 |
| 3.6 | Laatumittari .....   | 46 |
| 4   | Digitalisaation tuomia mahdollisuuksia laadunohjaukseen NCC:llä.....     | 50 |
| 4.1 | Laatupankki .....  | 50 |
| 4.2 | Nelikenttä .....   | 53 |
| 5   | Pohdinta ja johtopäätökset .....   | 59 |
|     | Liiteluettelo .....  | 67 |
|     | Liitteet   |    |

## Lyhenteet

|      |   |
|------|---|
| NCC  | Nordic Construction Company                                       |
| VDC  | Virtual Design and Construction (suom. virtuaalinen rakentaminen) |
| LVIS | Lämpö, vesi, ilmanvaihto, sähkö                                   |

# 1 Johdanto

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Vuosituhanen vaihteessa fyysinen ja digitaalinen maailma olivat vielä suuressa määrin kaksi erillistä maailmaa. Nyt vuonna 2016 fyysisen ja digitaalisen raja-aidat ovat hiljalleen katoamassa. Digitalisaatio tulee lähitulevaisuudessa vaikuttamaan niin suuriin kuin pieniinkin yrityksiin sekä paikallisella että kansainvälisellä tasolla läpi ammattialojen. Se tulee koskemaan meitä jokaista ja tulemme näkemään, miten perinteiset toimijat ottavat digitaalisuuden keskeiseksi osaksi omia toimintatapojaan. Yrityksellä on digitalisoituvan maailman luomissa muospaineissa kaksi vaihtoehtoa: joko tarttua digitalisaation tuomiin mahdollisuuksiin tai jatkaa vanhalla toimintatavalla, mikä ajan mittaan muodostuu yrityksen kilpailukyvyn esteeksi. Menestyvillä yrityksillä ei ole kuin yksi vaihtoehto. (Ilmarinen & Koskela 2015, s. 9.)

Accenturen tekemän digitaalisiin strategioihin liittyvän tutkimuksen mukaan digistrategia on tällä hetkellä käynnissä 56 %:ssa pohjoismaisista yrityksistä. Digitalisaation kasvava merkitys on siis myös käytännössä tunnistettu yrityksissä. Lisäksi 70 %:ia vastaajista ilmoitti, että digitalisaatio tulee muuttamaan heidän liiketoimintaansa seuraavan 12–24 kuukauden sisällä. (Ekdahl, Kelloniemi, Stenstrand 2016) Digitalisaation kasvava merkitys on siis tunnistettu myös käytännössä yrityksissä.

Myös valtionvarainministeriön hallitusohjelmassa Ratkaisujen Suomi: Neuvottelutulos strategisesta hallitusohjelmasta digitalisaatio on yksi hallituksen kärkihankkeista ja hallituksella on kymmenen vuoden tavoitteena ottaa tuottavuusloikka julkisella ja yksityisellä sektorilla muun muassa tarttumalla digitalisaation tuomiin mahdollisuuksiin. Hallituskauden tavoitteena on kehittää käyttäjälähtöiset, tuottavuutta ja tuloksellisuutta nostavat yhden luukun digitaaliset julkiset palvelut. Yhtenä kärkihankkeena on myös rakentaa digitaalisen liiketoiminnan kasvuympäristö, jossa luvataan lainsäädäntötoimin edistää uuden teknologian, digitalisaation ja uusien liiketoimintakonseptien käyttöönottoa. Digitalisaation kasvava merkitys on siis tunnistettu myös valtion tasolla. (Ratkaisujen Suomi 2015.)

Junnonen ja Riikonen (2014, s. 133) mainitsevat Rakentajain kalenterissa 2014 julkaisussa artikkelissaan, että työmaiden laadunvarmistus ja laaduntodentaminen ei kaikilla osa-alueilla ole riittävän hyvällä tasolla, mikä osaltaan on aiheuttanut julkista keskustelua, jossa rakentamisen laatua on kritisoitu ajoittain jopa hyvinkin kovasti. Erityisesti asuntorakentamisen laatu on ollut negatiivisävyisesti puheenaiheena. (Junnonen & Riikonen 2014, s. 133.)

Pirinen (2011, s. 153) käsittelee artikkelissaan kosteus- ja homevaurioiden huonoa rakentamisen laatua rakennusalailla. Yksi suurimmista syistä huonoon sisäilman laatuun ovat kosteus- ja homevaurioidet. On arvioitu, että jopa 600 000 – 800 000 suomalaista altistuu kouluissa, työpaikoilla tai muissa julkisissa rakennuksissa sisäilmassa oleville epäpuhtauksille, jotka johtuvat homeongelmista. Korjaustarve home- ja kosteusvaurioiden takia on arvioitu olevan noin 250 000 pientalossa, 8 000 asuinkerrostalossa, 1 300 koulussa sekä noin 15 %:ssa hoitoalojen rakennusten pinta-alasta. Kosteus- ja homevaurioiden aiheuttamat kustannukset terveydenhuoltojärjestelmällemme ovat yli 200 miljoonaa euroa vuodessa ja huonosta sisäilmasta on arvioitu aiheutuvan yli 3 miljardin kulut vuodessa. Sama summa menee tällä hetkellä rakennusten vuotuisen lämmittämiseen. (Pirinen 2011, s. 153.)

Pohjola Rakennus Oy:n konsernijohtaja Juha Metsälä (2015) kertoo Kauppalehdessä 7.12.2015 yhtiön kymmenen yleisintä omaperusteisen asuntotuotannon vuosikorjausaihetta, joita ovat paikalla tehtyjen kylpyhuoneiden kaatovalujen ongelmat, putkivuodot, autokansien vuodot, halkeamat seinä- ja kattorakenteissa, pintojen sotkut, kolhut ja naarmut, parveke- ja porrasovien säädöt, parvekelasitusten toimivuus, ikkunoiden säädöt ja huurtuminen, ilmanvaihdon säädöt sekä laatoitussaumausten virheet. Metsälän mukaan virheitä saadaan ehkäistä, kun vaatimustaso laadussa pidetään korkealla ja tiedostetaan, mitä hyvä laatu tarkoittaa.

Hulkkonen (2015) mainitsee Rakennustiedon blogissa 20.10.2015, että kehittynyt tekniikka ja toimivat tietoliikenneyhteydet mahdollistavat nykyään sen, että uusia digitaalisia tekniikoita voidaan käytännössä hyödyntää myös rakentamisessa ja löytää ratkaisuja myös rakentamisen ongelmiin. Suurissa rakennushankkeissa voi olla jopa satoja työntekijöitä ja rakennus voi koostua tuhansista erilaisista materiaaleista. Osapuolten välisessä tiedonsiirrossa käytetään kuitenkin yhä edelleen kynää ja paperia. Samoja asioita myös kirjataan moneen kertaan. Digitalisoimalla esimerkiksi tämä prosessi tullaan saavutta-

maan tulevaisuudessa merkittäviä säästöjä. Toisena esimerkkinä Hulkkonen (2015) mainitsee suunnittelun ja tuotannon yhteistyön tiivistämisen nykyteknologian avulla. Ongelmana on Hulkkonen (2015) mukaan se, että suunnittelijat viettävät nykyään liian vähän aikaa työmaalla. Kameran kautta voitaisiin lähettää livekuvaa työmaalta suunnittelijoille tehostaen prosessia. Livekameran avulla voitaisiin alkaa tekemään esimerkiksi peittyvien rakenteiden tarkistuksia ja välttyä virheilä tätä kautta. Digitalisaatiota voidaan kuitenkin hyödyntää tulevaisuudessa rakennusalalla vielä paljon edellä esitettyä laajemmin ja ideointia tässä suhteessa tarvitaan lisää. (Hulkkonen 2015.)

## **1.2 Case –yrityksen esittely**

Tämä diplomityö on tehty NCC Suomi Oy:n (jäljempänä NCC) Asuntorakentamisen yksikköön. NCC:n liiketoiminta-alueita ovat asuntojen ja toimitilojen kehittäminen sekä rakentaminen, teollisuustilat, julkiset rakennukset sekä tiet ja infrastruktuuri. NCC:n kotimarkkina-alueita ovat Pohjoismaat, mutta toimintaa on myös Saksassa, Baltiassa ja Pietarissa ja yritys työllistää tällä hetkellä yhteensä noin 18 000 henkilöä. NCC on toimistotilojen kehittämistä lukuun ottamatta tänä päivänä puhdas urakointiliike, koska NCC:n Asumisen yksikkö erkaantui omaksi yhtiökseen muusta NCC:stä keväällä 2016. Tämä NCC Asuminen, nykyiseltä nimeltään Bonava, on hankekehittäjä, sijoittaja ja rakennuttaja.

NCC:llä alkoi uusi strategiakausi vuoden 2016 alussa ja strategiassa kahtena kuudesta painopistealueesta ovat digitalisaatio ja laadun kehittäminen. NCC:n asuntorakentamisen yksikössä digistrategiaa vie eteenpäin yksikön johtaja Ilkka Leskelä. NCC Asuntorakentamisen yksikön digistrategian kehitysalueiden painopisteinä ovat asiakasraportoinnin digitalisointi, mobiilituotannonohjaus Congrid –sovelluksen kehitys, VDC-strategian päivitys, datamining eli lukujen analysointi ja murskaus, digitaalinen kalustonhallinta sekä digitaalinen perehdytys. Minulle näistä osa-alueista vastuutettiin vuoden 2016 alussa asiakasraportoinnin digitalisointi sekä VDC-strategian päivitys. Lisäksi olen ollut mukana mobiilituotannon ohjaustyökalun Congridin kehitystyössä.

Laatustrategian vastuuhenkilönä toimii tuotantopäällikkö Santtu Hokkanen. Laatustrategiassa painopistealueena on ottaa laatu mukaan ohjauspäivillä sekä asiakastapaamisissa.

Lisäksi yhtenä konkreettisenä tavoitteena on kehittää viisi miksi –analyysi laatuhavainnoista ja jalkauttaa se tulevaisuudessa tuotantoon. Viisi miksi –analyysiä kehittävät tällä hetkellä NCC:llä eteenpäin tuotantopäällikkö Santtu Hokkanen, laatuinsinööri Riikka Hurme sekä minä Jan Lund.

Strategian myötä NCC:llä on kova tahtotila kehittää digitaalisia järjestelmiä ja saada niitä hyödyntämällä laatu paremmalle tasolle laadunohjauksen ja -varmistuksen avulla. Tämän takia aihe on NCC:lle tärkeä ja ajankohtainen.

### **1.3 Tutkimuksen tavoite ja rajaus**

Työssä keskitytään siihen, miten laadunohjausta ja -varmistusta NCC:llä voitaisiin parantaa digitalisaation avulla. Tarkastelu on rajattu laadun parantamiseen tuotannon näkökulmasta eli siihen, miten tuotannossa voitaisiin parantaa laadunohjausta ja -varmistusta digitalisaation avulla. Diplomityö on rajattu tuotantovaiheeseen, koska NCC tarvitsee tutkimusta juuri tuotantovaihetta koskien ja diplomityöstä tulisi liian laaja, jos koko rakentamisprosessi hankekehityksestä käyttö- ja ylläpitovaiheeseen otettaisiin mukaan.

Tutkimuksen päätavoitteena on innovoida uusia digitaalisia järjestelmiä ja määritellä niiden vaadittuja ominaisuuksia NCC:n tarpeiden ja toimintatapojen pohjalta. Digitaalisten järjestelmien tavoitteena on helpottaa työmaan arkea, saada työmaahenkilöt ymmärtämään, mitä seurauksia virheellinen työtapa saattaa aiheuttaa ja saada kerättyä NCC:n järjestelmistä tieto yhteen paikkaan katseltavaksi. Tämän avulla saadaan laatuprosessia paremmalle tasolle ja ilmi tulleet ongelmat sekä puutteet tiedotettua projektin eri osapuolille nykyistä tehokkaammin. Tätä kautta myös rakentamisen laadun tulisi parantua.

### **1.4 Tutkimuskysymykset**

Tämän tutkimuksen päätutkimuskysymyksenä on, miten NCC:n laadunohjaus ja -varmistusprosessia saataisiin parannettua digitalisaation tarjoamia mahdollisuuksia hyödyntämällä. Tutkimuksessa keskitytään esimerkiksi laadunparantamisen ottamiseen osaksi NCC:n laatuprosessia digitalisaation avulla.

Jotta voidaan käsitellä lähitulevaisuutta ja digitalisaation hyödyntämistä laadunohjauksessa ja -varmistuksessa sekä vastata päätutkimuskysymykseen, on taustaksi selvitettävä NCC:n laatuprosessin nykytilaa. Osatutkimuskysymyksenä selvitetäänkin, minkälainen on NCC:n laatuprosessi tällä hetkellä ja mitä ongelmia siinä on. Lisäksi tässä yhteydessä tutkitaan sitä, millaisia laatuun liittyviä digitaalisia järjestelmiä NCC:llä on jo tällä hetkellä käytössä ja miten niiden avulla voidaan parantaa laatuprosessia. Näiden kysymyksen avulla pyritään saamaan selville NCC:n nykyinen tapa toimia ja nykyisten järjestelmien potentiaali.

Työssä ideoidaan päätutkimuskysymykseen vastaamiseksi teoriatietoa ja NCC:n nykytilatietoa hyödyntämällä helppokäyttöisiä digitaalisia työkaluja NCC:n laatuprosessin tueksi ja määritellään niissä vaadittavia ominaisuuksia. Näiden järjestelmien tavoitteena on saada laatuprosessista entistä tehokkaampi sekä lopputuotteesta entistä laadukkaampi.

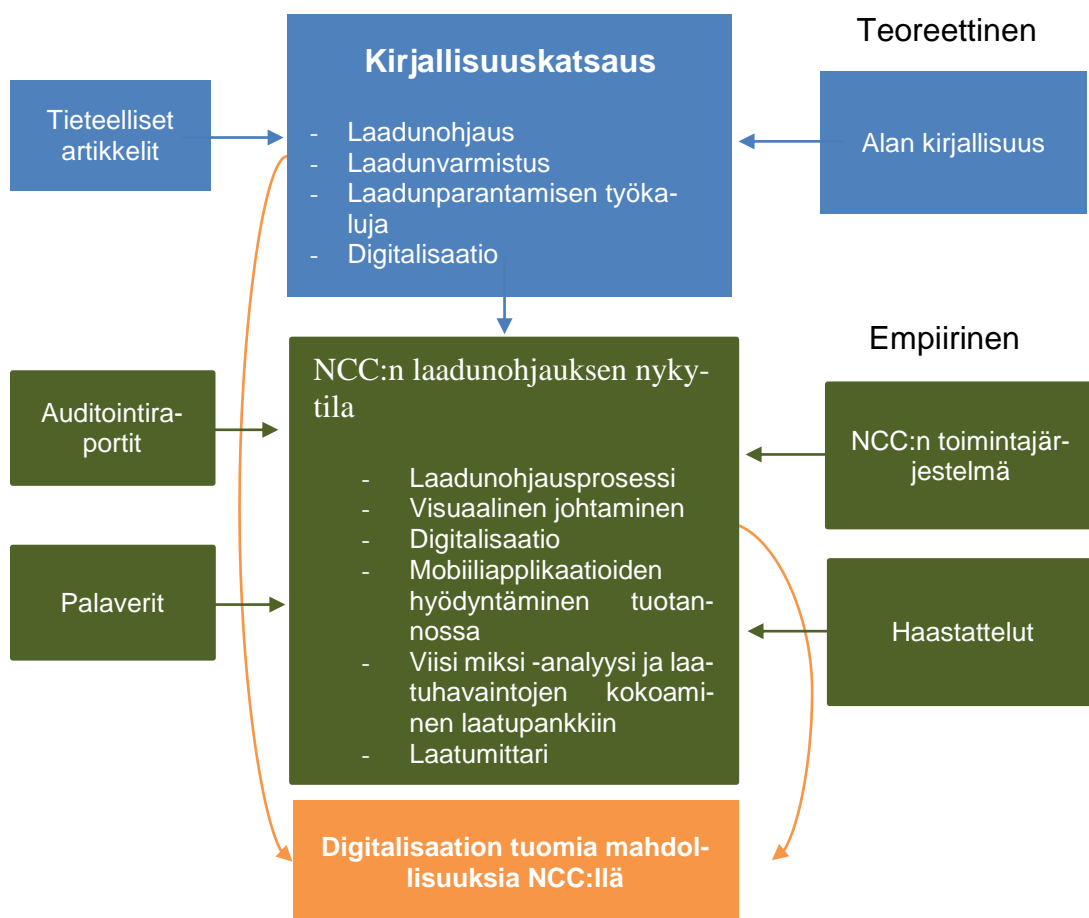
Muut osatutkimuskysymykset ovat:

- Miten työmaalla havaittujen laatuongelmien kohdalla tulisi toimia ja minkälainen laatuhavaintoprosessin tulisi olla?
- Miten edellisten projektien ongelmia pystytään välttämään tulevilla kohteilla?
- Miten informaatio saadaan kulkemaan paremmin prosessin eri osapuolten välillä?
- Miten laadunvarmistukseen saadaan tehokkuutta ja läpinäkyvyyttä?
- Miten eri järjestelmissä oleva tieto saadaan koottua yhteen paikkaan ja esitettyä visuaalisesti niin, että tarvittava tieto löydetään nopeasti ja helposti ymmärrettävästi?

## **1.5 Menetelmät ja työn rakenne**

Tutkimus on luonteeltaan konstruktiiivinen tutkimus (Lukka 2014). Diplomityössä käytetään viittä eri tutkimusmenetelmää tutkimusongelmien ratkaisemiseksi. Aluksi toisessa luvussa tehdään kirjallisuuskatsaus laadunohjauksesta ja siihen liittyvistä asioista sekä digitalisaatiosta kirjallisuuden ja tieteellisten artikkelien avulla. Tämän jälkeen kolman-

nessa luvussa tutustutaan palaverien, haastatteluiden, ohjelmatestausten ja NCC:n toimintajärjestelmästä löytyvien dokumenttien avulla siihen, mitkä ovat toimintatavat laadun ohjaamiseksi ja varmistamiseksi NCC:llä tällä hetkellä ja minkälaisia digitaalisia apuvälineitä yrityksessä on jo nyt käytössä, eli kartoitetaan NCC:n nykytilaa. Neljännessä luvussa ideoidaan teorian ja empiirisen osuuden pohjalta digitaalisia järjestelmiä, joiden avulla voitaisiin saada laadunohjausta ja -varmistusta paremmalle tasolle ja mm. informaatio kulkemaan sujuvammin. Ideat pohjautuvat NCC:n uuteen strategiakauteen 2016–2020, jonka avulla pyritään saamaan tuotettua lisäarvoa NCC:lle ja NCC:n asiakkaille. Alla olevassa kuvassa on visualisoitu menetelmät ja työn rakenne.



Kuva 1. Menetelmän ja työn rakenteen visualisointi.

## **2 Laadunhallinta**

### **2.1 Laadunohjaus**

Joseph Juran (1999, s. 95) toteaa kirjassaan, että laadunohjaus on universaali johtamisprosessi, jonka avulla saadaan vakautta toteuttamiseen eli estetään haitallisia muutoksia. Vakauden säilyttämiseksi laadunohjaus arvioi todellista suorituskykyä vertaamalla toteutunsa saavutuksiin sekä ryhtymällä toimenpiteisiin, mikäli havaitsee toteutuksessa eroja. (Juran 1999, s. 95.) Laadunohjauksen tarkoituksena on saada täytettyä määritetyt laatuvaatimukset (SFS-EN ISO 9000, s. 19). Määritetyt laatuvaatimukset saadaan toteutettua prosessien valvonnalla ja toiminnan ohjaamisella (Koskenvesa, Sahlstedt & Lindberg 2013, s. 12).

Paul Lillrankin (1998, s. 41) mukaan laadunvarmistaminen ja kehittäminen ovat kolmenlaisen tiedon käsittelyä. Ensimmäisenä tulee olla tieto tavoitteista eli tuotteen ominaisuuksista, jotka tekevät tuotteesta hyvän tai huonon. Toisena tulee olla tieto nykytilasta, jotta tiedetään, missä ollaan tavoitteisiin nähden ja mihin suuntaan ollaan menossa. Kolmantena tulee olla tieto menetelmistä eli mikä on erilaisten toimien vaikutus tavoitteiden saavuttamiseen, mikä on ”tempun” ja tuloksen välinen suhde. (Lillrank 1998, s. 41.)

Laadunohjaukseen kuuluvat siis kaikki ne toiminnat, joita laatusuunnitelmien muotoilu ja toteutus edellyttävät. Laadunohjauksen tavoitteena on kehittää suunnittelua, työstandardeja ja työmenetelmiä, jotta viallisia tuotteita ei tulisi ollenkaan (Mizuno 1993, s. 13). Mizuno (1993, s. 13) toteaaakin, että ”laadunohjaus on ennaltaehkäisevää toimintaa”.

### **2.2 Laadunvarmistus**

Laadunvarmistus on vahvasti kytköksissä laadunohjaukseen, koska laadunvarmistuksen tarkoituksena on varmistaa ja dokumentoida laadunohjauksessa suunnitellut toimenpiteet (Juran 1999, s. 96).

Joseph Juran (1999, s. 96) mainitsee kirjassaan, että laadunvarmistuksen tarkoituksena on varmistua siitä, että työtehtäviä valvotaan asianmukaisesti. Lisäksi työ tulee arvioida suorituksen jälkeen ja antaa tieto tuloksista suorituksen toteuttajalle sekä muille henkilöille, joiden niistä tulee olla tietoisia (Juran 1999, s. 96). Laadunvarmistuksella luodaan varmuus siitä, että laatuvaatimukset täyttyvät (SFS-EN ISO 9000, s. 19). Rakennustöiden laatu 2014 kirjassa todetaan, että laadunvarmistus on laadunhallintaan kuuluva järjestelmällinen toiminta, jolla varmistetaan näytettävällä tavalla, että tuotteiden laatu vastaa odotuksia ja vaatimuksia (Koskenvesa, Sahlstedt & Lindberg 2013, s. 12).

Rakennustuotannon näkökulmasta laadunvarmistuksen tarkoituksena on saada vakiintuneilla toimintavoilla osoitettua, että on noudatettu suunnitelmadokumentteja, standardeja ja kriteereitä ja että laadunvarmistuksen tulokset ovat tilaajan asiakirjojen mukaiset (Quality in the Constructed Project 2012, s. 191). Junnosen (2002, s. 445) mukaan laadunvarmistus käsittää kaikki ne toiminnot, jotka ovat tarpeen riittävän varmuuden saamiseksi siitä, että rakennus täyttää sille asetetut laatuvaatimukset.

Laatuvaatimukset tulee yksilöidä ja niistä tulee kertoa myös työntekijöille, jotta saadaan edellytykset laadun mittaamiselle (Siikanen 2006, s. 578). Lisäksi laadunvarmistuksen päämääränä on myös varmistaa, että hankkeen laatuvaatimukset ja muu informaatio kulkevat virheettömästi ja järjestelmällisesti niin rakennuttajan, suunnittelijoiden kuin urakoitsijoiden välillä (Junnonen 2002, s. 445).

Kankainen ja Junnonen (2001, s. 36) ovat jakaneet laadunvarmistuksen sisäiseen ja ulkoiseen laadunvarmistukseen. Sisäisen laadunvarmistuksen avulla osoitetaan yrityksen omalle johdolle varmuus laatujärjestelmän mukaisesta toiminnasta. Ulkoisella laadunvarmistuksella osoitetaan asiakkaalle varmuus laadukkaasta toiminnasta. (Kankainen & Junnonen 2001, s. 36.)

Rakennushankkeen laadunvarmistuksessa on huomioitava koko rakentamisen prosessi hankevalmistelusta aina rakennuksen käytön aikaiseen aikaan (Koskenvesa, Sahlstedt & Lindberg 2013, s. 14). Tässä työssä ei kuitenkaan tutkita koko prosessia vaan keskitytään rakentamisen valmistelu- ja rakentamisvaiheeseen, jotka kuuluvat tuotantovaiheeseen.

Rakentamisen valmisteluvaihe sisältää monenlaisia laadunvarmistustoimenpiteitä, kuten hankkeen riskien analysoinnin, eri osapuolien laadunvarmistustoimien suunnittelun ja

tarkentamisen, aloituskokouksen järjestämisen sekä hankkeen lopullisen tarkastusasiakirjan, työaikataulun ja suunnitteluajataulun laatimisen. (Koskenvesa, Sahlstedt & Lindberg 2013, s. 14.)

Rakennusvaiheen alkaessa tulee vielä käydä läpi tehdyt suunnitelmat rakennettavuuden näkökulmasta ja tarkennettava rakennusta koskevia määräyksiä ja vaatimuksia (Koivu 1994, s. 42.). Rakentamisvaiheen laadunvarmistukseen kuuluu rakennustöiden ja suunniteltujen laadunvarmistustoimien toteutus ja dokumentointi. Tehdyt toimenpiteet ja päätökset dokumentoidaan hankkeen tarkastusasiakirjaan ja työmaakokousten pöytäkirjoihin (Koskenvesa, Sahlstedt & Lindberg 2013, s. 14). Vastaava työnjohtajan vastuulle jää huolehtia, että tarkastusasiakirja on ajan tasalla (Kiviniemi 2001, s. 450). Koskenvesa, Sahlstedt ja Lindberg (2013, s. 14–18) on listannut työmaan laadunvarmistukseen kuuluvat vaiheet seuraavasti:

- Halutun laatutason määrittäminen
- Projektisuunnitelman laatiminen
- Riskien arviointi ja torjuntatoimenpiteiden pohtiminen
- Tehtäväsuunnitelman tekeminen tehtävistä
- Aloituspalaverin pitäminen
- Mestan vastaanoton pitäminen
- Tehtävän seuranta
- Mallikatselmuksen ja 1. mestan tarkastuksen pitäminen
- Tehtävän tarkastukset, testi ja mittaukset
- Laadunvalvonta ja-ohjaus
- Tehtävän vastaanotto

## **2.3 Laadun parantamisen työkaluja**

### **2.3.1 Laatumittari mittaa laadunvarmistuksen tasoa**

Laadunmittaus on ensisijaisesti tarkoitettu työmaalla tapahtuvia toimintoja varten, koska tuotteen laatu saavutetaan toiminnan tuloksena. Junnonen ja Riikonen (2014, s.129) toteavat Rakentajain kalenterissa 2014, että mitattava toiminnan laatu voidaan ymmärtää toiminnan tehokkuutena, tarkoituksenmukaisuutena ja virheettömyytenä relaatiossa vaadittuun lopputulokseen. (Junnonen & Riikonen 2014, s.129.)

Laatumittari on järjestelmällinen havaintomenetelmä, jonka avulla pyritään selvittämään, miten toteutus vastaa ohjeissa kuvattuja tai muuten määriteltyjä ja sovittuja menettelytapoja. Idea laatumittarista on saatu työturvallisuudessa hyväksi toimintatavaksi todetusta TR-mittarista. Erona TR-mittariin on kuitenkin se, että havainnoitavat asiat ovat erilaisia ja näkökulma keskittyy rakentamisen laadunparantamiseen. (Junnonen & Riikonen 2014, s. 130) Rakentamisen laatu RALA kirjoittaa Internet –sivuillaan, että ”Laatumittari on työkalu, joka on kehitetty työnaikaiseen laadun seurantaan ja luovutusvaiheessa tapahtuvaan laatuvirheiden havainnointiin”. (RALA 2016.)

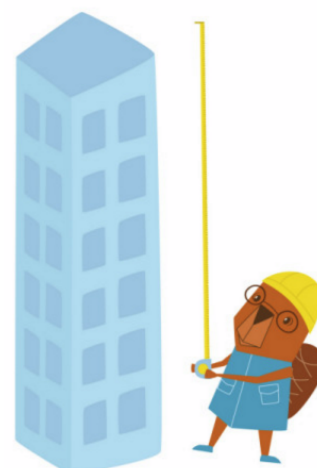
RALA:n laatumittarissa (kuva 2.) on neljä aihealuetta, jotka ovat ulkoinen siisteys, materiaalihallinta, valmiin työn laatu ja laadunhallinnan toteutus. Laatuhavainnot tehdään samaan tapaan kuin TR-mittarissa eli oikein/väärin periaatteella. (Junnonen & Riikonen 2014, s.130–131.)

## TYÖMAAN AIKANA TEHTÄVÄ LAADUNMITTAUS

← Takaisin

|               |                      |
|---------------|----------------------|
| RAKENNUSLIIKE | <input type="text"/> |
| TYÖMAAN NIMI  | <input type="text"/> |
| TYÖNRO        | <input type="text"/> |
| MITTAAJA      | <input type="text"/> |
| PÄIVÄYS       | <input type="text"/> |

| KOHDE                    | OIKEIN                                | VÄÄRIN                                |
|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ULKOINEN SIISTEYS        | <input type="text" value="0"/> OIKEIN | <input type="text" value="0"/> VÄÄRIN |
| MATERIAALIHALLINTA       | <input type="text" value="0"/> OIKEIN | <input type="text" value="0"/> VÄÄRIN |
| VALMIIN TYÖN LAATU       | <input type="text" value="0"/> OIKEIN | <input type="text" value="0"/> VÄÄRIN |
| LAADUNHALLINNAN TOTEUTUS | <input type="text" value="0"/> OIKEIN | <input type="text" value="0"/> VÄÄRIN |
| YHTEENSÄ                 | <input type="text" value="0"/>        | <input type="text" value="0"/>        |



$$\text{TASO} = \frac{\text{OIKEIN (KPL)}}{\text{OIKEIN (KPL) + VÄÄRIN (KPL)}} \times 100 = \frac{0}{0 + 0} \times 100 = 0 \%$$

ERITYISEN HYVÄÄ

|                      |
|----------------------|
| <input type="text"/> |
| <input type="text"/> |
| <input type="text"/> |
| <input type="text"/> |
| <input type="text"/> |

| KORJATTAVAA          | VASTUUHENKILÖ        | KORJATTU PVM         |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

Kuva 2. RALA:n sähköinen lomake työmaan aikana tehtävään laadunmittaukseen (RALA).

Ulkoinen siisteys –kohdassa havainnoidaan ulkopuolisille tai työmaalla vieraileville näkyvää siisteyttä. Työmaa jaetaan alueisiin ulkopuolen ja lähiympäristön osalta, joista tehdään havaintoja. Lisäksi havaintoja tehdään työmaatoimistoon johtavista kulkuteistä, työmaatilojen edustoista sekä työmaatilojen ulkopuolisista rakennelmista. Oikeinmerkinnän perusteena ovat alueiden siisteys, kulkuteiden turvallisuus ja opasteiden selkeys. (Junnonen & Riikonen 2014, s. 131.)

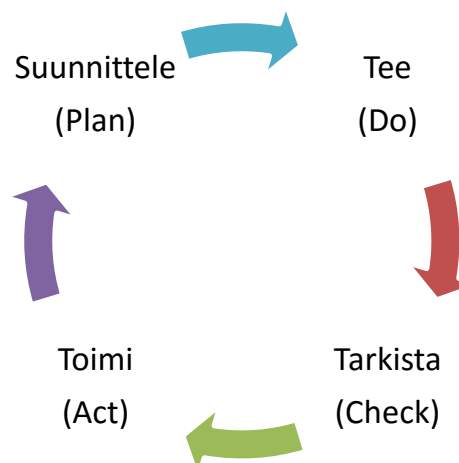
Materiaalihallinta –kohdassa arvioidaan työmaalle toimitetut rakennusosat, materiaalit ja tarvikkeet sekä niiden varastointi ja suojaus. Tärkein asia tarkastelussa on se, että materiaalierät on varastoitu siten, etteivät ne vaurioidu tai altistu kosteudella. (Junnonen & Riikonen 2014, s. 131.)

Valmiin työn laatu –kohdassa käsitellään valmiin työn laatua ja valmiiden pintojen suo-  
jausta. Tarkoituksena on varmistua siitä, että valmiissa pinnoissa ei ole havaittavissa laa-  
tupuutteita tai -virheitä ja että suojaukset on tehty asianmukaisesti. (Junnonen & Riikonen  
2014, s. 131.)

Laadunhallinnan toteutus –kohdassa pääpaino on laadunhallintaan liittyvien suunnitel-  
mien ja dokumenttien arvioinnissa. Tärkeintä on saada varmuus siitä, että alkavien tehtä-  
vien osalta tarvittavat tuotantosuunnitelmat on laadittu ja muut aloitusedellytykset on var-  
mistettu. Lisäksi tarkistetaan, että laatudokumenttien avulla urakoitsija pystyy osoitta-  
maan myöhemmin, että työ täyttää tilaajan vaatimukset ja tällä tavoin turvaa oman ase-  
mansa mahdollisesti myöhemmin esiin nousevien erimielisyyksien varalta. (Junnonen &  
Riikonen 2014, s. 132.) Laatumittarin avulla saadaan tietoa työmaan laadunvarmistuksen  
tasosta.

### 2.3.2 Demingin ympyrä

Laadunohjaukseen kuuluu olennaisena osana palautteen saaminen ja on tärkeää, että suo-  
ritetusta työstä kerätään palautetta, jotta toimintaa pystytään jatkuvasti parantamaan (Ju-  
ran 1999, s. 96–98). Likerin (2006, s. 23) mukaan jatkuvan parantamisen kulmakivi on  
Demingin ympyrä (kuva 3.) tai toiselta nimeltään Suunnittele-Tee-Tarkasta-Toimi -ym-  
pyrä (englanniksi Plan-Do-Check-Act, PDCA). Koskenvesa, Sahlstedt ja Lindberg  
(2013, s. 9) toteavat, että jatkuva parantaminen on osa nykyaikaisen työelämän tilanteiden  
analysointia, ongelmien tunnistamista ja parannettujen ratkaisujen soveltamista.



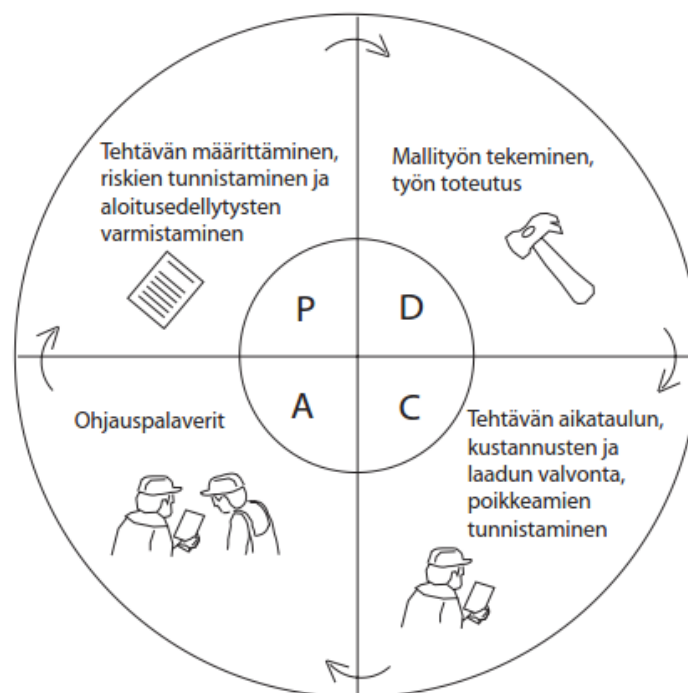
Kuva 3. Demingin ympyrä.

Juran (1999, s. 101) on kuvannut Demingin ympyrän kohdat Suunnittele, Tee, Tarkasta ja Toimi seuraavasti:

- ”Suunnittele” sisältää ohjauksen valitsemisen ja päämäärän asettamisen
- ”Tee” sisältää prosessin edistymisen
- ”Tarkasta” sisältää tunnistamisen ja tuomitsemisen
- ”Toimi” sisältää ohjainten stimuloinnin ja korjaavien toimien tekemisen

ISO9001 (2015, s. 6) standardissa kerrotaan, että käyttämällä Demingin ympyrää laadunhallintajärjestelmässä pystytään ymmärtämään vaatimukset ja täyttämään ne johdonmukaisesti, arvioimaan prosesseja sen perusteella, mitä lisäarvoa ne tuovat, saavuttamaan erinomainen prosessien suorituskyky sekä parantamaan prosesseja saadun tiedon ja informaation analysoinnin perusteella. (ISO9001 2015, s. 6.)

Koskenvesa, Sahlstedt ja Lindberg (2013, s. 9) on myös maininnut kirjassa Demingin ympyrän jatkuvan laadunparantamisen työkaluna. Kirjassa on sovellettu Demingin ympyrää tuotantovaiheen tehtävien ohjauksessa kuvan 4. mukaisesti.



Kuva 4. Demingin ympyrän soveltaminen tehtävän ohjauksessa (Koskenvesa, Sahlstedt & Lindberg 2013, s. 27).

Koskenvesan, Sahlstedtin ja Lindbergin (2013, s.9) mukaan jatkuva parantaminen on koko organisaation yhteinen toimintatapa parantaa toimintaa ja tuottavuutta. Lisäksi heidän mukaan jokainen on oman työnsä asiantuntija ja näin ollen myös paras kehittäjä. Työntekijöiden osallistuttaminen jatkuvaan parantamiseen on tärkeää, jotta haluttu päämäärä saavutetaan. Työntekijöiden osallistumisella jatkuvaan parantamiseen saadaan heidät sitoutumaan paremmin ja priorisoimaan sekä tekemään parempia ratkaisuja. Tällä tavoin saadaan uusien kehitysideoiden käyttöönotosta kitkatonta ja nopeampaa. (Koskenvesa, Sahlstedt & Lindberg 2013, s. 9.)

### 2.3.3 Viisi miksi –analyysi

Kuten edellisessä luvussa mainittiin, että jatkuva parantaminen on osa nykyaikaisen työelämän tilanteiden analysointia, ongelmien tunnistamista ja parannettujen ratkaisujen soveltamista. Yhtenä hyvänä tapana analysoida virhe tai ongelma on Toyotan käyttämä viiden miksi –kysymyksen analyysi. Liker (2006, s. 252–253) haastatteli Toyotan tapaan –kirjaansa varten Toyota Technical Centerin entistä varatoimitusjohtajaa Yuichi Okamotoa tuotekehitysjärjestelmän menestyksen salaisuudesta. Hän oletti saavansa vastaukseksi jonkin monimutkaisen järjestelmää, mutta sen sijaan Okamoto vastasi sarkastisesti, että ”heillä on käytössä erittäin hienostunut menetelmä uusien tuotteiden kehittämiseksi, jossa kysytään viisi kertaa miksi”. (Liker 2006, s. 252–253.)

Pojasek (2000) toteaa artikkelissaan, että viisi miksi –analyysi on ollut monta vuotta käytössä yrityksissä juurisyiden selvittämiseen. Viisi miksi –analyysi on tekniikka, jonka avulla saadaan selvitettyä juurisyy, kun on tapahtunut jokin virhe tai häiriö toiminnassa. Todellinen pureutuminen ongelmaan vaatii pintasyyn sijasta alkuperäisen juurisyyn selvittämistä (Liker 2006, s. 252). Viisi miksi –analyysissä kysytään työntekijältä ongelman sattuessa järjestelmällisesti vähintään viisi kertaa ”miksi?”, jotta päästään syvemmälle ongelmassa ja löydetään todellinen juurisyy virheelle ja saadaan eliminoitua syyn aiheuttaja (Shang & Low 2014, s. 82.; Juran 1999, s. 517).

Peter R. Scholtes (2008, s. 266–267) on kirjassaan kuvannut havainnollisesti sitä, miten viisi miksi –analyysissä syyt johtavat taaemmaksi prosessissa. Liker (2006, s. 252–253) on lainannut samaa esimerkkiä kirjassaan ja kertoo, että Toyota on käyttänyt esimerkkiä

sisäisessä ongelmanratkaisukoulutuksessa. Taulukossa 1. olevassa esimerkissä ongelmana on öljylammikko tehtaassa lattialla, ja kun sitä aletaan tutkimaan tarkemmin, johtaa syy jokaisen "Miksi?" –kysymyksen jälkeen taaemmaksi prosessissa ja syvemmälle organisaatiossa. Lisäksi esimerkissä jokainen vastatoimenpide on erilainen sen mukaan, mitä syvemmälle ongelmassa mennään. (Liker 2006, s. 252-253; Scholtes 2008, s. 266–267.)

Taulukko 1. Esimerkki viisi miksi –analyysistä (Scholtes 1998, s. 266–267).

|        | Ongelman taso  | Vastaava vastatoimenpiteiden taso           |
|--------|--|---|
| Miksi? | Tehtaan lattia on öljyä  | Siivoa öljy                                 |
| Miksi? | Koska kone valuttaa öljyä  | Korjaa kone                                 |
| Miksi? | Koska tiiviste on heikentynyt  | Vaihda tiiviste                             |
| Miksi? | Koska ostimme huonoista raaka-aineista valmistettuja tiivisteitä             | Muuta tiivisteiden teknisiä ominaisuuksia   |
| Miksi? | Koska saimme hyvällä hinnalla tiivisteet                                     | Muuta hankintakäytäntöjä                    |
| Miksi? | Koska ostovälittäjiä arvioidaan lyhyen aikavälin kustannussäästöjen pohjalta | Muuta myyntivälittäjien arviointikäytäntöjä |

Mielestäni yllä oleva esimerkki havainnollistaa hyvin, että vika ei välttämättä johdu ensimmäisen ongelman ratkaisun tuloksesta vaan viallisen tuotteen syntymiseen voi olla monta osatekijää. Näin ollen, kun ongelma kohdataan, tulee se analysoida syvällisemmin ja viisi miksi –analyysi on helppo ja yksinkertainen tekniikka juurisyyn selvittämiseen.

### 2.3.4 Visuaalinen johtaminen

Visuaalinen johtaminen on johtamisen strategia, johon on integroitu tietoa ja aistin apuvälineitä, jotta työn tekemisestä saadaan itseohjautuvaa (Tezel ym. 2011). Visuaalisen johtamisen tarkoituksena on tehdä hukasta, ongelmista ja epänormaaleista olosuhteista helposti tunnistettavia työntekijöille ja johtajille, jotta ongelmat voidaan korjata. Visuaalinen johtaminen perustuu siihen, että ihmisiä viehättää sellainen kokemus, jonka he näkevät itse. (Ho 1999, s. 23.) Visuaalisella ohjauksella tarkoitetaan sitä, että on mahdollista katsoa prosessia, välineitä, varastoa, informaatiota tai työntekijää ja nähdä

välittömästi tehtävän suorituksessa käytetty standardi ja mahdollinen poikkeama standardista (Liker 2006, s. 152). Koistinen ja Koskenvesa (2014, s. 140) toteaa Rakentajain kalenteri 2014:ssä tehdyssä artikkelissaan, että visuaalisessa johtamisessa jaettava tieto on mietittävä tarkasti. Liiallinen tiedon näyttäminen rasittaa vastaanottajaa ja liika ärsykkeiden määrä menettävät tehoa (Koistinen & Koskenvesa 2014 s. 140).

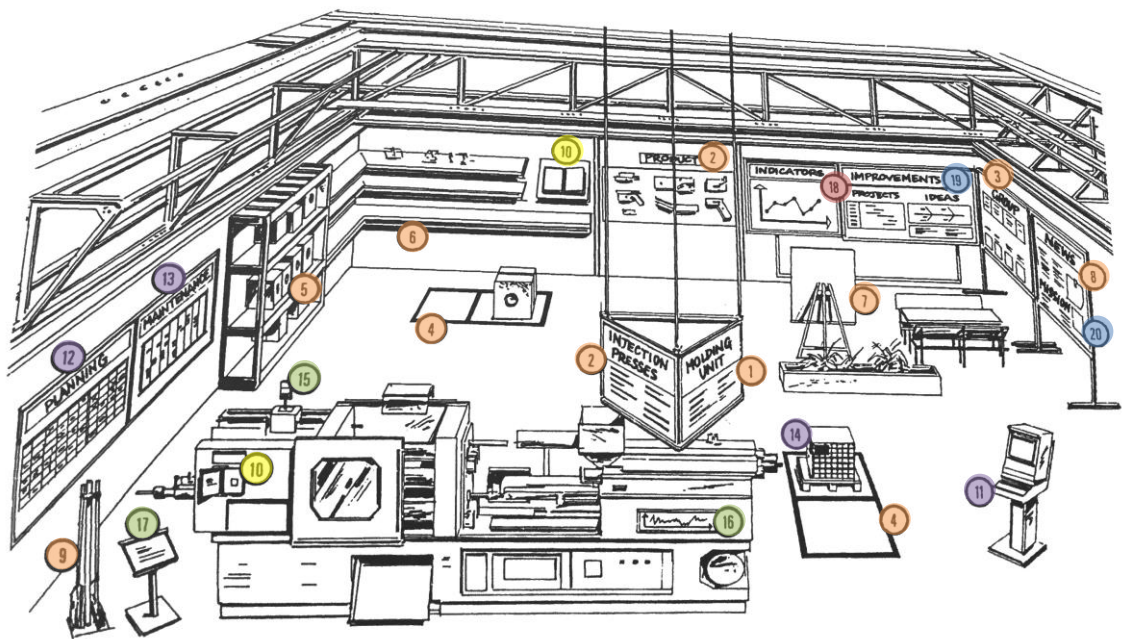
Visuaalisen johtamisen välineitä ovat esimerkiksi ilmoitustaulut, sloganit, indikaattorivaalit, kortit ja visuaaliset näytöt (Ho 1999, s. 239). Visuaaliseksi ohjaimeksi voidaan luokitella mikä tahansa työympäristössä käytetty viestintäväline, joka kertoo yhdellä silmäyksellä, kuinka työ pitäisi tehdä ja poikkeako se standardista. Tämä auttaa työntekijöitä, jotka haluavat suorittaa työnsä hyvin ja nähdä välittömästi, kuinka hyvin tai huonosti heidän työnsä sujuu. Visuaalisen johtamisen avulla saadaan luotua helppo ja ymmärrettävä työympäristö työn johtamiselle sekä työn tekemiselle. (Liker 2006, s. 152.) Oikeanlaisten herätteiden avulla asioiden hahmottaminen on helpompaa ja mahdollisiin ongelmiin voidaan reagoida nopeammin (Koistinen & Koskenvesa 2014 s. 140). Liker (2006, s. 150–158) toteaa myös kirjassaan, että hyvin kehitetty visuaalinen ohjausjärjestelmä kasvattaa tuottavuutta, parantaa turvallisuutta, pienentää kustannuksia ja antaa työntekijöille entistä enemmän hallintaa työympäristöön.

Tezel, Koskela ja Tzortzopoulos (2010) tuovat esille artikkelissaan, jossa he tutkivat visuaalista johtamista Brasiliassa hyvän esimerkin kyseisestä johtamistavasta. Esimerkissä he käyttävät visuaalisia ohjaimia työhön koulutuksessa, jotta työntekijät oppisivat tekemään työn oikein. Visuaalinen johtaminen on todella tärkeä toimintatapa Brasiliassa, koska työntekijät työmailla ovat heikosti koulutettuja. Visuaalisten ohjaimien avulla tällaistenkin työntekijöiden on helppo ymmärtää asioita. (Tezel, Koskela & Tzortzopoulos 2010.)

Liker (2006, s. 150–158) on esittänyt kirjassaan hyvän harjoituksen, jonka avulla saadaan selvitettyä, onko asiat yrityksessä helposti löydettävissä ja visuaalisesti järjestyksessä. Harjoituksessa mennään ensin kysymään työtoverilta, että pystyykö hän näyttämään esimerkiksi tietyn dokumentin yrityksen sisäisestä verkosta. Etsimiseen kuluva aika ja työtoverin turhautuneisuuden aste paljastavat todennäköisesti yhdellä vilkaisulla, onko dokumenttien järjestys visuaalisesti hallinnassa vai ei. Toinen tapa havainnoida visuaalista järjestystä on mennä neuvotteluhuoneeseen, jota käytetään tärkeissä suunnittelupalaverissa. Mikäli huoneessa näkee yhdellä vilkaisulla visuaalisia ohjaimia, kuten kaavioita ja diagrammeja, jotka kertovat esimerkiksi ollaanko tänään aikataulusta edellä vai jäljessä

tai ovatko poikkeamat tai viiveet projektissa tai operaatiossa helposti nähtävissä, voidaan todeta, että yritys on tällöin visuaalisesti järjestyksessä. (Liker 2006, s. 150–158.)

Greif (1991, s. 20–21) on kuvannut kirjassaan miltä visuaalisen tehtaan tulisi hänen mielestään näyttää (kuva 5.). Hän on jakanut visuaalisen johtamisen tehtaassa kuuteen eri kategoriaan, jotka ovat työntekijöiden alue, visuaaliset dokumentit, visuaalinen tuotannon ohjaus, visuaalinen laadunohjaus, indikaattorit ja tuotannon tekeminen läpinäkyväksi. (Greif 1991, s. 20–21.)



Kuva 5. Visuaalinen työpaikka (Greif 1991, s. 20).

Kuvaan oranssilla merkityt ovat asioita, jotka kuuluvat työntekijöiden alueeseen. Tällaisia asioita ovat esimerkiksi alueen, tekemisen, resurssien ja tuotteen identifiointi, merkinät lattiassa, työkalujen ja pidikkeiden merkkkaus sekä kommunikointi- ja lepoalue. Visuaalinen dokumentointi on merkattu kuvassa keltaisella, mikä pitää sisällään valmistusohjeet ja tekniset menettelyt. Visuaalisen tuotannonohjauksen työkalut on merkitty kuvaan liilalla. Visuaalinen tuotannonohjaus kattaa mm. tietokoneen, tuotantoaikataulun sekä inventaarion ja käynnissä olevat työt. Kuvaan on merkitty vihreällä visuaalisen laadunohjaukseen kuuluvia työkaluja, joita ovat koneen tarkkailusignaali, tilastollinen prosessinohjaus ja ongelmien kirjaus. Visuaaliset indikaattorit ovat kuvassa punaisella ja pitävät

sisällään tavoitteet, tulokset ja eroavaisuudet. Viimeinen kohta käsittää tuotannon tekemisen läpinäkyväksi ja siihen kuuluvat sinisellä merkityt asiat, jotka ovat toiminnan parantaminen sekä yrityksen projekti ja tavoite. (Greif 1991, s. 21.)

Visuaalisia ohjaimia käytetään työmailla ja osa ohjaimista ovat jo vakiintuneita. Esimerkiksi pohjakuvien ja aluesuunnitelman kiinnittäminen seinille, erinäiset opasteet sekä reikien ja aukkojen paikkojen merkitseminen merkkausmaalilla ovat Koistisen ja Koskenvesan (2014, s. 140–141) mukaan tuttuja työkaluja monilla työmailla. Lisäksi työmailla on huomattu, että kaikkien nähtävillä viety aikataulu, josta näkee selkeästi aikataulutilanteen, aiheuttaa myöhässä oleville urakoitsijoille painetta saada aikataulu kiinni. (Koistinen & Koskenvesa 2014, s. 140–141.)

## **2.4 Digitalisaatio**

### **2.4.1 Mitä on digitalisaatio?**

Tätä diplomityötä tehdessäni moni tuli työpaikkani käytävällä kysymään ”Mitä se digitalisaatio oikein tarkoittaa?”. Ilmarinen ja Koskela (2015, s. 22) kuvaavat mielestäni kirjassaan hyvin digitalisaatio –käsitteen sisällön. Digitalisaatio on heidän mukaansa asioiden, esineiden tai prosessien digitalisointia. Digitalisoinnissa muunnetaan analoginen digitaaliseksi. (Ilmarinen & Koskela 2015, s. 22.) Korhonen ja Valli (2014, s. 3) kuvaavat digitalisaation ”liiketoiminnanlaajenemisena tai siirtymisenä kokonaan sähköisiin kanaviin, sisältöihin ja transaktioihin”.

Digitalisoitumista tapahtuu, kun asioita, esineitä ja prosesseja digitalisoidaan (Ilmarinen 2013, s. 22). Valtionkonttoria (2015) lainatakseni ”Tämän päivän ja erityisesti tuleva digitalisaatio on vallankumouksellista, toimintaa mullistavaa uudistamista”. Alla on kuvattu esimerkkejä, miten digitalisaatio on tähän mennessä näkynyt arkielämässämme (Ilmarinen & Koskela 2015, s. 22):

- Äänilevy → CD-levy → Suoratoistomusiikki
- Valokuvat → Digikuvat → Valokuvien pilvipalvelut
- Sanomalehdet → Internetin uutispalvelut

- Kirja → e-kirja
- Tavaratalo → Verkkokauppa

Hyvänä esimerkkinä liiketoimintaprosessien digitalisoinnista on passihakemus. Ennen passihakemus tehtiin paperilomakkeella, mutta tänä päivänä koko passihakemuksen voi tehdä internetissä Poliisihallituksen internetsivuilla käymättä laisinkaan asioimassa poliisilaitoksella ja käsittelyprosessin digiaikaistamisen ansiota hakemuksen käsittely voi tapahtua sähköisesti tai jopa automaattisesti. (Passihakemus 2016.)

Kuitenkaan se, että digitalisoidaan jokin asia ei vielä riitä digitalisaation syntymiseen. Digitalisaatiosta voidaan alkaa puhumaan vasta siinä vaiheessa, kun se muuttaa ihmisen käyttäytymistä, markkinoiden dynamiikkaa ja yrityksen ydintoimintaa. Teknologia ei itsestään myöskään synnytä digitalisaatiota vaan teknologian mahdollistamat tavat toimia synnyttävät digitalisaation. (Ilmarinen & Koskela 2015, s. 23.)

#### **2.4.2 Esimerkkejä laadunvarmistuksen digitalisoinnista rakennusalalla**

Hogan, El-Gafy ja Ghanem (2015) mainitsevat artikkelissaan, että nykypäivänä löytyy sellaisia ohjelmia rakennustyömaan projektinhallintaan, että on mahdollista siirtyä paperisesta työmaasta sähköiseen työmaahan. Digitaaliset projektinhallintaohjelmat auttavat vähentämään kustannuksia, parantamaan kommunikaatiota ja päätöksentekoa. Niiden avulla yhteistyö rakennustyömailla on tehostunut ja asioiden uudelleen tekemisen tarve on vähentynyt. (Hogan, El-Gafy & Ghanem 2015.) Koska rakennusteollisuus on informaatiointensiivinen ala, jossa satoja ja tuhansia paloja tietoa liikkuu ja vaihtuu projektin aikana, digitalisten järjestelmien avulla voidaan myös säästää merkittävästi aikaa (Chen & Kamara 2011).

Diplomityössä haastattelin kolmea amerikkalaista rakennusliikettä laadun digitalisoinnista. Haastatteluiden perusteella kävi ilmi, että digitaalisia järjestelmiä on otetturakennustyömailla käyttöön ja niiden avulla on saavutettu hyötyjä.

Ensimmäiseksi haastattelin Frank Haasea rakennusliike Suffolkista ja hän kertoi, että Suffolkilla on laadunvarmistukseen käytössä sellainen toimintatapa, että mittamies käy mittaamaan asennustyön jälkeen paikat, joihin esimerkiksi IV –putki on asennettu ja merkitsee uuden paikan pohjakuvaan sekä lisää kommentteja asennuksessa tapahtuneista muutoksista. Mikäli asennus ei ole mennyt täysin oikein, pystyy suunnittelija saman tien katsomaan, miten väärin asennettu palikka tulee vaikuttamaan ylempiin kerroksiin ja mitä huomioita siitä on kirjoitettu työmaalla. Lisäksi pohjakuviin merkataan muita laatuun liittyviä huomioita ja värikoodauksen avulla nähdään yhdellä silmäyksellä, onko suunnittelija vai työmaa tehnyt merkinnän pohjakuviin. Lisäksi kaikilla työmiehillä ja työnjohtajilla on käytössä taulutietokoneet, jolloin heillä on aina uudet piirustukset projektipankista käytettävissä. Haase sanoikin haastattelussa, että on mahdotonta enää käyttää tulostettuja piirustuksia, koska tietoa suunnittelijan kanssa vaihdetaan nykyään todella paljon ja piirustukset päivittyvät niin usein, että paperien saapuessa työmaalle ne olisivat jo vanhentuneet. Suffolkilla on ollut käytössä tällainen toimintatapa jo noin kaksi vuotta. (H1 2016.)

Kahdessa muussa haastattelussa haastateltavat esittelivät heillä käytössä olevaa Trimblen Prolog –ohjelmaa (Prolog 2016), jota he hyödyntävät laadunohjauksessa ja -varmistuksessa. Haastatteluiden perusteella kävi ilmi, että Prologin ideana on yksinkertaisuudessaan digitaalinen toimintatapa laadunvarmistukseen. Tarkastukset, jotka on ennen tehty kynän ja paperin avulla tehdään nyt taulutietokoneella. Ohjelman avulla laatuhavainnosta otetaan valokuva, jonka päälle voidaan tehdä merkkauksia. Tämän avulla toisen osapuolen on helpompi ymmärtää, mistä havainnossa on kysymys. Havainto osoitetaan jollekin urakoitsijalle ja siihen merkitään päivämäärä, jolloin kysymykseen tulee saada vastaus urakoitsijalta. Haastatteluissa kävi myös ilmi, että tämän sovelluksen avulla on saatu lyhennettyä merkittävästi vastausaikaa ja myös ongelmat saadaan ratkottua nopeammin. (H3 2016; H4 2016) Jeremy Sibert kertoi, että myös aikaa on säästynyt huomattavasti, koska tarkistuslistat löytyvät automaattisesti ohjelmasta ja tarkastuksen jälkeen ei tarvitse mennä toimistoon kirjoittamaan tarkistuslistaa puhtaaksi. Sibert mainitseekin, että laatu-tarkastusten paperityöt ovat vähentyneet noin 80–90 %:ia Prologin avulla. (H4 2016.)

### 3 NCC:n nykytilan kartoitus

Olen työskennellyt NCC:llä jo vuodesta 2007 asti, joten NCC:n laatu järjestelmä ei ollut minulle aivan vieras ennen tämän diplomityön aloittamista. NCC:n nykytila kartoitettiin pääasiallisesti minun järjestämällä laatuun liittyvillä palavereilla, jossa tärkeimmissä rooleissa olivat laatuinsinööri Riikka Hurme ja tuotantopäällikkö Santtu Hokkanen. Palaverien ideana oli selvittää tätä diplomityötä sekä NCC:n uutta strategiaa varten laadun nykytila NCC:llä. Lisäksi tutkin nykytilaa tätä diplomityötä varten NCC:n järjestelmistä löytyvien auditointiraporttien avulla.

Suunnittelussa ja rakentamisessa tapahtuneet virheet tulevat viimeistään ilmi jälkimarkkinoinnissa, joka tunnetaan rakennusalalla paremmin nimellä vuosikorjaukset. Takuu- ja vastuukorjaukset olivat NCC:llä vuonna 2015 monta miljoonaa euroa, joten kyse on taloudellisesti merkittävästä summasta. (P7 2016.)

NCC:llä laatua on pyritty parantamaan yhdistämällä suunnittelu ja jälkimarkkinointi saman johtajan alaisuuteen. Projektipäällikkö Petri Raunion ja tuotantopäällikkö Santtu Hokkasen kanssa käydyssä palaverissa tuli ilmi, että vuonna 2014 NCC:lle palkattiin uusi suunnittelujohtaja, jonka vastuulle tuli suunnittelun lisäksi jälkimarkkinointi. Tämän rekrytoinnin tausta-ajatuksena oli, että tietoa saataisiin kulkemaan paremmin jälkimarkkinoinnista suunnittelunohjaukseen, ja samalla tuotteen ja prosessin laatu paranisi. Käytännön tasolla tässä ei kuitenkaan ainakaan vielä olla päästy näkyviin tuloksiin. (P1 2016.)

NCC:n laatuinsinööri Riikka Hurmeen kanssa käydyssä palaverissa kävi ilmi, että jälkimarkkinointi kerää tietoa virheistä omaan järjestelmään ja lähettää sähköpostilla niistä kuukausittain PowerPoint –esityksen johtoryhmälle, mutta sieltä tieto harvemmin etenee työmaille tai edes suunnittelunohjaukseen (P7 2016). NCC:n sisäisissä uutisissa 17.6.2016, joiden aiheena oli työmaiden sparraus laadunparannuksen työkaluna, laatuinsinööri Riikka Hurme toteaa, että ”sisäisten auditointien yhteydessä oli havaittu, että jomonena peräkkäisenä vuonna samat virheet ja poikkeamat toiminnassa toistuivat”. Lisäksi tutkiessani jälkimarkkinoinnin lähettämiä raportteja niistä ilmeni, että suurin osa raporteissa olleista laatu virheistä olivat toistuvia.

### **3.1 Laadunohjausprosessi**

#### **3.1.1 Rakentamisen valmistelu**

Toimintajärjestelmän tutkimuksen tuloksena (Toimintajärjestelmä 2016) ja Riikka Hurmeen kanssa käydyn palaverin (P8 2016) perusteella NCC:llä rakentamisen valmistelun laadunvarmistus- ja ohjaustoimenpiteitä ovat:

- Riski- ja mahdollisuustyökalun täyttäminen
- Projektisuunnitelman laatiminen
- Tuotannon perussuunnitelmat
- Tarkastusasiakirjan laadinta
- Suunnitelmien katselmointi
- Tuotannon aloituslupa

Riski- ja mahdollisuusanalyysityökalun tarkoituksena on saada epätoivotun tapahtuman todennäköisyys ja siitä aiheutuvat seuraukset minimoitua. Mahdollisuuksia käsitellessä pätee vastakkainen: maksimoidaan sattumuksen todennäköisyys ja positiivinen seuramus. Riskien kautta mahdollisuudet saadaan ohjaukseen ja hallintaan, mikä taas osaltaan vähentää tappiollisten projektien määrää. Hyvin suunnitelluilla toimilla saadaan minimoitua riskien toteutumista ja seurauksia sekä maksimoidaan mahdollisuudet. (Toimintajärjestelmä 2016.)

Työmaan projektisuunnitelman laatimisella ja tuotannon toteuttamisella suunnitelman mukaisesti varmistetaan työmaatoimintojen riittävä taso kohdekohtaisesti. Projektisuunnitelma käsittää kaikki työmaatoiminnan tärkeät osa-alueet, jotka liittyvät työmaan kustannuksiin, ajanhallintaan, laadunohjaukseen ja työmaan alueeseen. Projektisuunnitelma laaditaan aina jokaisen projektin alussa työmaasta vastaavien henkilöiden kanssa. Projektisuunnitelman riittävyys arvioidaan ja hyväksyy työmaan vastuuhenkilön esimies eli yleensä työpäällikkö. Projektisuunnitelman noudattamisesta ja sen sisältämien toimenpi-

teiden johtamisesta vastaa työmaan johto. NCC:llä on määritetty tarkka sisältörunko projektisuunnitelmalle. Alla on esitetty kohdat, jotka löytyvät jokaisesta NCC:n projektisuunnitelmasta: (Toimintajärjestelmä 2016.)

1. Kohdetiedot ja yleistä kohteesta
2. Organisaatio, vastuunjako ja toimenkuvat
3. Asiakastoiminta ja informaatio
4. Riskit ja niiden torjunta
5. Suunnittelu ja ohjaus
6. Aikataulusuunnittelu
7. Hankintojen suunnittelu ja toteutus
8. Kustannusohjaus, valvonta ja ennustaminen
9. Laadun suunnittelu, -ohjaus, -valvonta ja -todentaminen
10. Turvallisuus ympäristö ja aluesuunnittelu
11. Viimeistely luovutus ja käyttöönotto
12. Työmaan kokoukset ja palaverit
13. Toiminnan dokumentointi ja asiakirjojen arkistointi

Yhtenäisellä projektisuunnitelman pohjalla varmistetaan, että kaikilta työmailta tulee yhtenäiset ja vertailukelpoiset projektisuunnitelmat (Toimintajärjestelmä 2016).

Myös tuotannon perussuunnitelmat tulee laatia ennen työmaan aloitusta. Ensimmäiset perussuunnitelmat laaditaan jo tarjouslaskennan yhteydessä. Tarjouslaskentavaiheessa tehtyjä perussuunnitelmia täsmennetään ennen kuin tuotanto alkaa. Tuotannon perussuunnitelmia ovat: (Toimintajärjestelmä 2016.)

- Asiakastoiminta ja informaatio

- Työmaa-aikainen suunnittelunohjaus
- Aikataulusuunnittelu
- Hankintojen suunnittelu
- Kustannusohjaus ja suunnittelu
- Laadun suunnittelu
- Turvallisuus, ympäristö ja aluesuunnittelu
- Työmaan kosteus- ja olosuhdehallinta

Tarkastusasiakirjan eli työmaan laadunvarmistusmatriisin avulla varmistetaan tarpeeksi kattava työmaan työkokonaisuuksiin ja aliurakointiin kohdistuva laadun suunnittelu, -ohjaus, -valvonta ja -todennus. Laadunvarmistusmatriisin käyttö antaa työmaakohtaisen vapauden määrittellä laadunohjaustoimenpiteet, mutta tämä merkitsee myös työmaan johdolle vastuuta näiden laadunohjaustoimenpiteiden riittävydestä. (Toimintajärjestelmä 2016.)

Laadunvarmistusmatriisiin merkitään työmaan teknisen laadun, ajan ja talouden kannalta työmaan merkittävimmät työkokonaisuudet ja aliurakat. Työkokonaisuuksiin liittyvä laadunohjaus toteutetaan seuraavien menettelyiden avulla: (Toimintajärjestelmä 2016.)

- Tehtäväsuunnitelma
- Työvaiheen aloituspalaveri
- Mestän vastaanotto
- Malliasennus ja –katselmus
- Tarkastukset, mittaukset ja testit
- Osavastaanotot ja vastaanottotarkastukset

Laadunvarmistusmatriisia laadittaessa on huomioitava työmaan aloituskokouksessa sovitut asiat, työmaan tarkastusasiakirjan vaatimukset, tilaajan vaatimukset laadunvalvonnalle ja tilaajan suorittama laadunvalvonta (Toimintajärjestelmä 2016).

Varhain ennen tuotannon alkamista tehdään projektin suunnittelusta vastanneiden ja tuotannosta vastaavien yhteinen suunnitelmakatselmus. Katselmuksen päätarkoituksena on varmistua siitä, että suunnitelmat ovat toteutuksen edellyttämällä tasolla. (Toimintajärjestelmä 2016.)

Tuotannon aloituslupamenettelyn tarkoituksena on varmistaa tuotannon aloitusedellytykset. Jotta tuotannon aloituslupa myönnetään, tulee tuotannon perussuunnitelmien olla yksikön johdon mielestä riittävällä tasolla ja tuotanto voitava aloittaa häiriöttömästi ja riskittömästi. Tuotannon aloitusluvan edellytyksenä on, että tuotannon perussuunnitelmat on laadittu yrityksen vaatimusten mukaisesti. Työmaalla tulee vähintään olla laadittuna seuraavat asiakirjat, jotta aloituslupa myönnetään: (Toimintajärjestelmä 2016.)

- Aikataulu, joka sisältää rakentamisjärjestyksen
- Tavoitearvio
- Allekirjoitettu urakkasopimus
- Hankintasuunnitelma
- Rakennuslupa tai viranomaisen suostumus aloittaa työt
- Organisaatio (vähintään maanrakennus)
- Työmaan riskianalyysi
- Kassavirta-analyysi
- Projektisuunnitelma, jossa riskianalyysin vaikutukset ovat tunnistettavissa

### 3.1.2 Rakentaminen

NCC:n toimintajärjestelmästä löytyvässä dokumentaatiossa on todettu, että tuotantovaiheen tavoitteena on toteuttaa kohde laadittujen työpiirustusten ja tuotannon valmisteluvaiheessa laaditun projektisuunnitelman ja muiden toteutussuunnitelmien mukaisesti. Näiden suunnitelmien tehokas toteutus on edellytys laadukkaalle ja kustannustehokkaalle työmaarakentamiselle. (Toimintajärjestelmä 2016.)

Työmaan ohjaus tapahtuu työnjohtajien toimesta ja tärkeitä osa-alueita ovat projektisuunnitelmassa esitetyt toiminnot, kuten (Toimintajärjestelmä 2016):

- Toistuva tehtävänohjaus
- Seurantapalaverit
- Työmaan auditointi

Tekninen laatu varmistetaan ladunvarmistusmatriisin määrittelemässä laajuudessa. Tehtävä tai työkokonaisuuden suunnitteleminen, ohjaaminen ja todentaminen toteutetaan toistuvalla prosessilla, joka sisältää ladunvarmistusmatriisissa esitetyt toimenpiteet, jotka esiteltiin kappaleessa 3.1.1. (Toimintajärjestelmä 2016.)

Seurantapalavereiden tarkoituksena on pyrkiä varmistamaan tuotannosuunnittelun riittävä taso sekä arvioidaan aikataulutilanne ja kustannus seurannan tilanne. Seurantapalavereissa katselmoidaan myös laadunhallinnan tilanne ja mahdolliset tuotannossa tapahtuneet poikkeamat. Seurantapalavereja pidetään vähintään kerran kuukaudessa ja sinne osallistuvat henkilöt työmaaorganisaatiosta sekä hankinnasta ja laskennasta. (Toimintajärjestelmä 2016.)

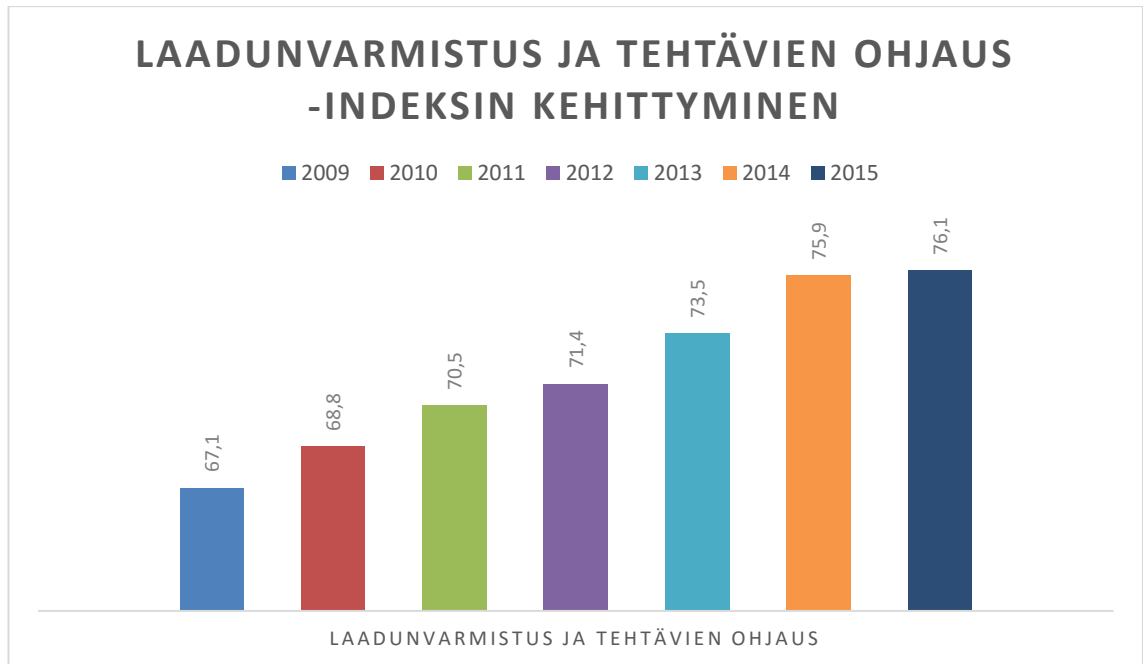
Työmaan auditoinnin tarkoituksena on arvioida työmaan ladunvarmistuksen taso ja toimintajärjestelmän toimivuus. Lisäksi auditoinneissa neuvotaan työmaahenkilöstöä toimintajärjestelmän oikeaan käyttöön ja sisällön parempaan tuntemiseen. Työmaan auditointi tehdään vähintään kerran työmaan aikana. Useampia auditointeja tehdään yleensä pitkäkestoisille ja vaativille työmaille sekä sellaisille työmaille, jolla on aiemmissa auditoinneissa ilmennyt merkittäviä poikkeamia. (Toimintajärjestelmä 2016.)

### 3.1.3 Laadunvarmistuksen ja tehtävien ohjauksen nykytila

Tutkiessani Insinööritoimisto Pekka Siikanen Oy:n tekemiä auditointiraportteja NCC Asuntorakentamisen sisäisistä auditoinneista vuosilta 2012–2016 havaitsin, että laadunvarmistuksessa esiintyi pitkälti saman tyyliisiä poikkeamia vuodesta toiseen. Auditointiraporteissa kaikista osa-alueista eniten poikkeamia oli tehtävien aloituspalaverissa, tehtäväsuunnittelussa, aikataulutilanteen käsittelyssä urakoitsijapalavereissa ja malliasennuskatselmusten dokumentoinnissa.

Siikanen onkin kirjoittanut vuoden 2012 raporttiin, että yhtenä keskeisenä parannustarpeena ovat tehtäväsuunnitelmat ja aloituspalaverit. Auditointien perusteella tehtäväsuunnitelmat oli laadittu usein toimintajärjestelmää tai auditointia varten, suunnitelmien sisältö oli puutteellinen eikä niistä ollut hyötyä työohjauksessa. Tehtäväsuunnitelmat olivat pitkälti NCC:n vakiopohjien täyttö (liite 2.) eikä niiden liitteeksi oltu viety mitään lisämateriaalia, kuten esimerkiksi laatuvaatimuksia. Lisäksi Siikanen mainitsee vuoden 2013 raportissa, että työvaiheiden aloituspalavereja oli jäänyt yllättävän paljon pitämättä ja asioiden käsittely oli usein ns. otsikkotasolla, mm. laatuvaatimusten läpikäynti ei käynyt mistään ilmi. Esimerkiksi tarkastuslistaa ei ollut liitetty mukaan eikä myöskään annettu neuvotteluosapuolelle. Lähestulkoon samat poikkeamat toistui vuodesta vuoteen ja uusimpien vuonna 2016 tehtyjen neljän auditointiraportin perusteella samoja poikkeamia ilmenee edelleen.

Malliasennuskatselmusten ja ylipäänsä laadunvarmistuksen dokumentoinnin poikkeamista Siikanen on yhteenvedossaan todennut, että tarkastusten dokumentoinnin sisällössä ja tarkastuslistojen käytössä on erittäin paljon huomauttamista, hyväksymiskriteerit/tulokset eivät käy ilmi tai dokumentoinnin tiheys ei vastaa laadunvarmistusmatriisissa esitettyä käytäntöä. Auditointiraporttien perusteella tällä hetkellä tuotannossa toimitaan pitkälti intuition perusteella eikä tarkastuksia laadusta välttämättä tehdä silloin, kun niitä tulisi tehdä tai jossain tapauksissa niitä ei tehdä laisinkaan.



*Kuva 6. Laadunvarmistus ja tehtävien ohjaus –indeksin kehittyminen NCC Asuntorakentamisen yksikössä.*

Kuvassa 6. on esitetty, miten laadunvarmistus ja tehtävien ohjaus –indeksi on kehittynyt vuosina 2009–2015. Indeksi lasketaan pisteyttämällä laadunvarmistukseen ja tehtävienohjaukseen liittyvien dokumenttien perusteella. Arvioitavat dokumentit valitaan pistokoeluonteisesti ja pisteytetään seuraavasti:

- Ei (0p): Asiaa ei ole huomioitu työmaalla.
- Merkittäviä puutteita (0,25p): Asia on huomioitu, mutta ei toteutukseltaan täytä vaatimuksia kuin vähäisiltä osin.
- Tiettyjä puutteita (0,75p): Asia on huomioitu työmaalla, ja täyttää pääosin vaatimukset. Sisällössä tai kattavuudessa on vielä kuitenkin parantamisen varaa.
- Kunnossa (1p): Asia on sisällöltään ja kattavuudeltaan tavoitteiden mukainen.

Pisteytyksen jälkeen indeksi saadaan laskemalla arvioinnista saadut kokonaispisteet yhteen ja jakamalla maksimi pisteillä.

Kuvasta voidaan todeta, että vaikka poikkeamia tulee edelleen samoista asioista, on laadunvarmistuksessa ja tehtävien ohjauksessa menty kuitenkin koko ajan eteenpäin. Pistemäärän nousuun on vaikuttanut oleellisesti se, että laadunvarmistuksessa ja tehtävien ohjauksessa ei ole juurikaan tekemättömiä dokumentteja, merkittäviä puutteita sisältäviä dokumentteja on vähemmän ja erinomaisia suorituksia löytyy entistä enemmän.

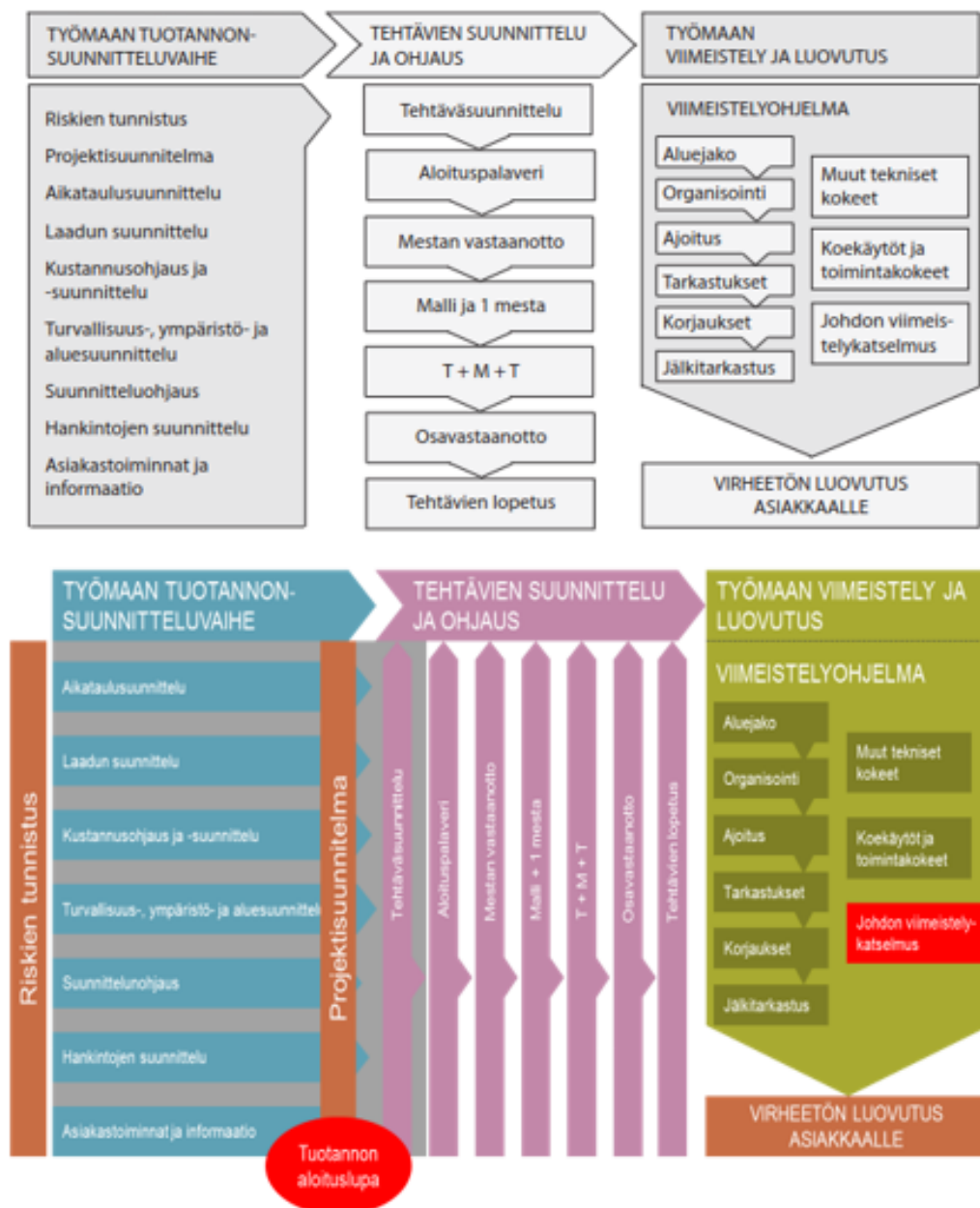
NCC:llä ei tällä hetkellä ole juurikaan käytössä digityökaluja laadunohjauksen puolella. NCC:n olemassa olevissa järjestelmissä on tällä hetkellä paljon tietoa, mitä ei osata hyödyntää, koska sitä löytyy niin monesta eri paikasta. Yhtenä puutteena on myös se, että aiempien projektien ongelmia tai jälkimarkkinoinnissa esiin tulleita rakennusvirheitä ei pystytä jälkikäteen katsomaan mistään järjestelmästä. Myös tämä vaikeuttaa NCC:n laadunohjausprosessin kehittämistä, koska siinä tarvittava tieto ei ole helposti löydettävissä. (P2 2016.)

NCC:n työmailla työnjohtajilla ja työmaainsinööreillä menee tällä hetkellä todella paljon aikaa laadunvarmistukseen, koska tarkastukset tehdään ruutuvihkoon työmaalla ja kirjoitetaan tarkastuksen jälkeen puhtaaksi työmaatoimistolla. Tieto tarkastuksissa ilmenneistä ongelmista ei kulje NCC:n pääkonttorille. (P6 2016.) Tietoa työmailla havaitusta ongelmista ei myöskään jaeta muille työmaille, mikä saattaa aiheuttaa sen, että samaan aikaan eri työmailla voidaan käyttää esimerkiksi rakenteeseen sopimatonta materiaalia. Nämä tiedonkulun ongelmat aiheuttavat sen, että työmaiden toimintaa on vaikea kehittää. (P2 2016.)

### **3.1.4 Yhteenveto laadunohjausprosessin nykytilasta**

Tutkittuani NCC:n toimintajärjestelmää pystyn toteamaan, että siinä on selkeästi kerrottu koko rakentamisen prosessin eri vaiheiden tehtävät ja kuvattu tarkalleen, mitä tiettyjen vaiheiden tehtävissä tulee tehdä ja mitä dokumentoinnissa tulee olla. Mielestäni toimintajärjestelmän kokonaisuuden ymmärtäminen tai edes omaa työtehtävää koskevan osan ymmärtäminen olisi tärkeää, jotta työntekijät voisi toimia NCC:n toimintatapojen mukaisesti.

NCC:n toimintajärjestelmässä kuvattu työmaan tuotannosuunnitteluvaihe ja tehtävien suunnittelu ja ohjaus ovat pitkälti samat kuin Rakennustöiden laatu 2014 –kirjassa kuvattu laadunvarmistusprosessi (Koskenvesa, Sahlstedt & Lindberg 2013, s. 13). NCC:n toimintajärjestelmässä on kuitenkin vielä kaikki kohdat avattu ja selitetty, mitä NCC vaatii kussakin tehtävässä, mikä helpottaa varsinkin uusia työntekijöitä perehtymään NCC:n toimintatapoihin. Yhtenä syynä prosessin yhteneväisyytenä on varmasti se, että yhtenä kirjan mukana olleista RATU-asiantuntijaryhmäläisistä oli NCC:llä työskentelevä Dennis Lönnström (Koskenvesa, Sahlstedt & Lindberg 2013, s. 4).



Kuva 7. Tuotannon suunnittelu kirjallisuus verrattuna NCC:n malliin (Lähde: Sahlstedt 2011, s. 10; Toimintajärjestelmä 2016).

Kuvassa yläpuolella on Rakentamisen laatu 2014 –kirjassa kuvattu tuotannon suunnittelu rakentamisen eri vaiheissa ja alapuolella NCC:n vaiheet. Tutkiessani NCC:n toimintajärjestelmää havaitsin, että NCC:n laadunohjausprosessissa jälkianalyysia toteutetusta tehtävästä ei tehdä ja ongelmien juurisyiden selvittäminen puuttuu toimintajärjestelmästä kokonaan. Tämä on laadunparantamisen kannalta ongelmallista. Tuotannon laadunohjauksen NCC:llä tulisi nähdäkseni olla teoriaosiossa kuvatun suunnittele-tee-tarkista-toimi-ympyrän mukainen, jotta saataisiin jatkuvasti parannettua työvaiheita, kerättyä palautetta työvaiheista ja ongelma kohdatessa selvitettyä ongelman juurisyys. Tällä tavoin pystyttäisiin ennaltaehkäisemään, ettei samanlaisia ongelmia pääse tapahtumaan muissa projekteissa. Lisäksi olisi hyvä olla paikka, josta voisi käydä katsomassa ongelmia, joita on havaittu aiemmissa projekteissa. Havaitsin myös tutkiessani NCC:n järjestelmiä, että asioita löytyi monesta eri paikasta ja osa järjestelmistä eivät olleet kovin käyttäjäystävällisiä. NCC:n olisi hyvä viedä asiat yhteen paikkaan, josta asia olisi helppo löytää.

### **3.2 Visuaalinen johtaminen**

Logistiikkavastaava Alexander Stefanov listasi haastattelussa NCC:llä tuotannossa käytössä olevia visuaalisia ohjaimia, joita ovat:

- Työmaataulu
- Merkkkausmaalimerkinnot seiniin ja lattioihin
- Liikennemerkkit liikenteen ohjaamiseen
- Pohjapiirustukset seinillä
- Arkkitehtipiirustukset sekä muutostyökortit asunnoissa
- Infotaulu

Kaikilla NCC:n työmailla on sosiaalituloissa ollut käytössä visuaalinen infotaulu vuodesta 2011 alkaen (kuva 8.). Infotaulussa esitetään yleistietoja kohteesta, yleisiä tiedotteita ja aikatauluun, laatuun sekä työturvallisuuteen liittyviä työmaakohtaisia asioita. (H5 2016.)



Kuva 8. Työmaan infotaulu (Kuva: Tommi Peuhkuri, NCC Suomi Oy).

Andersson (2011, s. 33–42) on NCC:lle tehdyssä insinööriytyössään vuonna 2011 määritellyt NCC:llä käytössä olevan infotaulun sisällön, joka on edelleenkin työmailla käytössä (H5 2016). Yleistiedoissa esitetään työmaan aluesuunnitelma, ympäristösuunnitelma, sähköistysuunnitelma, työmaaorganisaatio, urakoitsijaluettelo ja jätteidenkäsittelyohje. Tiedotteet –kohdasta löytyy NCC:n viikkotiedote, tapahtumat & harrastukset, puutelista, työehtosopimus, YT-kokousten pöytäkirjat, rakennus- ja asennustyövakuutus, työajan lyhennysvapaat, tiedot eläkevakuutuksista, tiedotteita koulutuksista ja viikkoinfojen muistiot. Aikataulu -kohdasta löytyy työmaan yleisaikataulu, LVIS-aikataulu, valvontavinjetti, työnjohtajien viikkoaikataulut ja NCC:n tuotantoaikataulu. Laatu –kohdasta löytyy työnjohtajien tekemät tehtäväsuunnitelmat, tarkastusasiakirja, riskianalyysi, piirustusluettelot ja laatumatriisi. Työsuojeluorganisaatio, urakoitsijoiden työturvallisuus vastuhenkilöt, työturvallisuusohjeet, päihdeohje, aamutreeni, paloturma-asiat, TR-mittaukset, putoamissuojaussuunnitelma, rakennustyön turvallisuusmääräykset, ensiaputaitoiset henkilöt, toimintaohjeet hätätilanteessa ja työterveyshuolto. (Andersson 2011, s. 33–42, H5 2016.)

Haastattelun perusteella kävi ilmi, että infotaulun tarkoituksena on vakioida työmaiden viestintää ja toimintaa. Lisäksi sen avulla saadaan jaettava informaatiota työntekijöille tehokkaasti. Työntekijät voivat itsenäisesti käydä esimerkiksi tauoilla lukemassa tiedotteita infotaulusta. Stefanovin mukaan ongelmana infotauluissa on kuitenkin ollut, että niissä

on monesti vanhoja tiedotteita. Lisäksi Stefanov mainitsee, että ongelmana on, että päivittäessä informaatiota tauluun ei siitä synny ärsykettä työntekijöille, koska tulostettu paperi näyttää samalta päivitettyinä ja näin olen työntekijä ei reagoi uusiin tiedotteisiin. (H5 2016.)

### **3.3 Digitalisaatio**

NCC:llä alkoi uusi strategiakausi 2016–2021. Kuten johdanto-osassa on tuotu esille, yhtenä kuudesta painopistealueesta on digitalisaatio ja toisena laadun parantaminen. NCC:llä on jo otettu käyttöön digitaalisia apuvälineitä, joilla yritetään saavuttaa sujuvampi ja tehokkaampi ympäristö työskennellä, tarkempi ja kattavampi dokumentointi, läpinäkyvyyttä osapuolten välillä ja toimia poikkeamien ilmetessä nopeammin. Tällä hetkellä NCC:llä on käytössä kolme digitaalista työkalua laadun varmistukseen palavereiden ja omien havaintojen perusteella: (P5 2016, P6 2016, P7 2016.)

- PRO3
- Congrid
- Dalux

PRO3 on NCC:llä käytössä oleva toimintajärjestelmän käyttöliittymä (Derigo 2016). PRO3 muodostuu NCC:llä kahdesta osasta: toimintajärjestelmästä ja liiketoimintakohtaisista sivustoista. NCC:n intrasivuilla on kuvattu, että toimintajärjestelmän tarkoituksena on luoda selkeät ja yhtenäiset toimintatavat. Toimintajärjestelmään on kasattu kooste yhdessä sovitusta toimintatavoista. Liiketoimintakohtaisilla sivustoilla voidaan luoda, muokata ja arkistoida projektien asiakirjoja. PRO3:n välityksellä voidaan eri projektien dokumentaatiota hyödyntää malleina ja tietolähteinä uusissa projekteissa sekä tarkastella jo päättyneiden projektien tietoja mm. vuosikorjausten yhteydessä. PRO3 –järjestelmästä on myös lähitulevaisuudessa tulossa mobiiliversio, jotta sitä voidaan käyttää taulutietokoneella tai älypuhelimella myös työmaalla. (P9 2016.)

Congrid on mobiiliapplikaatio rakennustyömaan laadun- ja työturvallisuuden tarkastukseen (Congrid 2016). Dalux on taas työkalu havaintojen tekemiseen ja 3D-mallin katselemiseen (Dalux 2016). Edellä mainittuja ohjelmia on vasta vuoden 2016 alusta aloitettu viemään työmaille käyttöön. Näitä kahta järjestelmää esitellään tarkemmin seuraavaksi.

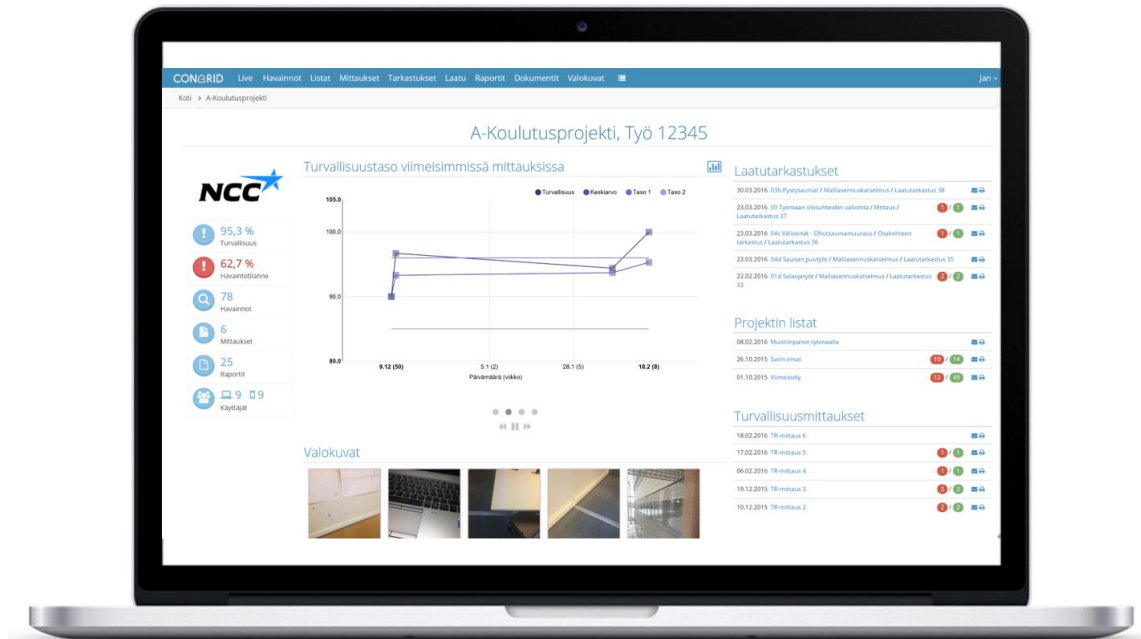
### **3.4 Mobiiliapplikaatioiden hyödyntäminen tuotannon laadunvarmistuksessa**

#### **3.4.1 Congrid**

NCC:llä käytössä oleva Congrid on ennen NCC:llä työskennelleen Matti Huuskon kehittämä digitaalinen työkalu helpottamaan tuotannon dokumentointia työmaalla. Congridin missio on parantaa työmaan tuottavuutta nykYTEKNIKAN avulla. Congrid mainostaakin internetsivuillaan tätä kuvaavasti, että ”työnjohdon pitäisi olla työmaalla johtamassa työtä, mutta toimistotyön määrä vain kasvaa” (Congrid 2016). Ohjelman avulla pystytään tekemään dokumentit taulutietokoneen avulla samalla, kun tehdään esim. laatutarkastus työmaalla eikä erillistä puhtaaksikirjoitusprosessia tarvitse enää tehdä.

NCC Asuntorakentamisen yksikön digitaalisuusstrategian ensimmäisenä askeleena oli ottaa Congrid käyttöön kaikilla työmailla strategiakauden ensimmäisen kvartaalin aikana. Uuteen strategiaan liittyvässä palaverissa selvisi, että tässä tavoitteessa ei vielä täysin onnistuttu, koska vasta 2/3 osaa työmaista on saanut otettua Congridin käyttöön. (P6 2016) Niiltä työmaailta, joilla Congridia käytetään, on tullut todella positiivista palautetta ohjelmasta (P5 2016).

Congrid on jaettu kahteen palveluun. Live –palvelua käytetään toimistossa tietokoneella ja Applikaatio –työkalua käytetään mobiililaitteella työmaalla. Congrid Live –palvelun (kuva 9.) käyttötarkoitus on, että projektipankissa hallinnoidaan tarkastuksien taustadataa ja tuloksia. Projekti tarvitsee tämän taustadatan ennen Applikaatio –työkalun käyttöönottoa, jotta havainnot pystytään merkitsemään oikealle sijainnille pohjapiirustukseen ja kohdistettuna tietylle urakoitsijalle.



Kuva 9. Congrid Live –palvelun etusivunäkymä.

Kuvassa 9. esitetään Congrid Live –palvelun etusivunäkymä, jonka avulla voidaan tarkastella työmaalla tehtyjä havaintoja ja tarkastuksia. Vasemmassa reunassa on yhteenveto työturvallisuuden keskiarvosta TR-mittausten perusteella. Työturvallisuuden alla näkyy havaintotilanne eli kuinka paljon korjauksia on tehty havaintoihin nähden ja tämän alapuolelta kohdasta ”havainnot” käy ilmi, kuinka monta kappaletta havaintoja on yhteensä tehty kyseisessä projektissa.

Mittaukset –kohdasta voidaan tarkastella työmaalla tehtyjä työturvallisuusmittauksia ja etusivunäkymä näyttää, kuinka paljon mittauksia on tehty. Raportit –kohdasta pystytään seuraamaan työmaalla tehtyjä raportteja, jotka lähetetään suoraan Congridista aliurakoitsijalle tiedoksi. Raportit voivat koskea esimerkiksi jotain virheellistä työtä. Viimeisessä kohdassa ”käyttäjät” pystytään tarkastelemaan, keillä kaikilla on oikeudet käyttää projektia Live –palvelussa ja kuinka monella on oikeus käyttää mobiiliapplikaatiota.

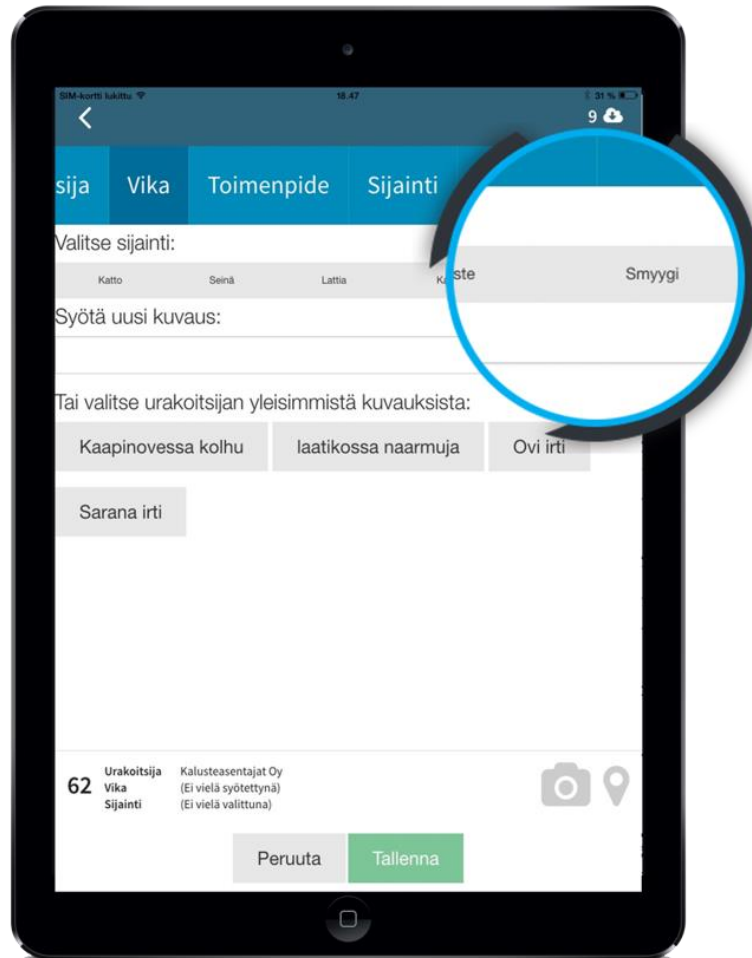
Keskeltä pystytään katsomaan kaavioita työturvallisuudesta, lauluhavainnoista tai aliurakoitsijan korjauslista, josta käy ilmi, kuinka paljon on korjattuja ja korjaamattomia havaintoja. Tämän näkymän avulla pystytään yhdellä vilkaisulla katsomaan, kuinka monta korjausta on tekemättä esimerkiksi Laatta Oy:llä ja kuinka monta korjausta heille on tullut koko projektin aikana. Hankintapäällikkö Markku Topparin kanssa käydyn keskustelun

perusteella selvisi, että aiemmin hankintainsinööreillä ei ollut mitään faktatietoa aliurakoitsijoiden toiminnasta. Ainut tieto oli toimittajapalaute, mutta siitä ei nähty virheiden määrää tai laatua. Tämä helpottaa NCC:tä valitsemaan jatkossa parhaat aliurakoitsijat.

Keskeltä alareunasta löytyy kohta ”valokuvat”, jonka kautta nähdään kaikki työmaalla otetut valokuvat. Ennen työmaalta otetut kuvat olivat ainoastaan tietyn työnjohtajan kamerassa, tietokoneessa tai kännykässä. Congridin valokuvatoiminto mahdollistaa sen, että kuvat ovat kaikkien käytettävissä ja projektin valmistumisen jälkeen jälkimarkkinoinninkin on helppo katsoa tietoja. Palaverissa kävi ilmi, että jälkimarkkinointi vielä osittain tuskailee sen kanssa, että valmistuneilta työmailta ei löydy valokuvia tai muuta dokumentaatiota, joita voisi tarkastella jälkimarkkinointikorjauksen yhteydessä, ja selvittää, oliko ongelma jo työmaa-aikana olemassa (P2 2016).

Oikeassa reunassa näkyvät otsikoitain tehdyt laatu- ja projektin tarkastukset ja listat, joita voivat olla esimerkiksi työnjohtajan tekemät muistilistat, turvallisuusmittaukset ja viimeisimmät lauluhavainnot.

Congrid –mobiilityökalun (kuva 10.) käyttötarkoitus on, että sillä pystytään kirjaamaan havainnot työmaalla ja kuitaamaan niitä korjatuiksi samalla, kun työ tehdään. Kaikki havainnot ja mittaukset siirtyvät automaattisesti Internet-yhteyden välityksellä Congrid Live –projektipankkiin oikean urakoitsijan, sijainnin ja listan taakse. Työkalut toimivat lisäksi offline –tilassa ja lähettävät kaiken datan projektipankkiin heti, kun Internet-yhteys synkronoidaan uudelleen.



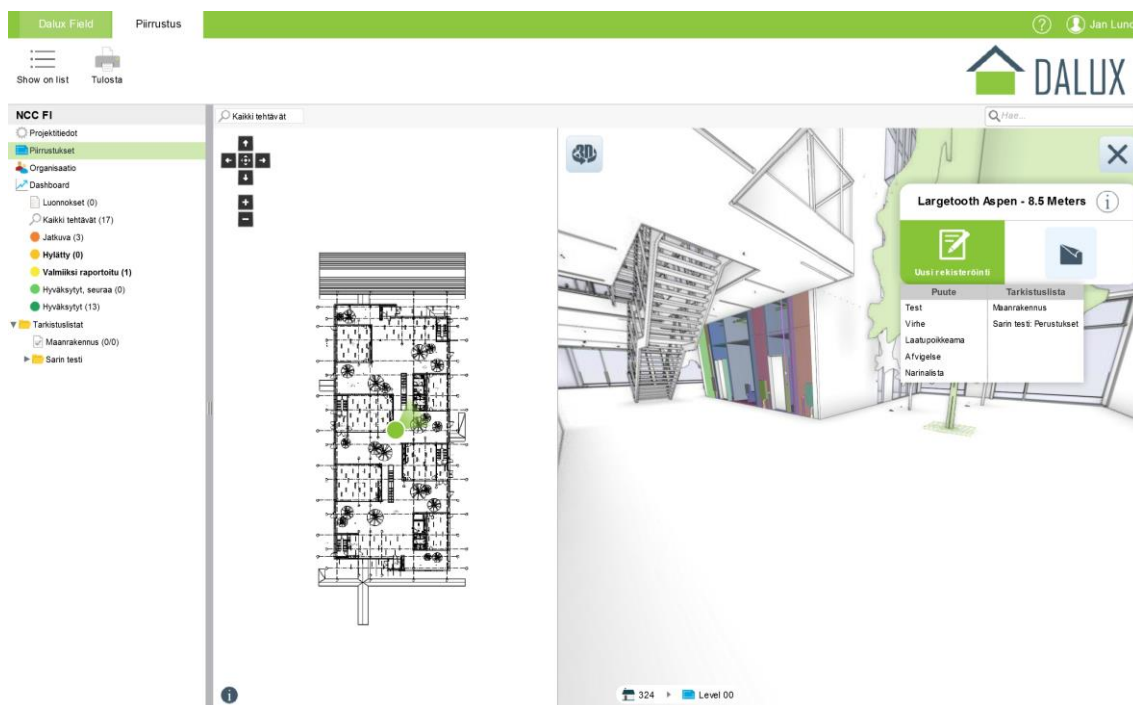
*Kuva 10. Congrid mobiilinäkymä.*

Yhteenvetona voidaan todeta, että Congridin toimintaperiaate on, että työmaatoimistossa luodaan taustadata tarkastuksille ja mittauksille. Taustadata, jota Congridiin viedään ovat pohjapiirustukset, aluejako ja urakoitsijat. Lisäksi työmaatoimistossa tarkastellaan Live-palvelun puolella tuloksia ja sieltä saadaan myös raportit, jotka voidaan toimittaa urakoitsijalle.

Työmaalla taas tehdään tarkastukset ja mittaukset mobiiliapplikaation avulla. Ohjelma toimii yksinkertaisuudessaan siten, että kirjataan havainto, otetaan kuva havainnosta ja lisätään pohjapiirustukseen havainnon sijainti. Lisäksi mobiilipuolta hyödyntämällä valvotaan, että havainto on merkitty korjatuksi.

### 3.4.2 Dalux

Dalux on rakennustyömaan valvontaa, laadunvarmistusta, työturvallisuuden tarkastusta ja virhelistan dokumentointia koskeva työkalu, johon voi liittää valokuvia. Daluxiin pystytään lisäämään rakennuksen pohjakuvat ja tietomalli, joihin voidaan tehdä havaintoja, jotta nähdään virheiden kohdat konkreettisesti. Daluxin valttikortti on muihin testaamiini ohjelmiin verrattuna se, että sen tietomalli pyörii todella hyvin myös työmaaolosuhteissa (kuva 11.).



Kuva 11. Daluxin virheiden kirjausnäkyminen.

Kuvasta nähdään, miltä Daluxin päänäkyminen näyttää, kun tehdään rekisteröintejä eli havainnoja ohjelmaan. Painettaessa objektia hiiren oikealla näppäimellä avautuu näkymä, josta pystytään piilottamaan objekti tai tekemään uusi rekisteröinti objektille. Rekisteröinnin alle voidaan luoda myös kategorioita, joihin rekisteröinti liittyy. Kuvan esimerkissä käyttäjän määrittämät kategoriat ovat virhe, laatupoikkeama ja narinalista.

Liikkuminen mallin sisällä tapahtuu painamalla pohjakuvaa siitä kohdasta, jota halutaan tarkastella. Tietomallin pyörittäminen on sulavaa sen takia, koska ohjelma lataa ainoastaan sen kohdan tietomallista, jota halutaan tarkastella.

Vasemmalta sivulta pystytään tarkastelemaan tehtyjä havaintoja työmailta ja niiden korjaustilannetta. Lisäksi sieltä saadaan valmis raportti tulostettua tai lähetettyä tietoa virheestä henkilöille, joille virheen korjaaminen kuuluu (kuva 12.).

**REG7 pilari vinossa** ✕

✉  
Välitä

📄  
Lisää tietoja

🖨️  
Tulosta

🌐  
Lataa BCF

📍  
Näytä sijainti

📋  
Associate with checklist

---

REG7

Virhe

|             |                    |               |                       |
|-------------|--------------------|---------------|-----------------------|
| Projekti    | NCC FI             | Urakka        | CON FI                |
| Rakennus    | 324                | Valvonta-alue | -                     |
| Kerros      | Level 01           | Luotu         | 24. helmi 2016, 11:20 |
| Piirustus   | Level 01           | Määräaika     | 26. helmi 2016        |
| Huone       | M-rum 1.40         | Vastaava      | (Hyväksyty, suljettu) |
| Rakennusosa | Deltasøjle 300x300 |               |                       |
| Vyöhyke     | Vyöhyke 2          |               |                       |

|  |  |             |                               |                     |                               |         |                                |            |                |         |  |
|--|--|-------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------|--------------------------------|------------|----------------|---------|--|
| <p><b>24. helm i 2016, 11:20</b><br/>Välitti Timo Testilafka</p> | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border-bottom: 1px solid gray;">Luotu:</td><td>Timo Mäenpää</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid gray;">Valtuutettu:</td><td>Timo Testaja, Timo Testilafka</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid gray;">Aihe:</td><td>pilari vinossa</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid gray;">Määräaika:</td><td>26. helmi 2016</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid gray;">Kuvaus:</td><td>Pilari vinossa kun katsoo pää kallellaan</td></tr> </table> | Luotu:      | Timo Mäenpää                  | Valtuutettu:        | Timo Testaja, Timo Testilafka | Aihe:   | pilari vinossa                 | Määräaika: | 26. helmi 2016 | Kuvaus: | Pilari vinossa kun katsoo pää kallellaan |
| Luotu:   | Timo Mäenpää   |             |                               |                     |                               |         |                                |            |                |         |  |
| Valtuutettu:   | Timo Testaja, Timo Testilafka  |             |                               |                     |                               |         |                                |            |                |         |  |
| Aihe:  | pilari vinossa   |             |                               |                     |                               |         |                                |            |                |         |  |
| Määräaika:   | 26. helmi 2016   |             |                               |                     |                               |         |                                |            |                |         |  |
| Kuvaus:  | Pilari vinossa kun katsoo pää kallellaan   |             |                               |                     |                               |         |                                |            |                |         |  |
| <p><b>24. helm i 2016, 11:29</b><br/>Hylätty Timo Testilafka</p> | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border-bottom: 1px solid gray;">Päivitetty:</td><td>Timo Testaja, Timo Testilafka</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid gray;">Uusi vastuuhenkilö:</td><td>Timo Mäenpää</td></tr> <tr><td style="border-bottom: 1px solid gray;">Kuvaus:</td><td>pää suorassa myös pilari suora</td></tr> </table>  | Päivitetty: | Timo Testaja, Timo Testilafka | Uusi vastuuhenkilö: | Timo Mäenpää                  | Kuvaus: | pää suorassa myös pilari suora |            |                |         |  |
| Päivitetty:  | Timo Testaja, Timo Testilafka  |             |                               |                     |                               |         |                                |            |                |         |  |
| Uusi vastuuhenkilö:  | Timo Mäenpää   |             |                               |                     |                               |         |                                |            |                |         |  |
| Kuvaus:  | pää suorassa myös pilari suora   |             |                               |                     |                               |         |                                |            |                |         |  |

◀ ▶

Sulje

Kuva 12. Daluxin valmis raportti.

Raportissa kerrotaan, minkälainen havaittu virhe on. Raportissa kerrotaan esim. kuka virheen on havainnut, missä virhe sijaitsee, kuka on vastuussa siitä ja milloin virhe on havaittu. Lisäksi raporttiin voidaan lisätä todellinen kuva virheestä.

### 3.4.3 Yhteenveto Congridin ja Daluxin testauksesta

Dalux on nyt pilottivaiheessa NCC:llä ja Congridiin verrattuna sen ominaisuudet jäävät vielä vähäisiksi. Dalux on tällä hetkellä ainoastaan työkalu havaintojen tekemiseen, kun Congrid sisältää kaikki NCC:n tuotannon laadunohjaukseen tarvittavat ominaisuudet valmiina. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että Congridin kehittäjä on entinen NCC:n työnjohtaja, joka tuntee NCC:n laadunohjausprosessin. Alla olevassa taulukossa on tehty vertailu ohjelmien ominaisuuksista.

*Taulukko 2. Congridin ja Daluxin vertailu.*

| Ominaisuudet                            | Congrid | Dalux |
|---|---------|-------|
| Havaintojen merkkkaus 2D –pohjakuviin   | x       | x     |
| Havaintojen merkkkaus 3D-malliin        |         | x     |
| Valmiit tehtävien tarkastuspohjat       | x       |       |
| Tehtävien tarkastuspohjien luonti       | x       | x     |
| Laadunvarmistusmatriisi                 | x       |       |
| TR-mittari                              | x       |       |
| Urakoitsijoiden korjauslistat           | x       | x     |
| Korjauslistan lähettäminen sähköpostiin | x       | x     |
| Korjauksen aikarajan määrittäminen      | x       | x     |
| Valokuvien lisääminen havaintoihin      | x       | x     |
| Valokuvaan merkkaaminen                 |         | x     |
| Valokuvapankki                          | x       |       |

|   |   |   |
|---|---|---|
| Suomenkielinen käyttöliittymä                 | x | x |
| Käyttöliittymän kieliversiot NCC:n versioissa | - | - |
| Valmiit raporttipohjat                        | x | x |

Vertailun perusteella voidaan todeta, että Congridin sisältö on laajempi ja ohjelma on näin ollen sopivampi NCC:n käyttötarkoitukseen. Daluxin etuna Congridiin verrattuna on tietomallinäkyvä, joka puuttuu Congridista sekä se, että ohjelma toimii hyvin työmaasuhteissa. Muuten ohjelmasta ei löydy vielä kaikkia tarvittavia ominaisuuksia laadunvarmistukseen. Havaitsin ohjelmia testatessani, että niistä ei löydy eri kieliversioita vaan käyttäminen tapahtuu aina NCC:n versiossa suomen kielellä. Tämä tarkoittaa siis sitä, että ulkomaalaiset työntekijät, jotka eivät ymmärrä suomea eivät voi käyttää ohjelmia.

Lisäksi Congridiin liittyvässä palaverissa kävi ilmi, että koska Congrid on ominaisuuksiltaan Daluxia kehittyneempi, ollaan NCC:llä todennäköisesti päätyvässä lopulta Congridiin (P5 2016). Congridin odotetaan tuovan apua tehtäväsuunnitelmien ja muiden laadunvarmistukseen liittyvien dokumenttien tekemiseen (P6 2016).

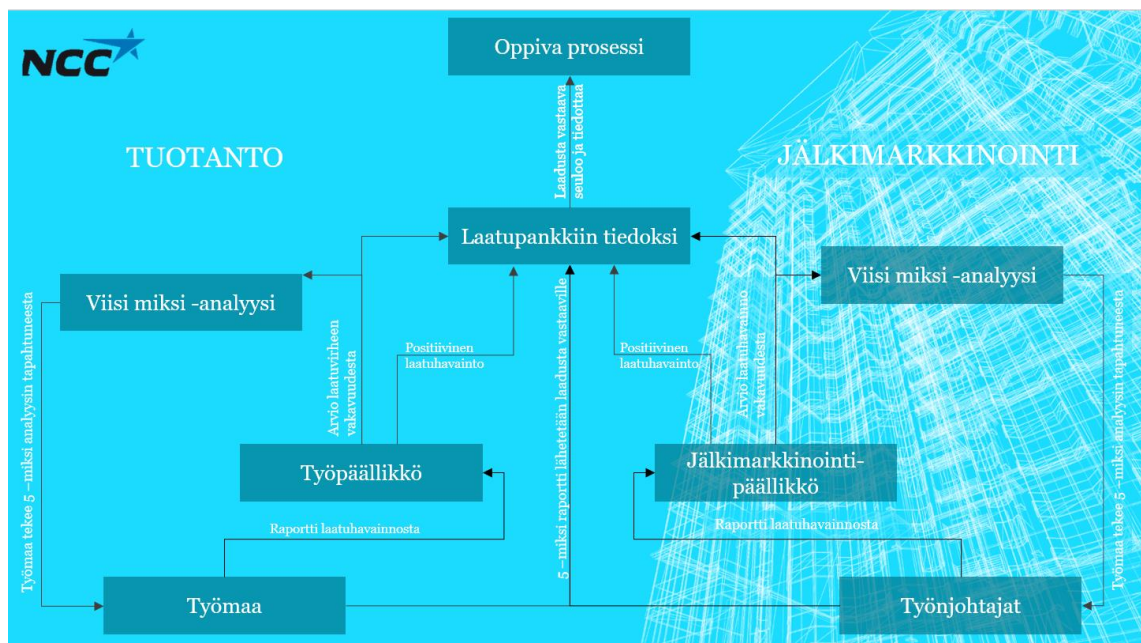
### **3.5 Viisi miksi –analyysi ja laatuhavaintojen kokoaminen laatu-pankkiin**

NCC Asuntorakentamisen yksikön laatuinsinööri Riikka Hurme ja tuotantopäällikkö Santtu Hokkanen ovat nyt vuonna 2016 kehittämässä NCC:lle uutta toimintamallia, jossa tehdään havaintoja laadusta ja raportoidaan niistä henkilöille, jotka pystyvät laatuun prosessin kussakin vaiheessa vaikuttamaan laatuun. Olen myös itse ollut Hurmen ja Hokkanen kanssa kehittämässä tätä toimintamallia.

Tällä hetkellä NCC:ltä puuttuu kokonaan tällainen toimintamalli, jossa laatuvirheistä raportoitaisiin esimerkiksi suunniteluun tai tuotantoon. Jälkimarkkinointiosasto laatii tällä hetkellä jostain heidän havaitsemistaan laatuvirheistä raportteja, mutta ne harvoin kuitenkaan menevät tiedoksi sinne, mistä laatuvirheen juurisyy löytyy. (P4 2016.)

Tarkoituksena on mahdollisimman nopeasti aloittaa tekemään laatuhavaintoja kaikista laatuun liittyvistä asioista NCC:llä. Havainnon ei aina tarvitse olla negatiivinen, vaan raportoitava havainto voi olla myös positiivinen. Tällainen positiivinen havainto voi olla esimerkiksi joku älykäs työmaa-aikainen kuivatusjärjestelmä onteloihin tai esimerkiksi liittyä siihen, miten kylpyhuoneen kynnyks kannattaa asentaa, jotta vältetään ylimääräisiltä jälkimarkkinointikustannuksilta. Havaintoja varten tullaan tulevaisuudessa tekemään valmiit lomakepohjat PRO3 –järjestelmään ja luodaan laatupankki, jonne viedään laatuhavainnot. Laatupankista kerrotaan tarkemmin luvussa 4.1.

NCC:llä juuri parasta aikaa käyttöönotetaan viisi miksi –analyysiä laatuhavaintojen juurisyiden selvittämiseksi. Viisi miksi –analyysi tehdään, kun laatuhavainto on todella vakava ja on syytä selvittää, mistä laaturvirhe johtuu. Viisi miksi –analyysi ei sinänsä ole NCC:llä uusi toimintatapa, koska sitä on aiemmin hyödynnetty työtaturmissa. Nyt samaa toimintatapaa halutaan hyödyntää myös laadussa. Tätä prosessia tullaan pääsääntöisesti hyödyntämään tuotannossa ja jälkimarkkinoinnissa. (P4, 2016) Kuvassa 13. on esitetty prosessikaavio siitä, miten toimitaan, jos huomataan havainto laadusta, joka olisi hyvä viedä myös muiden tietoisuuteen.



Kuva 13. Prosessikaavio laatuhavaintojen tekemiseen.

Prosessikaaviossa on esitetty laatua koskevan viisi miksi –analyysin kaksi puolta, jotka ovat tuotanto ja jälkimarkkinointi. Kuvassa vasemmalla on esitetty prosessin kulku tuotannossa ja oikealla raportointi jälkimarkkinoinnissa. Prosessit ovat tuotannossa ja jälkimarkkinoinnissa samat, mutta se, kenelle raportoidaan, poikkeaa toisistaan.

Prosessi lähtee siitä, että työmaalla tai jälkimarkkinoinnissa tehdään laatuun liittyvä havainto. Työmaalla työnjohtaja tekee havainnosta laaturaportin, joka toimitetaan työpäällikölle tai jälkimarkkinointipäällikölle.

Päälliköt tekevät arvion havainnon vakavuudesta ja päättävät tehdäänkö viisi miksi –analyysi vai lähetetäänkö raportti vain tiedoksi laatupankkiin. Jos laatu havainto on vakavuudeltaan sellainen, että siitä olisi hyvä tehdä viisi miksi –analyysi, ilmoittaa päällikkö tästä työmaalle. Tämän jälkeen työmaa tekee laatu havainnosta päällikön kanssa viisi miksi –analyysin ja toimittaa sen laatupankkiin.

Laatupankissa laadusta vastaava henkilö analysoi ja seuloa viisi miksi –analyysit sekä laatu havainnot. Lopuksi laadusta vastaava lähettää laatu havainnot tiedoksi siihen rakennusprosessin vaiheeseen, josta juurisyy on peräisin. (P4 2016.)

NCC:llä oleva viisi miksi –analyysi vastaa täysin kirjallisuudessa esitettyä viisi miksi –analyysiä (Shang & Low 2014, s. 82.; Juran 1999, s. 517). Viisi miksi –analyysissä kysytään miksi niin monta kertaa kunnes todellinen juurisyy saadaan selvitettyä ja vasta sen jälkeen analyysi laitetaan eteenpäin laadusta vastaavalle henkilölle.

### **3.6 Laatumittari**

Laatumittari on alun perin rakennusteollisuuden ja RALA:n kehittämä mittari laadun mittaamiseen (RALA 2016; Junnonen & Riikonen 2014, s. 130–131). NCC:n projektipäällikkö Matti Koivunoro on VDC-koulutuksen harjoitustyönä kehittäneessä menetelmää laadun mittaamiseen NCC:llä. VDC:n eli Virtual Design and Constructionin yhtenä osa-alueena on työsuorituksen mittaaminen, joka on NCC:llä tällä hetkellä vähäisellä tasolla, koska laatumittaria ei ole vielä otettu käyttöön eikä juuri muitakaan menetelmiä työsuorituksen mittaamiseen ole käytössä (Kunz & Fischer 2012, s. 41-42). NCC:n laatumittarin kehittämissä ideana on luoda mittari, joka seuraa asennustyön toteutuksen laadukkuutta ja

kerää samalla tietoa osakohteen tarkastuksista. Ydinajatuksena on se, että menetelmän avulla saadaan rakennustyömaiden työnjohtajat tekemään enemmän osakohteen tarkastuksia. Laatumittarin avulla pystytään seuraamaan, miten tarkastuksia tehdään ja millaista työtulosta saavutetaan. (H2 2016.) Erona NCC:n ja RALA:n laatumittareissa on se, että NCC:n mallissa keskitytään tehtävien laaduntarkastukseen ja havainnot tulevat osakohteen tarkastuksista, kun RALA:n laatumittarissa tehdään havainnot laadusta yleisesti työmaalla kierrettäessä. Lisäksi NCC:n malli ei ota RALA:n mittarista poiketen kantaa ulkoiseen siisteyteen.

Tällä hetkellä osakohteen tarkastukset tehdään vielä kynän ja paperin avulla. Kun tarkastukset tehdään kynällä ja paperilla, ei niistä myöskään saada helposti kerättyä dataa, jolla pystyttäisiin kehittämään NCC:n toimintaa. Toiminta on näin ollen tällä hetkellä melko läpinäkymätöntä. (H2 2016.) Kuvassa 14. on malliasennuskatselmuksen/osakohteen tarkastuksen paperipohja, joka on ollut jo pitkään käytössä NCC:n työmailla. Vastaavien Congridista jo löytyvien lomakkeiden kautta saatavaa tietoa tullaan tulevaisuudessa hyödyntämään digitaalisen laatumittarin pohjana.

**NCC** IKKUNOIDEN JA OVIENTEN ASENNUS

Työnnumero: \_\_\_\_\_  
 Työmaa: \_\_\_\_\_  
 Työvaihe: Ikkinoiden ja ovien asennus

**MALLIASENNUSKATSELMUS**  
 Pvm: \_\_\_\_\_  
 Läsnä: \_\_\_\_\_

**MALLIASENNUSKATSELMUS**  
**Laatuvaatimukset:**  
**Ennen asennusta**  
 1. Ovi- ja ikkunakaaviot ja pohjakuvat käytössä.  
 2. Ikkuna- ja oviakot puhtaana, kuivat.  
 3. Tarvittavien kulma- ym. tuki- ja käyttö parvekeovissa ja isoissa ikkunoissa.  
 4. Karmien ja pokien ikkunaliitoksen rakojen ja tiiveyden tarkastus  
**Katso rakennekohtaiset tiivistysobjektit detailikuvista**

**Asennuksen aikana**  
 5. Asennuskulat ikkunakulmissa ja pitämässä ikkunakarmipaketti paikoillaan.  
 6. Puukitilojen käyttö isojen ikkunoiden kiinnityspisteissä saranapuolella.  
 7. Uretaanivahdotus ei sotke karmia/ pullista karmeja. Oivissa villitus+ kittaus.  
 8. Vahdotus ehjä.  
 9. Ikkunakarmien ja seinän väli kittaan aina huolellisesti, sallitut tuotteet ovat Elastinen saumamassa: Tremflex25 tai SikaFlex-AT-Connection / -15LM, Akryylimassa, elastinen: SikaFinish-HM  
 10. Ristimitoitus tarkistettu ja pystyosat passissa sekä suorassa (ei kaareva).  
 11. Ikkunan aukeaminen ja sulkeminen sekä tiivisteiden toimivuus sekä sisäpuolteen tiiveys tarkastettu.  
 12. Karmien ja aukon välinen tiiveys on tarkastettu.

**Asennuksen jälkeen**  
 13. Merkkaa ylös mahdolliset vauriot, joita oli tuotteessa, huomioi lasitus: naarmut, valumät yms.

| Vaatus     | Paikka |    |    |    |    |
|------------|--------|----|----|----|----|
|            | A1     | A2 | A3 | A4 | A5 |
| 1          | ✓      | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |
| 2          | ✓      | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |
| 3          | ✓      | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |
| 4          | ✓      | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |
| 5          | ✗      | ✗  | ✗  | ✓  | ✓  |
| 6          | ✓      | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |
| 7          | ✓      | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |
| 8          | ✓      | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |
| 9          | ✓      | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |
| 10         | ✗      | ✓  | ✓  | ✗  | ✗  |
| 11         | ✓      | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |
| 12         | ✓      | ✓  | ✓  | ✗  | ✗  |
| 13         | ✓      | ✗  | ✓  | ✗  | ✗  |
| Päivämäärä |        |    |    |    |    |
| Kiittäus   |        |    |    |    |    |

| Työkohte | Virhe                         | Korjattu Pvm |
|----------|-------------------------------|--------------|
| A1       | lattioiden asennuksen blokket | 20.10.       |
| A1       | lattioiden asennus            | 20.10.       |

Kohde hyväksytty 20.10.2015 Chris K.  
 Päivämäärä Allekirjoitus

Kuva 14. NCC:llä käytössä oleva malliasennuskatselmuksen- / osakohteen tarkastuksen valmispohja.

Kuvassa 14. on otettu esimerkiksi ikkunoiden ja ovien asennukseen käytetty malliasennuskatselmuspohja, jonka perusteella mitattaisiin laatua. Kuvassa vasemmalla on kerrottu, mitä asioita on otettava huomioon ennen asennusta, mitä asennuksen aikana ja mitä asioita asennuksen jälkeen. Kuvassa oikealla on kortti, johon ensin tietokoneella täytetään paikat, jotka voivat olla esimerkiksi huoneistojen numeroita. Tämän jälkeen tarkastuksen tekijä menee työmaalle täyttämään tarkastuskortin kuulakärkikynällä ja merkkää onko esimerkiksi kohdan viisi asennuskiilat kulmissa ja pitämässä ikkunakarmipakettia paikoillaan ja merkitsee tarkastuskorttiin, onko tehtävä suoritettu oikein. Lisäksi alas kirjoitetaan, missä virhe sijaitsee ja kirjataan, millainen virhe on ollut kyseessä.

Laatumittarin ideana on mitata prosenttilukuna osatarkastuksissa tehtyjen oikeiden havaintojen suhdetta oikein ja väärin tehtyjen havaintojen summaan. Esimerkiksi yllä olevassa kuvassa on saatu 56 oikein merkintää ja kaikkiaan merkintöjä on yhteensä 65. Näin ollen mittaustulokseksi saadaan 86,2 %. Laatumittarin tulos lasketaan kaavasta:

$$\left( \frac{\text{oikein havainnot}}{\text{oikein} + \text{väärin havainnot}} \right) \cdot 100 = \left( \frac{56}{65} \right) \cdot 100 = 86,2 \%$$

Samanlaista laskentakaavaa on käytetty myös RALA:n laatumittarissa sekä TR-mittauksessa ja tämä on niiden kohdalla koettu toimivaksi tavaksi (Junnonen & Riikonen 2014, s. 130). Laatumittarin avulla voidaan seurata laadunvarmistuksen tasoa ja saada tulosten perusteella parannettua sitä.

Congrid Oy:n Matti Huuskokin otti laatuhavainnoidean hyvin vastaan ja lupasi seuraavaan päivitykseen tehdä laatumittariominaisuuden. Päivitys julkaistaan näillä näkyvin syksyllä 2016. Alla olevassa kuvassa on Huuskon tekemä havainnekuva siitä, miltä oikein väärin merkinnät tulisivat näyttämään Congridissa. Idea tullaan siis ottamaan käyttöön Congrid sovelluksen kautta. (H2 2016.)

Osakohteen tarkastus

Osakohteen tarkastus, Muuraaminen: tiilimuuraus

Tarkastetaan

Muurattuja seiniä

Kpl

4

Kysymykset Muistiinpanot Lisätiedot

1 Työn aikana varmistetaan rakenteiden pystysuoruus ja tasaisuus, tiilikerrosten vaaka- suoruus ja limitys muurausjohteiden ja linjalankojen avulla  
 4 0 Hyväksytty 20.05. 17:46. 2 valokuvaa. 0 huomiota.

2 Varmistetaan raudoitteiden ja tiilisteiden jääminen kokonaan laastin sisään. Varmistetaan, että julkisivumuurauksen tuuletusrako ja kosteuden poistoaukot toimivat ja että liikuntasaumat ovat suunnitelmien mukaiset Alimpaan tiilivarviin jätetään joka toinen – joka neljäs pystysauma auki veden poisjohtamiseksi  
 4 0 Hyväksytty 20.05. 17:46. 0 valokuvaa. 0 huomiota.

3 Talviolosuhteissa laasti valmistetaan ja säilytetään siten, ettei lämpötila ennen muura- usta eikä ennen sitoutumista laske alle +5 °C. Valmis muuraus suojataan kylmältä, kunnes muurauslaasti on riittävästi sitoutunut  
 2 2 Hylätty 20.05. 17:47. 0 valokuvaa. 0 huomiota. Lämpötila: +5astetta. Tarvitaan lämmitystä mastolavalle.

4 Saumat viimeistellään sopivalla saumausvälineellä. Jälki- saumauksessa saumat puhdistetaan ja kostutetaan riittävän tartunnan varmistamiseksi. Saumojen nimellispaksuus on 12...15 mm, ellei toisin mainita  
 4 0 Hyväksytty 20.05. 17:48. 0 valokuvaa. 0 huomiota.

Poista Aseta valmiiksi

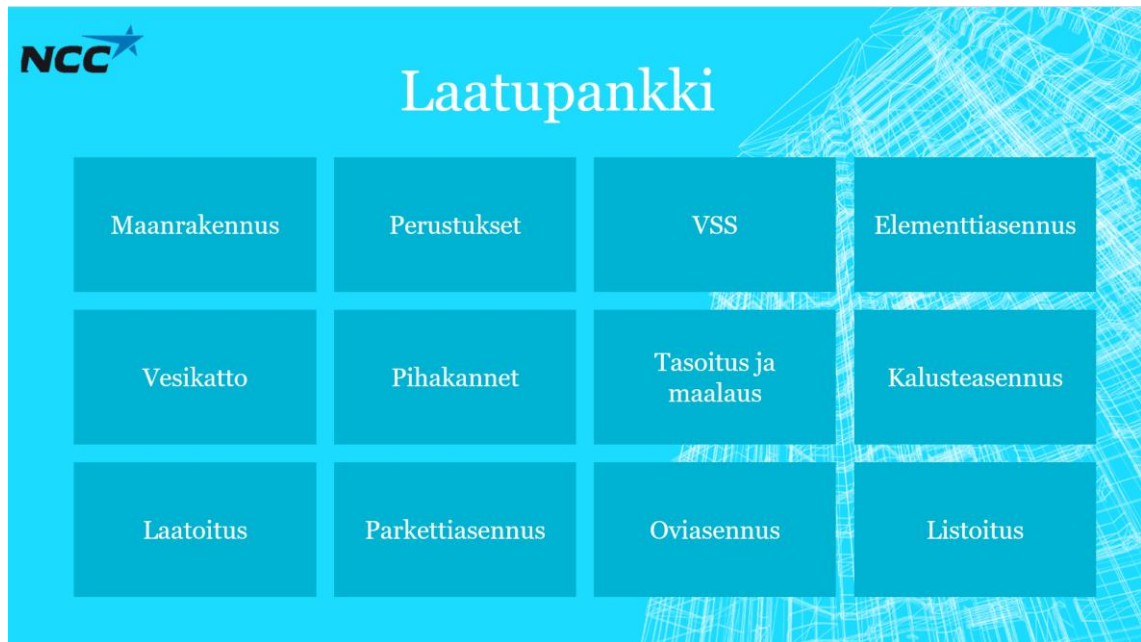
Kuva 15. Congridin laatumittari (kuva: Matti Huusko, Congrid Oy).

## 4 Digitalisaation tuomia mahdollisuuksia laadunohjaukseen NCC:llä

### 4.1 Laatupankki

NCC:n nykytilan kartoituksen perusteella, jota on käyty läpi kohdassa 3.5, tuli esille, että tällä hetkellä laatuvirheitä tuodaan muiden tietoon todella heikosti ja tietoa NCC:llä tehdyistä laatuhavainnoista on lähes mahdotonta löytää. Tämä tarkoittaa sitä, että mikäli työnjohtaja haluaisi tutkia tehtäväsuunnitelmaa tehdessään laatuvirheitä tai projekti-insinööri/-päällikkö suunnitelmakatselmuksessa suunnitteluvirheitä ja pyrkiä välttämään niitä omalla kohdallaan, ei siihen ole helposti saatavilla tietoa. Tämä johtaa siihen, että edellisissä hankkeissa havaittuja virheitä ei osata huomioida ja samat virheet toistuvat kohteissa. (P2 2016.)

Laatupankki on tämän diplomityön aikana kehitelty idea järjestelmästä, johon vietäisiin viisi miksi –analyysit ja laatuhavainnot. Tämän hetkisen tiedon mukaan laatupankki luotaisiin osaksi PRO3 –järjestelmää, koska se olisi tuleville käyttäjille jo etuudesta tuttu ja NCC ei ole luopumassa siitä hetkeen (P2 2016). Käyttöliittymästä pyritään tekemään mahdollisimman yksinkertainen, jotta käyttäjät osaisivat käyttää sitä heti, kun he avaavat laatupankin. Jotta tulevien käyttäjien vastarinta saataisiin pienemmäksi ja laatupankki otettaisiin avosylin vastaan, edellyttäisi se sitä, että kaikki osaisivat käyttää sitä ilman ohjekirjaa. Kuvassa 16. on esitetty visio, miltä laatupankki voisi näyttää.



Kuva 16. Visio laatupankin käyttöliittymän näkymästä.

Laatupankin näkymästä on pyritty tekemään mahdollisimman houkuttelevan näköinen ja sen kuvakkeet on tarkoituksella tehty isoiksi, jotta sitä olisi helppo käyttää kosketusnäyttöisillä tietokoneilla. Laatupankista löytyisivät eri työvaiheisiin liittyvät havainnot eli havainnot suunnitteluvaiheesta, tuotannosta sekä jälkimarkkinoinnista ja pankissa olisi jaoteltu selkeästi, mitkä huomiot liittyvät mihinkin työvaiheeseen. Tällä tavoin käyttäjän olisi helppo etsiä tiettyyn työvaiheeseen liittyvät havainnot eikä hän turhaudu tiedotteisiin, jotka eivät kosketa käyttäjää sillä hetkellä. Työlajin sisälle tehdään vielä mahdollisuus järjestää havainnot päivämäärän mukaan, virheen juurisyyn mukaan tai aakkosjärjestykseen tiedon hakemisen helpottamiseksi. Työlajin alla olisi liitteen 1. kaltaisia raportteja, joissa kerrottaisiin aihe, ongelma, oletetut syyt, vian etsiminen, korjaustyöt ja kehitettävät asiat sekä oppia uudistuotantoon. Lisäksi loppuun laitettaisiin kuvia selitysten kanssa, jotta lukija saisi täyden ymmärryksen siitä, mitä asialla tarkoitetaan. Jotta raporteista saataisiin yhtenäisiä ja helppolukuisia, tullaan laatupankkiin tekemään valmis lomakepohja, joka täytetään, kun havainto todetaan. PRO3 –järjestelmästä, jonka osaksi laatupankki liitettäisiin, on lähitulevaisuudessa tulossa mobiiliversio, jonka avulla työjohtaja voi tehdä havainnon työmaalla kännykän tai taulutietokoneen avulla. Kun lomakkeesta tehdään vakioitu ja ohjelma löytyy kännykästä tai tabletista, käyttäjän on helppo tehdä havainto laadusta työmaalla ja lisäksi raporteista tulee kaikilta työmailta yhtenäiset.

Liitteenä 1. olevassa esimerkissä on esitetty rakennuksen vuotavan pihakannen korjaus. Ongelmana on ollut, että pihakansi vuotaa vettä rakennuksen julkisivuun ja pitää sitä märkänä. Ongelma on ilmennyt pihakannella keväisin, kun lumi on alkanut sulaa. Ongelman syyksi on epäilty sitä, että suunnitteluvaiheessa ei ole tehty riittäviä detaljeita, tehtäväsuunnitelma on ollut puutteellinen, että työnvalvonta on ollut puutteellista tai työ on otettu keskeneräisenä vastaan tai että tekijät eivät olleet ammattitaitoisia. Vika on paikallistettu silmämääräisesti ja tarkempi vuotokohta on haettu padottamismenetelmällä ja vesitestillä. Vuotokohta on avattu pihakannen puolelta ja avauksessa on selvinnyt, miten vesi liikkuu rakenteessa. Korjaustyönä koko kaidemuurin puoleisen osan alueelta pihalaatoitus avattiin ja vesivanerista tehtiin vuodon rajakohtaan kermialusta siten, että siitä saadaan normin mukainen. Tämän jälkeen tehtiin kaksinkertainen kermi, jotta liitytään huolellisesti vanhaan kermiin. Lopuksi kuumabitumilla varmistettiin rajakohdat ja liittymät. Lopputulos varmistettiin vielä vesitestillä. Lisäksi jälkimarkkinointiosasto listasi asioita, jotta vältetään tulevaisuudessa vastaavilta virheiltä, joita olivat:

- Suunnitteluvaiheessa on kiinnitettävä erikoista huomiota vaikeisiin liittyimiin ja rakenteisiin.
- Työstä on tehtävä oma tehtäväsuunnitelma riskikartoituksineen.
- On pidettävä rakentava ”aloituspalaveri”, jossa käydään ongelmat ennakkoon läpi.
- Ennen piharakenteita ja -laatoituksia on tehtävä vedenpitävyydesti.
- Työsuoritteesta on tehtävä oma tarkastuskortti
- Piiloon jäävät rakenteet on valokuvattava ennen peittämistä.
- Rakenteet on tarkastettava huolella ennen sen hyväksymistä ja vastaanottoa.
- Kokonaisvaltaisesti työt on tehtävä heti kerralla valmiiksi eikä vuosien päästä.

## 4.2 Nelikenttä

Nelikenttä on tämän diplomityön aikana kehitelty idea, jonka avulla aktivoidaan työmaantoimihenkilöt seuraamaan enemmän omaa tekemistään helppokäyttöisen infotaulun avulla. Nelikenttä on sovellutus teoriaosiossa esitellystä visuaalisesta johtamisesta ja sen sisältö tulee pitkälti työmailla käytössä olevan infotaulun perusteella. Nelikentän avulla seurataan työturvallisuutta, laatua sekä rahan ja ajan kulumista. Nelikentän sisältöä ja toteutustapaa on tämän diplomityön tekemisen aikana kehitelty NCC:n Logistiikkavastavan Alexander Stefanovin ja IT-päällikkö Timo Mäenpään kanssa. Nelikenttä ei ole pelkästään laadunohjaustyökalu vaan sillä pyritään ohjaamaan, valvomaan sekä tehostamaan tuotannon kaikkea johtamiseen ja valvomiseen liittyvää tekemistä.

Käyttöliittymän avulla pyritään saamaan työnjohtajien tekeminen itseohjautuvaksi, jotta saadaan parannettua prosessin laatua. Auditointiraporteista kävi ilmi, että tällä hetkellä tuotannossa toimitaan pitkälti intuition perusteella eikä tarkastuksia laadusta välttämättä tehdä silloin, kun niitä tulisi tehdä tai jossain tapauksissa niitä ei tehdä lainkaan. Johtamisella on suuri merkitys NCC:n tekemisessä, ja mikäli työpäällikkö tai vastaava työnjohtaja ei vaadi tekemään sovittuja asioita, niin monet asiat myös jäävät tekemättä. Tämä ei johdu pelkästä laiskuudesta tai siitä, että asia koettaisiin turhaksi vaan syynä todennäköisesti on se, että tekijät ovat nuoria eivätkä välttämättä tiedä kaikkia prosessin vaiheita. (P10 2016.)

Nelikentän ideana on luoda rakennustyömaan työnjohtajille järjestelmä, joka ilmoittaa heille esimerkiksi, jos tehtävän kustannukset ovat ylittyneet tai tehtävän laatutarkastukset ovat tekemättä. Tarkoituksena on saattaa työnjohtajien tietoon, jos jokin tehtävä ei mene asetettujen tavoitteiden tai NCC:n toimintatapojen mukaisesti ja järjestelmän avulla työnjohtaja osaa reagoida siihen hyvissä ajoin. Mitä aikaisemmin pystytään reagoimaan siihen, että esimerkiksi, jossain materiaaleissa on havaittu ongelmia, sitä todennäköisemmin saadaan tehtyä korvaavia toimenpiteitä, jotta välttyään vuosikorjauksilta projektin valmistumisen jälkeen. Lisäksi nelikentän tarkoituksena on saada NCC:n prosessista oppiva ja läpinäkyvämpi, jotta pystytään puuttumaan ongelmakohtiin. Nelikentän tavoitteena on myös saada informaatio kulkemaan nopeasti kaikkien työmaiden tietoisuuteen. Alla olevassa kuvassa on esitetty visio siitä, miltä nelikenttä voisi tulevaisuudessa näyttää.

## NELIKENTTÄ



Kuva 17. Luonnos nelikenttänäkymästä.

Nelikentän päänäkymässä olisi kuusi eri kohtaa, jotka ovat vasemmasta yläkulmasta alkaen:

- Navigointinäppäin
- Työturvallisuus
- Laatu
- Vertailu muihin työmaihin nähden
- Aika
- Raha

Yllä olevat kohdat ovat valittu NCC:n jo käytössä olevan infotaulun perusteella. Työturvallisuutta, laatua, aikaa ja rahaa kuvaavien laatikoiden yläkulmassa olisi huutomerkki,

joka tulee aina esille, jos kyseisessä ”laatikossa” on jotain tiedotettavaa. Tämmöinen asia voi olla esimerkiksi joku materiaali, joka ei ole soveltunut meidän rakentamiin taloihin ja jälkimarkkinointiosasto tai hankinta ilmoittaa, että jatkossa kyseistä tuotetta ei saa käyttää. Toisena esimerkkinä voidaan mainita työturvallisuuteen liittyvä ilmoitus, että jollain työmaalla korkoerot on merkitty merkkusmaalilla järkevästi holvilla, jotta niihin ei kompastuta ja ohjeistetaan toimia näin myös muilla työmailla. Ilmoituksen tarkoituksena ei aina ole olla negatiivinen vaan ilmoituksissa ilmoitetaan myös positiivisista ja hyvin tehdyistä asioista, jotta kaikki oppisivat niistä. Ilmoituksen avulla saadaan informaatio kulkemaan tehokkaasti työmaalle ja ilmoitus vietäisiin automaattisesti laatupankkiin, jotta saman ilmoituksen voi käydä lukemassa myöhemmin, kun esimerkiksi tekee tehtäväsuunnitelmaa.

Laatikoiden alareunassa olisi huomiota herättävä keltainen laatikko, jossa ilmoitettaisiin punaisella, jos TR-mittauksen keskiarvo on alle tavoitteen, laatutarkastuksia on tekemättä, suunnitellusta aikataulusta ollaan myöhässä tai liikevaihtoa ei ole saavutettu tavoitteiden mukaan. Teksti näkyisi vihreällä värillä, mikäli kaikki on kunnossa ja punaisella, mikäli ei. Sovelluksen ajatuksena on myös, että kaikki työnjohtajan työn kannalta olennaiset tiedot löytyisivät yhdestä paikasta. Tällä hetkellä materiaalia löytyy monesta eri paikasta, mikä tekee työnjohtajalle tiedon hakemisen työlääksi.

Tämän diplomityön kannalta oleellisinta on laatua käsittelevä kohta. Tämän vuoksi muita kohtia ei syvällisemmin tässä työssä käsitellä. Laatukohdasta avautuisi näkymä, joka pitää sisällään laadun seurantaan ja ohjaukseen liittyviä asioita (kuva 18.).



Kuva 18. Visio laatunäkymästä nelikentässä.

Näkymä on jaettu kuuteen eri osioon, jotka ovat:

- Uutiset
- Laatupankki
- ”TOP-työmaat”
- Congrid
- Piirustukset & asiakirjat
- Tulevat ja tehdyt tarkastukset

Uutiset –kohtaan tulisi tiedotettavia asioita, joista pääsääntöisesti laatupäälliköt tai -insinöörit, hankinta tai jälkimarkkinointi ilmoittavat. Tällaisia asioita voivat olla esimerkiksi virheellinen materiaali tai työtapa. Tällä hetkellä NCC:ltä puuttuu kokonaan tällainen kulttuuri, jossa tiedotettaisiin muita esimerkiksi viallisesta materiaalista. Jos jostain ilmoitetaan, tulee ilmoitus sähköpostilla. Valitettavasti se koskettaa viestin saapumisen

hetkellä vain murto-osaa henkilöistä, koska heillä ei todennäköisesti ole juuri sellainen työvaihe menossa, jota raportoitava laatuvirhe koskee. Tavoitteena on saada järjestelmä, josta voidaan tehtäväsuunnitelmaa tehtäessä käydä katsomassa, onko tehtävää koskien lähetetty jotain tiedotteita, joita olisi hyvä ottaa huomioon tehtävää suunniteltaessa.

Laatupankki –näkömystä avautuisi näkymä, josta voisi katsella hyvin ja huonosti tehtyjä työvaiheita ja oppia niiden avulla välttämään kyseiset virheet omassa hankkeessa. Yhtenä ongelmana laatupankki –näkömässä voi olla se, että ulkopuoliset pääsevät helposti käsiin laatupankkiin, jos se sijoitetaan sosiaalituloihin, joihin eri toimijoilla on pääsy. Ongelmana tässä on se, että valokuvat saattavat vuotaa mediaan ja sitä kautta NCC:n maine saattaa kärsiä, vaikka tarkoituksena on oppia edellisten projektien virheistä. Tämän takia on syytä miettiä tarkasti, miten laatupankkinäkymä tullaan näyttämään, jotta se näytetään vain kohderyhmälle, jolle se on oikeasti tarkoitettu.

TOP-työmaat –kohdassa pystytään vertailemaan tehtyjen ja tekemättömien laatutarkastusten perustella työmaiden tekemisen tasoa ja vertaamaan suhteessa omaan työmaahan. Lisäksi indikaattoreina olisivat laatumittarista saadut tulokset sekä laadunvarmistusmatriisin täyttöaste suhteessa aikataulutilanteeseen.

Congrid –näkömystä pääsisi selailemaan tehtäväsuunnitelmaa, yhteenvedoja tarkastuksista ja seuraamaan listaa korjattavista kohdista. Tämän näkömään avulla aliurakoitsija voisi itsenäisesti käydä katsomassa tehtäväsuunnitelmaan määritetyt laatuvaatimukset tai mitä korjattavia asioita on tullut tarkastuksissa esille. Lisäksi Congridiin ollaan suunnittelemassa tällä hetkellä tekemättömien töiden listaa, joka voitaisiin näyttää tässä näkömässä. Tämän avulla saataisiin työntekijöistä itseohjautuvia eikä työnjohtajan tarvitsisi aina olla etsimässä työntekijöitä työmaalta ja kertomassa mitä heidän tulee seuraavaksi tehdä. Listan kautta työntekijä kävisi kuittaamassa, kun työ on tehty ja tarkistamassa mitä tulisi seuraavaksi tehdä. Lisäksi kohta ilmoittaisi, jos tehtävälle ei ole määräaikaan mennessä tehty tarvittavia laadunvarmistustoimenpiteitä, kuten esimerkiksi tehtäväsuunnitelmaa tai aloituspalaveria.

Piirustukset ja asiakirjat ovat tällä hetkellä pitkälti paperimuotoisina käytössä työntekijöillä. Tämä lisää riskiä siitä, että erehdyksissä rakennetaan käyttäen vanhoja kuvia, kun on unohdettu tilata uudet kuvat työmaalle tai ne eivät ole saapuneet. Projektipankissa ovat

aina uusimmat kuvat, joita vain työnjohtajat pääsevät tällä hetkellä katsomaan. Kun projektipankki linkitettäisiin nelikenttään, kaikilla olisi aina ajantasaiset piirustukset käytössä. Mikäli työntekijä tarvitsee piirustuksen, voidaan sellainen hänelle tulostaa.

Tulevat ja tehdyt tarkastukset –kohdasta pystyttäisiin seuraamaan, milloin on tulossa seuraava tarkastus ja mitä tarkastuksia on jo tehty. NCC:llä ollaan tällä hetkellä kehittämässä Congridin kanssa Congrid –ohjelmaan ominaisuutta, joka lähettäisi herätysilmoituksen työnjohtajalle, kun tehtävästä tulisi tehdä tarkastus. Sen kautta saataisiin sama tieto tuotua nelikenttään tarkastuksien alle ja tieto saataisiin automaattisesti reaaliajassa.

Nelikentän tavoitteena on siis kokonaisuutena saada ne tiedot, jotka löytyvät tällä hetkellä koppien seiniltä tulosteina digitaaliseen muotoon, jotta kaikilla on mahdollisuus päästä seuraamaan työmaan tekemistä ja tällä tavoin työmaiden tekemiseen saadaan läpinäkyvyyttä. Tällä hetkellä tietoa työturvallisuudesta, laadusta, ajasta ja rahasta ei ole mahdollista työmaan ulkopuolisen pikaisesti katsoa mistään, vaan tulee joko soittaa työmaalle ja kysyä tilanteesta tai käydä itse työmaalla. Vaikka molemmat edellä mainituista ovat tärkeitä asioita, välillä on tilanteita, joissa ei ole aikaa soitella tai käydä työmailla. Lisäksi nelikenttä toimii työmaiden seurantatyökaluna johdolle ja sen avulla johto pysyy paremmin kärryillä työmaiden tilanteesta työturvallisuuden, laadun, ajan ja rahan suhteen.

Vaikka tässä työssä on jo määritelty sisältö nelikentälle, tulee se varmasti vielä hakemaan muotoaan, kun kehitykseen otetaan mukaan henkilöitä, jotka ovat erikoistuneet omassa työssään laatuun, rahaan, työturvallisuuteen ja aikaan. Tässä diplomityössä on kuitenkin esitetty idea NCC:lle sopivasta nelikentästä. Uskon, että nelikentän pohjalta on hyvä rakentaa toimivaa järjestelmää. Idea käytiin jo diplomityön aikana esittelemässä NCC:n IT-johtaja Kari Kulotielle ja digitalisaatiopäällikkö Pirita Vainiolle, jotka innostuivat ideasta.

Nelikentän jatkokehittelyn osalta voidaan todeta, että tavoitteena on ensin saada tehtyä selainpohjainen näkymä tietokoneille vuoden loppuun mennessä. Seuraava askel on saada näkymä 55” kosketusnäyttöön ja viimeinen askel on saada näkymä mobiililaitteisiin. Tällä hetkellä agendalla on määrittää nelikentän tarkka sisältö, jota lähdetään koodaamaan, jotta turhalta työltä välttyttäisiin.

## 5 Pohdinta ja johtopäätökset

Tässä diplomityössä keskityttiin siihen, miten laadunohjausta ja -varmistusta NCC:llä voitaisiin parantaa digitalisaation avulla. Tarkastelu rajattiin laadun parantamiseen tuotannon näkökulmasta eli siihen, miten tuotannossa voitaisiin parantaa laadunohjausta ja -varmistusta digitalisaation avulla. Tutkimuksen päätavoitteena oli innovoida uusia digitaalisia järjestelmiä ja määritellä niiden vaadittuja ominaisuuksia NCC:n tarpeiden ja toimintatapojen pohjalta. Digitaalisten järjestelmien tavoitteena on helpottaa työmaan arkea, saada työmaahenkilöt ymmärtämään, mitä seurauksia virheellinen työtapa saattaa aiheuttaa ja saada kerättyä NCC:n järjestelmistä tieto yhteen paikkaan katseltavaksi.

Teoriaosiossa kirjallisuuskatsauksen avulla saatiin tietoa laadunohjauksesta ja siihen liittyvistä asioista sekä digitalisaatiosta. Haastatteluiden avulla saatiin konkreettisia esimerkkejä rakennusalan yrityksissä käytössä olevista digitaalisen laadunvarmistuksen työkaluista.

NCC:n laatuprosessin nykytilaa tutkittiin haastatteluiden ja palavereiden sekä toimintajärjestelmän ja auditointiraporttien tutkimisen avulla. Toimintajärjestelmän tutkimuksen tuloksena huomattiin, että NCC:ltä puuttuu kokonaan menetelmä, jossa analysoidaan toteutuneita kohteita ja otetaan oppia jo valmistuneista työmaista. NCC:n toiminnasta ei tällaista vakiintunutta toimintatapaa löytynyt, vaikka teorian perusteella ongelmien juurisyiden selvittäminen on olennaista laatuprosessin parantamisen kannalta.

Lisäksi NCC:n laadunvarmistuksen ja tehtävien ohjauksen nykytilaa kuvaavien auditointiraporttien perusteella voidaan todeta, että toimintajärjestelmässä kuvattuja asioita ei ole täysin toteutettu. Suurimmat ongelmat olivat aloituspalavereiden pitämisessä ja tehtäväsuunnitelmien tekemisessä. Lisäksi ongelmia oli dokumentoinnissa, mikä on NCC:lle huono asia, koska ongelmien ilmetessä ei pystytä todistamaan, miten työ on tehty. Vaikka auditointiraportit osoittivat, että NCC:n Asuntorakentamisessa ollaan menty paljon eteenpäin laadunvarmistuksessa ja tehtävien ohjauksessa vuodesta 2009, on vielä paljon tekemistä, jotta laatuprosessissa päästään erinomaiselle tasolle.

Laadunohjauksen kannalta on teorian perusteella tärkeää, että asiat ovat visuaalisesti järjestyksessä ja helposti nähtävissä, jotta nähdään välittömästi, mikäli jokin asia ei mene

suunnitellusti. Kuitenkin tutkiessani NCC:n järjestelmiä asioita löytyi monesta eri paikasta ja järjestelmät eivät olleet kovin käyttäjätasoisia. Vaikka työmailla oli käytössä visuaalisen johtamisen työkaluna infotauluja, oli niissä kuitenkin ongelmana se, että tieto oli vanhentunutta. Myöskään taulujen päivityksiin ei osattu reagoida.

Testausosiossa testattiin kahta eri NCC:llä käytössä olevaa mobiilisovellusta, jotka on kehitetty rakennusalan tuotannon laadunohjaukseen ja -varmistukseen. Testaukset osoittivat, että markkinoilla on valmiiksi hyviä sovelluksia digitaaliseen laadunohjaukseen ja varmistukseen. Testauksessa olleista sovelluksista Congrid osoittautui kuitenkin ainakin tällä hetkellä NCC:n tarpeisiin sopivammaksi. Congrid tulee varmasti jatkossa ratkaisemaan NCC:n nykytilan kartoituksessa esiin nousseita ongelmia, koska dokumentointi nousee sen myötä aivan uudelle tasolle.

Congridin odotetaan tuovan apua tehtäväsuunnitelmien ja muiden laadunvarmistukseen liittyvien dokumenttien tekemiseen. Congridin käytön myötä dokumentointien tekemisestä tuotannossa tulee helpompaa ja läpinäkyvämpää. Lisäksi niiden tekemistä on tulevaisuudessa helpompi johtaa, koska pystytään etänä seuraamaan, mitä dokumentaatiota on tehty. Voidaan todeta, että näiltä osin digitalisaation tuomat mahdollisuudet tulevat helpottamaan laadunohjausta ja -varmistusta. Koska Congrid on ollut käytössä NCC:n työmailla vasta vähän aikaa, ei tämän diplomityön puitteissa pystytä edellä esitettyä laajemmin toteamaan, miten se tulee jatkossa parantamaan laadunohjausta ja -varmistusta NCC:llä. On kuitenkin selvää, että Congridissa on paljon potentiaalia ja sitä voisi myöhemmin tutkia laajemmin.

Viisi miksi –analyysin avulla NCC:llä tullaan jatkossa selvittämään laatuongelmien juurisyitä ja selvityksen jälkeen informoidaan ongelmista oikeita osapuolia, jotta ongelma saadaan karsittua tulevissa kohteissa. Kappaleessa 3.5 esitettiin prosessikavio, miten työmaalla tulee toimia, kun havaitaan laatuongelma. NCC:n tapa tehdä viisi miksi –analyysi ei eroa mitenkään teoriassa esitetystä viisi miksi –analyysistä. Tulevaisuudessa, kun NCC:llä aloitetaan analysoimaan virheitä ja selvittämään ongelmien juurisyitä, oppii organisaatio tunnistamaan laatuun liittyvät riskit ja tätä kautta myös lopputuotteen laadukkuutta saadaan paremmalle tasolle. Lisäksi diplomityössä luotiin NCC:lle toimintamalli laatuhavaintoprosessista eli siitä, miten työmaalla havaittujen laatuongelmien kohdalla tulisi toimia.

Empiirisen tutkimuksen pohjalta ja päätätkimuskysymykseen vastaamiseksi ideoitiin NCC:lle kaksi digitaalista ratkaisua, jotka olivat Laatupankki ja Nelikenttä sekä määriteltiin niille tarvittavia ominaisuuksia. Laatupankki on järjestelmä, jonne viedään oppeja edellisissä kohteissa kohdatuista ongelmista ja havainnoista laatuun liittyen, jotta vältytään seuraavissa kohteissa samoilta ongelmilta ja informaatio niistä saadaan välittymään kaikkien tietoon. Havaitut virheet lajitellaan työlajeittain, jotta järjestelmästä on helppo käydä katsomassa juuri tiettyyn työvaiheeseen liittyvät virheet yhdellä katsomisella. Laatupankin avulla pyritään samaan organisaatio tunnistamaan laatuongelmat ennen tehtävän alkamista ja ottamaan opiksi aiemmista NCC:n projekteista. Tulevaisuudessa Laatupankista löytyvien dokumenttien avulla edellisten projektien ongelmia pystytään välttämään tulevaisuudessa kohteissa

Nelikentän ideana on parantaa laadunohjausta, tuoda projektiin liittyvät asiat visuaalisesti esille kootusti yhteen paikkaan sekä saada informaatio kulkemaan paremmin, jotta työjohtajien on helppo seurata projektin etenemistä ja vastaanottaa tietoa saman tien muissa projekteissa havaituista ongelmista. Nelikenttä on siis vastaus tiedon löydettävyyden ja tiedonkulun ongelmiin. Nelikenttä on sovellutus teoriassa esitetyistä visuaalisesta johtamisesta sekä NCC:llä tällä hetkellä käytössä olevasta infotaulusta. Nelikentän tavoitteena on saada tulevaisuudessa NCC:n laadunohjaus ja -varmistusprosessia parannettua. Kumpaakaan edellä mainituista tässä työssä kehitellyistä digitaalisista ratkaisuista ei kuitenkaan päästy testaamaan tämän diplomityön aikana, koska ne ovat vasta ideointiasteella.

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että digitalisaation tuomien mahdollisuuksien myötä pystytään tulevaisuudessa varmasti parantamaan laadunohjausta ja -varmistusta NCC:llä. Digitalisaatio ei kuitenkaan tule ratkaisemaan kaikkia laadunohjaukseen ja -varmistukseen liittyviä ongelmia täysin. Digitalisaatio tuo sen sijaan työkaluja ja helpotusta laadunohjaukseen. Laadun saaminen paremmalle tasolle vaatii muutoksia prosessissa ja organisaation tulee oppia tunnistamana rakennusvaiheessa väärin tehty työsuoritus, jotta siitä ei tule ongelmia tulevaisuudessa. Lisäksi organisaation tulee oppia hyödyntämään järjestelmiä, jotka helpottavat laadunohjausta tai muuten tulevaisuudessa luodut järjestelmät ovat hyödyttömiä.

## Lähdeluettelo

Chen, Y. & Kamara, J. 2011. A framework for using mobile computing for information management on construction sites. *Automation in Construction*. 20(7). [Viitattu 13.08.2016] Saatavissa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580511000033>

Derigo Oy. PRO3 järjestelmä projektien tiedon ja laadun hallintaan. [Viitattu 19.6.2016.] Saatavilla: <http://www.derigo.fi/pro3>

Daluxin kotisivut. [Viitattu 19.6.2016.] Saatavissa: <http://www.dalux.com/en>

Ekdahl, P., Kelloniemi, J., Stenstrand M. 2016. From strategy to execution; Closing the Nordic digital divide. Accenture. [Viitattu: 4.5.2016] Saatavissa: [https://www.accenture.com/\\_acnmedia/PDF-10/Accenture\\_NHPBF\\_PoV\\_DIGITAL.pdf#zoom=50](https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-10/Accenture_NHPBF_PoV_DIGITAL.pdf#zoom=50)

Greif, M. 1991. *The visual factory: building participation through shared information*. Productivity Press. Portland (OR).

Ho, S.K.M. 1999. *Operations and Quality Management*. 1st edn. International Thomson Business press. London.

Hogan, M., El-Gafy, M. & Ghanem, A. 2015. A Case Study for Improving Construction Project Management. In: *Proceedings of 51<sup>st</sup> ASC Annual International Conference Proceedings*. Texas. 22-25.4.2015. [Viitattu 13.8.2016.] Saatavissa: <http://ascpro.ascweb.org/chair/paper/CPRT329002015.pdf>

Hulkkonen, P. 2015. Rakentamisen virheet nollaan digitalisaatiolla. *Rakennustiedon blogi*. [Viitattu 27.3.2016] Saatavissa: <http://tietorakentaalaatua.net/2015/10/20/rakentamisen-virheet-nollaan-digitalisaatiolla/>

Ilmarinen, V., & Koskela, K. 2015. *Digitalisaatio: yritysjohdon käsikirja*, Talentum, Helsinki.

Junnonen, J. 2002. *Rakennushankkeen laadunvarmistus*. Teoksessa: Koskenvesa, A (toim.). *Rakentajain kalenteri 2002*. Rakentajain kustannus. Helsinki.

- Junnonen, J. & Riikonen, L. 2014. Rakennustyömaan laadunmittaus. Teoksessa: Koskenvesa, A (toim.). Rakentajain kalenteri 2014. Rakentajain kustannus. Helsinki.
- Juran, J.M. & Godfrey, A.B. 1999. Juran's quality handbook. 5th edn. McGraw-Hill. New York.
- Kankainen, J., & Junnonen, J. 2001. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot. Rakennustieto. Helsinki.
- Kempin kotisivut. [Viitattu 25.3.2016.] Saatavissa: <http://www.kemppi.com/fi-FI/>
- Kiviniemi, M. 2001. Asuntotuotannon laadunvarmistus. Teoksessa: Koskenvesa, A (toim.). Rakentajain kalenteri 2001. Rakentajain kustannus. Helsinki.
- Koistinen, L. & Koskenvesa, A. 2014. Visuaalinen johtaminen. Teoksessa: Koskenvesa, A (toim.). Rakentajain kalenteri 2014. Rakentajain kustannus. Helsinki.
- Koivu, T. 1994. Rakentamisen laatujohtaminen. Rakennustieto. Helsinki.
- Korhonen, S & Valli, K. 2014. Teollisen yrityksen digitalisoitumisen käsikirja 2014. Teknolohiateollisuus. Helsinki
- Koskenvesa, A., Sahlstedt, S. & Lindberg, R. 2013. Rakennustöiden laatu 2014. 10.painos. Rakennustieto. Helsinki.
- Kunz, J., & Fischer, M. 2012. Virtual design and construction: themes, case studies and implementation suggestions. Center for Integrated Facility Engineering (CIFE). Stanford University. Stanford (CA). [Viitattu 09.08.2016.] Saatavissa: <http://citeserx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.362.8685&rep=rep1&type=pdf>
- Liker, J.K. 2006. Toyotan tapaan. Suom. Niemi, M. Readme.fi. Helsinki.
- Lillrank, P. 1998. Laatuajattelu: laadun filosofia, tekniikka ja johtaminen tietoyhteiskunnassa. Otava. Helsinki.
- Lukka, K. 2014. Konstruktiivinen tutkimusote. Metodix. [Viitattu 9.8.2016.] Saatavissa: <https://metodix.net/2014/05/19/lukka-konstruktiivinen-tutkimusote/>

Metsälä, J. 2015. 10 yleisintä rakennusvirhettä - "Vaaditaan asennemuutosta". Kauppalehti. [Viitattu 21.6.2016] Saatavissa: <http://www.kauppalehti.fi/uutiset/10-yleisinta-rakennusvirhetta--vaaditaan-asennemuutosta/8vxQKkAS>.

Mizuno, S. 1993. Yrityksen laadunohjaus = Company-wide total quality control. Suom. Esa Mela. Rastor. Helsinki.

Passin hakeminen. [Viitattu 03.02.2015] Saatavissa: <https://www.poliisi.fi/passi>

Pirinen, J. 2011. Kosteus- ja hometalkoot. Teoksessa: Koskenvesa, A (toim.). Rakentajain kalenteri 2011. Rakentajain kustannus. Helsinki.

Pojasek, RB. 2000. Asking "Why?" Five Times. Environmental Quality Management. 10(1). [Viitattu 14.06.2016] Saatavissa: <http://faculty.washington.edu/rsmcpher/Class%20Cases%20and%20Assignments/5%20Whys.pdf>

Prolog. 2016. Prolog Software Provides Complete Construction Project Management. [Viitattu 12.7.2016] Saatavissa: <http://www.meridiansystems.com/products/prolog/overview/>

Quality in the constructed project: a guide for owners, designers, and constructors, 3rd edn. 2012. American Society of Civil Engineers. Reston (VA) .

Ratkaisujen Suomi: Neuvottelutulos strategisesta hallitusohjelmasta. Valtiovarainministeriö. 2015. [Viitattu: 27.3.2015] Saatavissa: [http://vm.fi/documents/10623/1464506/Hallitusohjelma\\_27052015\\_12998.pdf/ae088a77-b0ab-4964-846d-1e7d14a9d064](http://vm.fi/documents/10623/1464506/Hallitusohjelma_27052015_12998.pdf/ae088a77-b0ab-4964-846d-1e7d14a9d064)

RALA. Laatumittarilla vahvistetaan hyvää rakentamista. Rakentamisen Laatu RALA ry. [Viitattu 12.6.2016.] Saatavilla: <http://www.rala.fi/laatumittari/>

Sahlstedt, S. 2011. Rakennustyömaan projektisuunnitelma. Rakennustieto. Helsinki

Scholtes, P.R. 1998. The Leader's Handbook: Making Things Happen, Getting Things Done. McGraw-Hill Education. New York.

SFS-EN ISO 9000: Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto 2015. 2015. 3.painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki.

SFS-EN ISO 9001: Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. 2015. 5.painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki.

Shang, G., & Low, S.P.2014. Lean construction management: The Toyota Way. Springer. Singapore

Siikanen, P. 2006. Asuntotuotannon laadunvarmistus. Teoksessa: Koskenvesa, A (toim.). Rakentajain kalenteri 2006. Rakentajain kustannus. Helsinki.

Tezel, B., Koskela, L., Tzortzopoulos Fazenda, P., Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2011. An examination of visual management on Finnish construction sites. In: Proceedings of 19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Lima, Peru. 13-15.7.2011. [Viitattu 14.6.2016.] Saatavissa: <http://iglc.net/Papers/Details/1103>

Tezel, B., Koskela, L. & Tzortzopoulos, P. 2010. Visual management in construction: Study report on Brazilian cases. University of Salford. Salford. [Viitattu 14.6.2016.] Saatavissa: [http://usir.salford.ac.uk/12865/2/Visual\\_Management\\_in\\_Construction.pdf](http://usir.salford.ac.uk/12865/2/Visual_Management_in_Construction.pdf)

Toimintajärjestelmä. 2016. NCC:n toimintajärjestelmä. NCC Suomi Oy.

Valtiokonttori. 2015. Valmiina digikiriin. [Viitattu 14.6.2016] Saatavilla: <http://www.valtiokonttori.fi/download/noname/%7B8B28514D-E7AA-4384-A6D6-B85615A3D93%7D/92716>

## **Palaverit**

P1. 2016. Lund J, Raunio P, Hokkanen S. 18.2.2016. Laadun nykytila NCC:llä, hankehityksen/suunnittelu.

P2. 2016. Lund J, Hurme R, Stefanov A, Mäenpää T, Hokkanen S, Pikkarainen P, Kivinen T, Paukku S. 15.3.2016. Miten NCC:llä saadaan tieto kulkemaan jälkimarkkinoinnista suunnitteluun?

P3. 2016. Lund J, Hurme R, Hokkanen S. 22.3.2016. 5-miksi analyysin prosessikaavion esittely.

P4. 2016. Lund J, Hurme R. 18.3.2016. Laatuvirheanalyysin prosessikuvaus.

P5. 2016. NCC:ltä osallistui: Lund J, Paukku S, Smeds O, Stefanov A, Hurme R, Hokkanen S. Congridilta osallistui Huusko M. 5.4.2016. Congrid mobiilituotantohjauksen kehitys.

P6. 2016. Lund J, Leskelä I, Hokkanen S, Heiskanen A, Koivunoro M, Suokas M, Hurme R, Stefanov A, Suominen V. 12.4.2016. AR:n digitaalisuustrategia.

P7. 2016. Lund J, Hurme R. 25.4.2016. Tarinan luominen laadun nykytilasta.

P8. 2016. Lund J, Hurme R. 11.5.2016. Pajalan laatutarjous.

P9. 2016. Mäenpää T, Paukku S, Kivinen T, Risto J, Tynkkynen T, Tokola-Tuohino E, Weurlander F. 6.6.2016. Pro3 Mobiili näkymän sisältö.

P10. 2016 Lund J, Hurme R, Stefanov A, Smeds O, Hokkanen S. 17.6.2016. Tuotannon tuen ryhmäpalaveri.

## **Haastattelut**

H1. 2016. Frank Haase. Vice President of Virtual Design and Construction. Suffolk Construction Company. Videopuheluhaastattelu 01.03.2016

H2. 2016. Matti Koivunoro. Projektipäällikkö. NCC Suomi Oy. Mannerheimintie 103a, 00281 Helsinki. Haastattelu 17.3.2016.

H3. 2016. Anthony J. Colatorti & Theodore T. Black. Sundt Construction. Videopuheluhaastattelu 06.04.2016

H4. 2016. Jeremy Sibert. Director of Technology. Hensel Phelps Construction. Videopuheluhaastattelu 08.04.2016

H5. 2016. Alexander Stefanov. Logistiikkavastaava. NCC Suomi Oy. Mannerheimintie 103a, 00281 Helsinki. Haastattelu 07.07.2016.

## **Liiteluettelo**

Liite 1. Vuotavan pihakannen korjausraportti

Liite 2. TESU/AU:n työn perehdytyslomake

Liite 3. Haastattelukysymykset 1, 01.03.2016

Liite 4. Haastattelukysymykset 2, 17.03.2016

Liite 5. Haastattelukysymykset 3, 06.04.2016

Liite 6. Haastattelukysymykset 4, 08.04.2016

Liite 7. Haastattelukysymykset 5, 07.07.2016

## Liite 1. Vuotavan pihakannen korjausraportti

### VUOTAVAN PIHAKANNEN KORJAUS

#### ONGELMA

Autohallin päällä oleva pihakansi vuotaa vettä rakennuksen julkisivuun pitäen sitä märkänä. Ongelma esiintyy voimakkaimmin keväisin kun kannelle varastoitu lumi sulaa ja aiheuttaa vedenpainetta lumikasan ja betonikaiteen väliin. Vuotoa esiintyi myös autohalliin johtavan oven päällä *(kuvat 1 ja 2)*

#### OLETETUT SYYT

- Suunnitteluvaiheen aikana ei ole tehty liittymästä asianmukaista detaljia. Rakenne sisältää erilaisia tukirakenteita ja vaikeita läpivientejä.
- Tehtäväsuunnitelmaa vesieristyksistä ei ole tehty eikä siihen liittyvää riskikartoitusta.
- Työn valvonta on ollut puutteellista ja työ otettu keskeneräisenä eristysliikkeeltä vastaan.
- Vesieristysliikkeellä ei ole ollut ammattitaitoisia eristäjiä.

#### VIAN ETSIMINEN

- Vuotokohta on paikallistettu ensin silmämääräisesti.
- Tarkempi vuotokohta on haettu padottamismenetelmällä ja vesitestillä.
- Vuotokohta on avattu pihakannen puolelta koko muurin pituudelta.
- Avauksen jälkeen selvisi, miten vesi liikkui rakenteessa. *(kuva 3)*

#### KORJAUSTYÖ

- Koko kaidemuurin puoleisen osan alueelta pihalaatoitus avattiin.
- Vesivanerista tehtiin vuodon rajakohtaan kermialusta siten, että saavutetaan normin mukainen ylösnosto 300 mm. *(kuva 4)*
- Vesieristys tehtiin kaksinkertaisena liittyen huolella vanhaan kermiin.
- Kuumabitumilla varmistettiin rajakohdat ja liittymät. *(kuva 5)*
- Lopputulos testattiin viikonlopun ajan vesitestillä. Ei vuotoa.

#### KEHITETTÄVÄT ASIAT JA OPPI UUDISTUOTANTOON

- Suunnitteluvaiheessa on kiinnitettävä erikoista huomiota vaikeisiin liittyimiin ja rakenteisiin.
- Työstä tehtävä oma tehtäväsuunnitelma riskikartoituksineen.
- Pidettävä rakentava ”aloituspalaveri”, jossa käydään ongelmat ennakkoon läpi.
- Ennen piharakenteita ja -laatoituksia on tehtävä vedenpitävyydesti.
- Työsuoritteesta tehtävä oma tarkastuskortti
- Piiloon jäävät rakenteet on valokuvattava ennen peittämistä.
- Rakenteet on tarkastettava huolella ennen sen hyväksymistä ja vastaanottoa.
- Kokonaisvaltaisesti työt tehtävä heti kerralla valmiiksi, eikä vuosien päästä.



**Kuva 1**  
Vuotokohdat ovat näkyvissä tiiliseinässä oven Yläpuolella.



**Kuva 2**  
Vuotoa on myös autohalliin johtavan oven päällä.



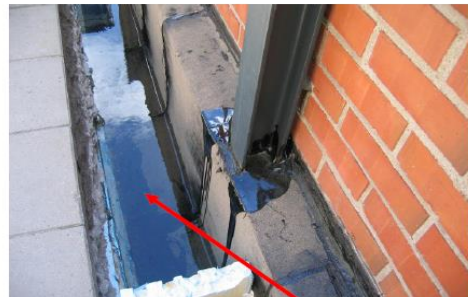
**Kuva 3**  
Koko muurin alue on avattu ja todettu, että kermieristykset ovat täysin irti toisistaan ja alustasta.



**Kuva 4**  
Vesivanerista on tehty uusi seinällenoston alusta. Nyt kannella oleva vesi ei enää pääse vuotamaan vettä tiilimuurukseen.



**Kuva 5**  
Kermieristys on käynnissä. Vesieristeen toimivuus Varmistetaan vielä kuumabitumisivelyllä.




**Kuva 6**  
Tukirakenteet on kierretty huolella kermeillä ja kuumabitumilla varmistetaan eristyksen toimivuus. Kuvassa oju myös vesitesti menossa.



**Kuva 7**  
Valmis korjattu kansi odottaa enää suojapellityksiä. Pihakivet on kavennettu ja asennettu takaisin. Vesitestin mukaan korjaus on onnistunut. Eikä enää tarvita kittejä.

## Liite 2. TESU/AU:n työn perehdytyslomake

### TESU/AU:N TYÖN PEREHDYTYSLOMAKE

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| <b>TEHTÄVÄSUUNNITELMA-ALOITUSPALAVERI-AU:N PEREHDYTYSLOMAKE</b>  |   |  |  |
| Työmaa:<br>Työtehtävä:   | Työnro:<br>Pvm:   | Työnjohtaja:<br>Urakoitsija:  |  |
| <b>1. SISÄLTÖ</b>  |   |   |  |
| Yastuu<br>MCC AU<br><input type="checkbox"/> Työ<br><input type="checkbox"/> Aine<br><input type="checkbox"/> Apu<br><input type="checkbox"/> Siirrot<br><input type="checkbox"/> Kalusto<br><input type="checkbox"/> Siivous<br><input type="checkbox"/> Telineet<br><input type="checkbox"/> Mittaukset<br>Työn sisältö<br>Kiinnikkeiden asennus<br>Kuitubetonielementtien asennus                                 | Alku:<br>Työsaavutus:<br>Suun. resurssit<br>Välttövoite Suun./vk Tot./vk<br>Kahdeksan elementtiä päivässä | Loppu:<br>tw/taio<br>Suun./ Tot/vk  | Elementtimäärät<br>279kpl<br>Suun./vk<br>Tot./vk |
| <b>2. AIKATAULU</b>  |   |   |  |
| <b>3. VÄLTÖVOITTEIDEN MATERIAALI MENEKIT</b>   |   |   |  |
| <b>4. RISKIT</b>   |   |   |  |
| <b>Riski</b><br>Julkisivuelementtien kiinnikkeet väärässä paikassa<br><input type="checkbox"/> Elementit väärän kokoisia<br><input type="checkbox"/> Lilian kova tuuli nostoassa elementtejä<br><input type="checkbox"/> Parvekkei laakat väärässä korissa<br><input type="checkbox"/> Elementin rikkoutuminen nostossa<br><input type="checkbox"/>  |   |   |  |
| <b>Torjuntatoimenpite</b><br>Kiinnikkeiden määrään ja sijaan tarkistus ennen elementti as.<br><input type="checkbox"/> Elementtien tarkastus tehtäällä ennen kulljetusta sekä tarkastus työmaalla<br><input type="checkbox"/> Et. elementin nostaja, kun tuuli > 15m/s<br><input type="checkbox"/> Tarkastaminen elementti-asennuksen aikana<br><input type="checkbox"/> Oikea nostotapa<br><input type="checkbox"/> |   |   |  |
| <b>5. LAATU</b>  |   |   |  |
| Laatuvaatimukset tarkastuslistassa   |   |   |  |
| <b>6. TYÖTURVALLISUUS</b>  |   |   |  |
| Henk.koht. suojaimet:  |   |   |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Kypärä<br><input checked="" type="checkbox"/> Turvajalkineet<br><input checked="" type="checkbox"/> Suojalasit<br><input checked="" type="checkbox"/> Turvaväljat<br><input type="checkbox"/> Kuulosuojaimet<br>Muut:  |   |   |  |
| Työmaalle toimiston kautta<br>MCC:n tuotantopalaverit<br>Turvallisuushavainnot äytantö<br>Yhtäaikaiset työväiheet<br>Vaarojenarviointi(liitteenä)<br>Muut:   |   |   |  |
| Työmaan TR-tavoit<br>95,0%   |   |   |  |
| <b>7. SUUNNITELMAT</b>   |   |   |  |
| Piirustus:   |   |   |  |
| Piiir.Nro.   |   |   |  |
| Versio   |   |   |  |
| Puutteet:  |   |   |  |

### **Liite 3. Haastattelukysymykset 1, 01.03.2016**

**1. What possibilities has digitalization brought to your quality management?**

How long you have use this digital process?

Has digitalization made your quality management more effective?

**2. What kind of digital tools do you use in quality management?**

Could you show and explain how that software works? (you can share your screen view)

**3. Do you use these digital tools via tablet or/and computer?**

**4. How do you make use of the data you get from the software?**

Do you share this data also to designers so they can improve their quality?

**5. How has digital quality management impacted your quality?**

Have you saved money?

Has your customer satisfaction rate improved?

Has your end product quality improved?

Do you have less annual repairs than before?

**6. Do you use this digital process in every construction project in Suffolk?**

Do you use that tool in every construction phase in the project? (Planning, Production, Annual repair)

**7. How do you inform construction projects if you notice a quality problem?**

Do you have some mobile app which sends notifications to every project member?

**8. Do you use any other processes or technologies to improve quality?**

## **Liite 4: Haastattelukysymykset 2, 17.3.2016**

1. Mikä on laatumittari?
2. Millä perusteella laatumittari seuraa laadukkuutta?
3. Miksi tällainen mittari on kehitelty?
4. Miten laatumittaria tullaan käyttämään tulevaisuudessa?

## **Liite 5: Haastattelukysymykset 3, 6.4.2016**

**1. What possibilities has digitalization brought to your quality management?**

How long you have use this digital process?

Has digitalization made your quality management more effective?

**2. What kind of digital tools do you use in quality management?**

Could you show and explain how that software works? (you can share your screen view)

Do you use that tool in every construction phase in the project? (Planning, Production, Annual repair)

Do you use these digital tools via tablet or/and computer?

**3. How do you make use of the data you get from the software?**

Do you share this data also to designers so they can improve their quality?

How do you inform construction projects if you notice a quality problem?

**4. How has digital quality management impacted your quality?**

Have you saved money?

Has your customer satisfaction rate improved?

Has your end product quality improved?

Do you have less annual repairs than before?

**5. Do you use any other processes or technologies to improve quality?**

## **Liite 6: Haastattelukysymykset 3, 08.04.2016**

**1. What possibilities has digitalization brought to your quality management?**

How long you have use this digital process?

Has digitalization made your quality management more effective?

**2. What kind of digital tools do you use in quality management?**

Could you show and explain how that software works? (you can share your screen view)

Do you use that tool in every construction phase in the project? (Planning, Production, Annual repair)

Do you use these digital tools via tablet or/and computer?

**3. How do you make use of the data you get from the software?**

Do you share this data also to designers so they can improve their quality?

How do you inform construction projects if you notice a quality problem?

**4. How has digital quality management impacted your quality?**

Have you saved money?

Has your customer satisfaction rate improved?

Has your end product quality improved?

Do you have less annual repairs than before?

**5. Do you use any other processes or technologies to improve quality?**

## **Liite 7. Haastattelukysymykset 5, 07.07.2016**

1. Minkälaisia visuaalisia ohjaimia on NCC:llä käytössä
2. Kauanko infotaulu on ollut NCC:llä käytössä
3. Mitä tietoa NCC:llä käytössä olevasta infotaulusta saadaan
4. Mikä on NCC:llä käytössä olevan infotaulun tarkoitus