

Ida Wrange

BIM360 Field -mobiiliohjelman käyttö rakentamisvaiheen laadunhallinnassa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan insinööri

Insinöörityö

13.3.2019

<p>Tekijä Otsikko</p> <p>Sivumäärä Aika</p>	<p>Ida Wrangle BIM360 Field -mobiiliohjelman käyttö rakentamisvaiheen laadunhallinnassa</p> <p>45 sivua + 4 liitettä 13.3.2019</p>
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikan insinööri
Ammatillinen pääaine	Projektinjohto
Ohjaajat	Työpäällikkö Mikko Vaitinen Lehtori Riikka Jääskeläinen
<p>Opinnäytetyön aiheen taustalla oli tarve kehittää Skanska Talonrakennus Oy:lle lisää käyttökohteita ja käyttötarkoituksia jo olemassa olevaan mobiiliohjelmiaan. Skanskalla on ollut BIM360 Field -mobiiliohjelma aikaisemmin käytössä muun muassa asuntojen itselleluovutuksissa. Työmaalla itselleluovutuksissa onnistuneiden käyttökokemusten vuoksi kehittyi idea, voisiko mobiilityökalua voisi käyttää myös työnaikaisen laadunhallinnassa ja raportoinnissa työmaalla.</p> <p>Työn tarkoituksena oli selvittää, miten mobiilityökaluja voidaan hyödyntää päivittäin rakentamisen aikana laadunhallinnan ja laadun tarkkailun välineenä. Lisäksi tarkoituksena oli kartoittaa, kuinka rakentamisaikainen dokumentoitu laadunhallinta työmailla tällä hetkellä toteutuu, ja kaivataanko dokumentoimiseen yhtenäistettyä nettipohjaista alustaa.</p> <p>Tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallisuuslähteitä, internetiä, teemahaastatteluita, olemassa olevaa työkokemusta, ja tietoa työmaalta sekä Skanskan sisäisiä tietolähteitä. Projektin tuloksena tehtiin mobiiliohjelmiaan työmaalla käynnissä olevista sisätöiden eri vaiheista tarkastuslistoja sekä mallikatselmus- ja tarkastuspohjia. Työmaalla suoritettiin työnjohdon avulla mobiiliohjelman koekäyttö, jonka jälkeen työnjohtajia haastateltiin heidän kokemuksistaan mobiiliohjelmasta dokumentoidun laadunhallinnan työvälineenä. Lisäksi haastateltiin vastaavia työnjohtajia.</p> <p>Opinnäytetyössä saatiin selville tarve rakentamisvaiheen dokumentoidun laadunhallinnan yhtenäistetylle järjestelmälle sekä sen avuksi tehdyille työkaluille. Työnjohtajille sekä vastaaville työnjohtajille pidetyissä haastatteluissa tuli ilmi, että nykyinen Skanskalla käytössä oleva mobiiliohjelma on käyttöalustaltaan kankea, eikä se sovellu kaikille työmaille yhtenäistetyksi laadunhallinnan työkaluksi.</p>	
Avainsanat	BIM360 Field, dokumentoitu laadunhallinta, mobiilityökalu

Author Title	Ida Wrange Use of Mobile software BIM360 Field in Quality Control in Construction
Number of Pages Date	45 pages + 4 appendices 13 March 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Construction engineer
Professional Major	Project management
Instructors	Mikko Vaittinen, Project Manager Riikka Jääskeläinen, Principal Lecturer
<p>The background for the subject of the thesis came from the need to develop new use for already existing mobile software for Skanska Talonrakennus Oy. Skanska has been using a mobile software called BIM360 Field earlier to do their own assignments for house units. After successful user experiences an idea came along if the same mobile software could be used in documented quality control in construction.</p> <p>The purpose was to discover how mobile software could be utilized daily in construction to observe quality. In addition to quality observation the purpose was to survey how construction quality is documented and whether the documentation needs a unified platform.</p> <p>The research sources used were internet, literature, interviews, work experience and knowledge from construction, together with internal information from Skanska. As a result of the project, checklists and inspection forms were made of ongoing construction work. With the help of site supervisors a test run for the software was held at the construction site. After the test run the supervisors were interviewed about their experience of using the mobile software as a tool for documented quality control in construction. The site managers were also interviewed about their view of quality documentation in the construction phase.</p> <p>The study revealed a need for a unified platform for construction quality documentation as well as a need for tools to support it. The interviews of the supervisors and site managers showed, that the mobile software which is currently in use at Skanska is very stiff to use and therefore it is not suitable for the purpose of a unified platform for construction quality documentation.</p>	
Keywords	BIM360 Field, documented quality control, mobile software

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Opinnäytetyön tausta	1
1.2	Opinnäytetyön tavoite	1
1.3	Opinnäytetyön rakenne	2
2	Laadunhallinta rakentamisvaiheessa	4
2.1	Laadunvarmistuksen tavoitteet	4
2.2	Viranomaisten vaatimat laadunvarmistustoimenpiteet	5
2.3	Rakennuttajan laadunvarmistustoimenpiteet	6
2.4	Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet	7
2.4.1	Koko työmaata koskeva laadunvarmistus	8
2.4.2	Laadunvarmistustoimenpiteet yksittäisestä työstä	9
3	Mobiilisovellusten käyttäminen laadun varmistuksessa työnjohdossa	11
3.1	Eri vaihtoehtoja mobiiliohjelmille	12
3.2	Mobiilisovellusten käyttö tarkastuslistojen käyttöalustana	16
3.3	Työmaalla laadunhallinnassa ja raportoinnissa käytetyt työkalut	17
3.3.1	Tarkastukset	20
4	Kenttätutkimus mobiiliohjelman käytön kehittämiseksi Skanskan työnjohdossa	22
4.1	Tutkimusmenetelmät ja lähestymistavat	22
4.1.1	Tapaustutkimus	23
4.1.2	Haastattelut tutkimusmenetelmänä	24
4.2	Skanskan työnjohdon ja vastaavien työnjohtajien tarvehaastattelut	25
4.3	Haastattelujen tuloksia	26
4.3.1	Skanskan vastaavien työnjohtajien teemahaastattelun tulokset	27
4.3.2	Skanskan työnjohdon teemahaastattelun tulokset	29
4.4	Ohjelmiston omakohtaisen käytön löydöksiä kehittämiseksi	33
5	Toiminnan kehittäminen BIM360-ohjelmiston tehokkaammalla käytöllä	39
5.1	BIM360 Field -ohjelmiston puutteet ja kehittämistarpeet	39

5.2	Uusien toimintojen luominen BIM360 Field -ohjelmistoon	40
6	Yhteenveto ja johtopäätökset	43
	Lähteet	45
	Liitteet	
	Liite 1. Sisäkattopaneloinnin mallikatselmuspohja	
	Liite 2. Levyväliseinä- ja alakattotyövaiheen tarkastuslista	
	Liite 3. Vastaaville työnjohtajille tehdyn teemahaastattelun kysymysrunko	
	Liite 4. Työnjohtajille tehdyn teemahaastattelun kysymysrunko	

Lyhenteet

ATT	Helsingin Asuntotuotantotoimisto
POA	Potentiaalisten ongelmien analyysi
TESU	Tehtäväsuunnitelma

1 Johdanto

Idea opinnäytetyön aiheeseen tuli työtä ohjaavalta yritykseltä, Skanska Talonrakennus Oy:ltä. Skanska Talonrakennus Oy jakaantuu kolmeen eri yksikköön: talonrakennukseen, talotekniikkaan ja asuntoprojektikehitykseen. Opinnäytetyö tehdään talonrakentamisen yksikölle Etelä-Suomeen. Yksikön tyypillisin kohde on asuinkerrostalo, jossa Skanska Talonrakennus Oy toimii urakoitsijana tehden rakennustyöt aina runkotöistä asuntojen viimeistelyihin saakka.

1.1 Opinnäytetyön tausta

Opinnäytetyön aiheen taustalla on tarve kehittää lisää käyttökohteita ja käyttötarkoituksia jo Skanskalla olemassa olevaan mobiiliohjelmaan. Skanskalla on ollut BIM360 Field -mobiiliohjelma aikaisemmin käytössä muun muassa asuntojen itselleluovutuksissa. Mobiiliohjelman avulla on pystytty ottamaan kuva puutteesta, merkitsemään se pohjakuvaan, ja osoittamaan se tietylle aliurakoitsijalle, minkä jälkeen raportit on voitu laittaa eteenpäin korjausten tekijöille. Skanskalle on tehty vuonna 2017 opinnäytetyö aiheesta, työn on tehnyt Konsta Eerikäinen, ja opinnäytetyön nimi on BIM360 Field -ohjelman koe-käytön analysointi. Opinnäytetyön lopputulos oli, että BIM360 Field -mobiiliohjelman käyttöalustalla tehdyt itselle luovutukset ovat onnistuneita, ja käyttöä kannattaa näin ollen jatkaa sekä kehittää. [1.]

Työmaalla itselle luovutuksissa onnistuneiden käyttökokemusten vuoksi kehittyi idea, voisiko mobiililyökalua käyttää myös työnaikaisen laadun hallinnassa ja raportoinnissa työmaalla. Monelle työnjohtajalle BIM360 Field on tuttu jo itselle luovutuksista, joten kynnys lähteä laajentamaan ohjelman käyttöä ei ole suuri.

1.2 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyön tavoite on selvittää, miten mobiililyökaluja (Skanskalla käytössä BIM 360 Field) voidaan hyödyntää päivittäin rakentamisen aikana laadunhallinnan ja laadun tarkailun välineenä. Tarkoituksena on löytää mobiiliohjelmasta keinoja työnjohtajien työmaalla tehtyjen havaintojen ja raportoinnin helpottamiseksi ja yksinkertaistamiseksi.

Lähtökohtana mobiiliohjelman koekäytölle on tehdä rakentamisaikaisen laadunhallinnan työkaluja työnjohtajien päivittäiseen käyttöön. Koekäyttö tullaan tekemään opinnäytetyön tekijän työmaalla, jossa on käynnissä sisätyövaihe. Tehdyt laadunhallinnan työkalut tulevat keskittymään sisävaiheen töihin, ja koekäyttäjinä toimivat sisätyövaiheen eri työnjohtajat. Koekäytön jälkeen työnjohtajia tullaan haastattelemaan heidän kokemuksistaan, ja ajatuksistaan mobiiliohjelman käytöstä dokumentoidun laadunhallinnan työkaluna.

Konkreettinen kehittämistavoite opinnäytetyölle on koekäytön ja työkalujen teon lisäksi selvittää, voisiko mobiiliohjelman avulla saada rakentamisvaiheen laadunhallinnan dokumentointi yhtenäistettyä yhdelle käyttöalustalle. Mobiiliohjelman koekäytöstä saadaan palautetta, ja kehittämis ehdotuksia työnjohtajilta alustan toimivuudesta. Lisäksi opinnäytetyössä tullaan haastattelemaan vastaavia työnjohtajia heidän näkemyksestään rakentamisvaiheen laadunhallinnan dokumentoinnista, ja siitä näkevätkö he mobiilialustan dokumentoinnin kannalta hyödyllisenä työkaluna.

1.3 Opinnäytetyön rakenne

Ensimmäisenä virallisena lukuna on luku 2: Laadunhallinta rakentamisvaiheessa, jossa ensin kerrotaan, mitä laatu tarkoittaa käsitteenä ja mitä eri malleja on luotu laadun hallinnan tueksi. Luvussa käydään läpi laadun varmistuksen tavoitteita, ja pyrkimystä hankkeen aikana. Lisäksi luvussa kerrotaan viranomaisten, rakennuttajan ja urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteistä rakennushankkeessa, mitä ne pitävät sisällään, ja kuinka niitä toteutetaan. Tämä luku tehtiin opinnäytetyöhön, koska haluttiin kertoa teoriaa laadusta, mitä se tarkoittaa rakentamisessa, keitä osapuolia se koskee sekä miten se heitä velvoittaa.

Seuraavassa luvussa kerrotaan mobiilisovellusten käytöstä laadun varmistuksessa työnjohdossa. Luvussa kerrotaan muun muassa miksi mobiilisovelluksia käytetään työmaalla, ja mitä hyötyä niistä on. Luvussa esitellään muutamia tällä hetkellä markkinoilla olevia mobiilisovelluksia, jotka ovat erityisesti osoitettu rakennusalan käyttöön. Lisäksi käydään läpi, mitä hyötyä on käyttää mobiiliohjelmia esimerkiksi tarkastuslistojen käyttöalustana, ja mitä laadunhallinnan työkaluja työmaalla on tällä hetkellä käytössä.

Neljännessä luvussa käsitellään työnjohtajien avulla tehtävää kenttätutkimusta mobiiliohjelman käytöstä dokumentoidun laadunhallinnan työkaluna. Tekstissä kerrotaan, mitä tutkimusmenetelmiä ja lähestymistapoja kenttätutkimuksen aikana tullaan käyttämään, ja kuinka työnjohtajia sekä vastaavia työnjohtajia tullaan haastattelemaan. Haastattelut avataan kirjoitettuun muotoon, ja analysoidaan opinnäytetyön aiheen näkökulmasta. Lopuksi luvussa kerrotaan opinnäytetyön tekijän omakohtaisia käytön löydöksiä mobiilityökalun kehittämiseksi.

Luvussa 5 käsitellään opinnäytetyössä saatuja tuloksia. Tekstissä käydään läpi koekäytön aikana sekä haastatteluissa esille tulleita huomioita ja kehitysehdotuksia BIM360 Fieldin käyttöalustalle. Luvussa esitetään ehdotuksia uusille työkaluille, joita voidaan mobiiliohjelman käyttöalustalle lisätä, helpottamaan työnjohtajien laadun dokumentointia.

Lopuksi opinnäytetyöstä tehdään yhteenveto, jossa tiivistetään pääteemat ja tulokset yhteen lopputarkasteluun. Luvussa opinnäytetyön tekijä kertoo, mitä työn aikana tehtiin, onnistuttiinko tavoitteet saavuttamaan ja mikä on työn lopputulos.

2 Laadunhallinta rakentamisvaiheessa

Laadulla käsitteenä on monta näkökulmaa ja määritelmää. Laatu voidaan jakaa karkeasti neljään eri osaan: suunnittelun, asiakkaan, tuotannon ja ympäristön laatuun. Suunnittelun laatu kertoo, miten hyvin tuote täyttää sille suunnittelussa asetetut vaatimukset. Tuotannon laatua kuvastaa se, kuinka jokin hanke onnistuu pysymään annetuissa tavoitteissa. Esimerkiksi rakennushankkeessa tuotannon laatua on se, että rakennustyö tehdään suunnitellussa kustannustavoitteessa ja aikataulussa sekä laatutavoitteiden ja turvallisuuden mukaisesti hyvää rakennustapaa noudattaen. Asiakkaan havaitsema laatu puolestaan määräytyy hänen odottamansa laadun suhteessa toteutuneeseen laatuun. Ympäristökeskeinen laatu on yrityksen ja asiakkaiden asettamien tavoitteiden lisäksi muilta sidosryhmiltä tulevia vaatimuksia. Tällaisia ovat esimerkiksi asuinrakennuksissa olevat sisäilmaluokitukset tai tuotteen turvallisuus sen valmistuksen ja käytön aikana. [2, s.7 ja s.11.]

Laadunhallinnan avuksi on luotu erilaisia laadunhallinnan malleja, joista yleisimmin rakennusalalla käytetty malli on kansainvälinen standardisoitu laadunhallintajärjestelmä SFS-EN ISO 9000, joka pyrkii tuomaan laadun käsitteelle konkreettisen perustan. Standardin mukaan laadulla tarkoitetaan sitä, missä määrin kohteen ominaisuuden täyttävät asetetut vaatimukset. [3.]

ISO 9000 -standardisarja on johtava kansainvälinen laadunhallinnan standardisanasto, johon sisältyvät myös alan peruskäsitteiden määritelmät ja termit. ISO 9000 -standardeja sovelletaan miljoonissa erilaisissa organisaatioissa ympäri maailmaa. Standardit ovat tärkein ja laajimmin levinnyt ammattimaisen laatutoiminnan referenssi. [3.]

2.1 Laadunvarmistuksen tavoitteet

Laadunvarmistuksen ensisijainen tavoite on varmistaa eri toimenpiteiden avulla, että rakennus täyttää sille asetetut laatuvaatimukset. Osana laadunvarmistusta on laaduntarkastus, joka käytännössä tarkoittaa sitä, että tuotettua laatua mitataan ja verrataan soveltaviin tai asetettuihin laatuvaatimuksiin. Laadun varmistaminen ei voi perustua pelkästään tarkastamiseen, vaan varmistaminen vaatii myös laatuvaatimusten selvittämistä, ja niiden havainnoimista työntekijöille. [4, s.1.]

Laadun varmistamisen tavoitteena on myös pitää huolta, että hankkeen kaikki osapuolet pitävät kiinni samoista laatuvaatimuksista ja, että tieto kulkee sujuvasti suunnittelijoiden, urakoitsijoiden sekä rakennuttajan välillä. Lisäksi laadunvarmistus pyrkii minimoimaan ja poistamaan epätasaisuuksista, virheellisistä tai puuttuvista tiedoista aiheutuvat ongelmat. Kun laadunvarmistusta toteutetaan oikealla tavalla, ovat osapuolten vastuut ja velvollisuudet selkeät sekä tehdyt päätökset ja dokumentit arkistoituvat tulevaisuutta varten. [4, s.1.]

2.2 Viranomaisten vaatimat laadunvarmistustoimenpiteet

Maankäyttö- ja rakennuslain (1999/132) §12 mukaan rakentamisen ohjaus pohjautuu asetuksiin, lakeihin ja rakentamismääräyksiin. Laissa ja asetuksissa on määritetty rakentamista koskevat vaatimukset, joiden avulla todetaan talonrakentamiselta edellytetty vähimmäistaso. Rakentamisen ohjaus pyrkii turvaamaan ihmisille turvallisen, terveellisen ja viihtyisän elinympäristön. Lisäksi se pyrkii edistämään rakentamista, joka on elinkaareltaan ekologista, kestävä ja kulturellia. Myös rakennetun ympäristön huolto ja ylläpito kuuluvat tähän. [5.]

Viranomaisten tehtävä rakennushankkeessa on todeta hankkeen eri osapuolten ammattitaito ja asiantuntemus sekä seurata, että toimitaan asetettujen toimintavelvoitteiden mukaisesti. Viranomaiset asettavat noudatettavan minimitason. Urakoitsija sekä rakennuttaja voivat erillisellä sopimuksella korottaa asetettuja tasoja. Rakennusprojektin kannalta tärkeimmät viranomaisten edellyttämät laadunvarmistuksen toimenpiteet ovat: aloituskokous, rakennustyön tarkastuskirja ja laadunvarmistusselvitys. [4, s.2.]

Maankäyttö- ja rakennuslain (2014/41) §121 suosituksia noudattaen pidettävässä aloituskokouksessa yleensä täsmennetään, mitä rakennuttajalta edellytetään ja mitä hänen tulee ottaa huomioon rakennushankkeessa. Rakennushankkeen aloituskokous tulee sopia kunnan rakennusvalvontaviranomaisen kanssa, ja se tulee pitää ennen töiden aloitusta. Kokouksessa täytyy olla läsnä ainakin rakennushankkeeseen ryhtyvä eli hankkeen alullepanija, vastaava työnjohtaja sekä rakennuksen pääsuunnittelija. Aloituskokouksesta tehdään kirjallinen pöytäkirja. [6.]

Maankäyttö- ja rakennuslaki (2014/41) § 121a velvoittaa rakennushankkeelta rakennustyön tarkastusasiakirjaa. Sen tarkoituksena on helpottaa ja yhtenäistää asioiden kirjaimista ja valvomista. Tarkastusasiakirjaan tehdään merkinnät viranomaisten tekemistä tarkastuksista ja katselmuksista. Asiakirjan avulla voidaan varmistua siitä, että rakennustyö on tehty määräysten, säännösten sekä hyvän rakennustavan mukaisesti. Yksinkertaisuudessaan tarkastusasiakirja voi olla esimerkiksi työmaapäiväkirja, joka sisältää asianmukaiset tarkastusmerkinnät. [6; 4, s.2.]

Laadunvarmistusselvitys on erityismenettely, jota rakennusvalvontaviranomaiset voivat vaatia, jos aloituskokouksessa on käynyt ilmi, ettei rakennushanke välttämättä saavuta säännösten ja määräysten edellyttämää tasoa. Selvitys voi koskea rakennushankkeen laajaa työvaihetta tai koko hanketta. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee osoittaa laadunvarmistusselvityksen avulla ne toimet, joilla varmistutaan hyvän rakennustavan toteutumisesta sekä säännösten ja määräysten täyttymisestä. Työ voidaan aloittaa sen jälkeen, kun rakennusvalvontaviranomainen on hyväksynyt selvityksen. [4, s.2.]

2.3 Rakennuttajan laadunvarmistustoimenpiteet

Rakennuttajan rakentamisvaiheen laadunvarmistukseen vaikuttavat rakennuttajan oma laatujärjestelmä sekä viranomaisten vaatimukset. Rakennuttaja tekee hankekohtaisen laatusuunnitelman ja sitä tukevan laadunvalvontasuunnitelman. [4, s.3.]

Rakennuttajan tärkeimpiä rakennusvaiheen tehtäviä ovat työmaavalvonta sekä myötävaikutusvelvollisuus. Myötävaikutusvelvollisuudella tarkoitetaan sitä, että rakennuttaja omalla toiminnallaan ylläpitää ja auttaa urakoitsijaa täyttämään sopimuksen perusteella hänelle kuuluvat velvollisuudet. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 §8 mukaan rakennuttajan on varmistettava, että hänelle kuuluvat myötävaikutusvelvollisuudet käyvät toteen. [7; 4, s.3.]

Rakennuttamisen laadun näkökulmasta on tärkeää, että rakennuttaja toimittaa suunnitelma-asiakirjat aikataulussa urakoitsijan käyttöön ja, että suunnitelmat on katsottu paikkaansa pitäviksi ja sisällöllisesti tarkastettu. Suunnitelmien ei tulisi olla ristiriidassa keskenään, eikä niissä saisi olla tulkinnan varaan jääviä kohtia. Tarkastamisen taustalla on

minimoida rakennusvaiheessa virheellisistä suunnitelmista aiheutuvat virheet. Suunnitelmista huolehtiminen ei jää yksin rakennuttajan vastuulle, vaan myös urakoitsijan tulee huomioida puuteet ja pyytää tarvittaessa suunnitelmia. [4, s.3.]

Rakennuttajan tulee laadun varmistamiseksi järjestää työmaalle valvonta. Rakennuttaja palkkaa ulkopuolisen työmaavalvojan, joka varmistaa, että rakennustyöt on tehty sopimuksen mukaan ja hyvää rakennustapaa noudattaen. Valvojan tehtävänä on myös ennaltaehkäistä virheitä ja ongelmia antamalla ohjeita, jotka täydentävät ja täsmentävät suunnitelmia. YSE 1998 §61 mukaan mahdollisen virheen huomattessaan valvoja ilmoittaa siitä urakoitsijalle. Urakoitsijan tulee korjata virhe välittömästi. Työmaalla valvontaa tekevät valvojan lisäksi urakoitsija, suunnittelijat, viranomaiset ja mahdolliset erikoisvalvojat. [7; 4, s.3.]

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 §10,1 mukaan urakoitsijan tulee noudattaa sopimusasiakirjoissa määritettyä laadunvarmistusta. Urakoitsijan tulee esittää ennen työn aloitusta, kuinka hän varmistaa tulevan urakan laadun. Vaadittaessa se tulee tehdä kirjallisesti. Urakoitsijan tulee varmistaa rakentamisessa, että se laatutaso, joka on sopimusasiakirjoissa sovittu, toteutuu. [7.]

YSE 1998 pykälässä 10, toisessa momentissa sanotaan lisäksi, että urakoitsijan tulee hyväksyttää rakennuttajalla tärkeimmät toimittajansa ja aliurakoitsijansa. Näin rakennuttaja voi varmistua tuotteiden ja suoritusten laadusta. YSE 98 pykälässä 10, kolmannessa momentissa kerrotaan, että urakoitsijan tulee myös käyttää sellaisia rakennustuotteita, ”joiden takuu aika vastaa vähintään urakoitsijan takuu aikaa”. Urakkaa solmittaessa voidaan asiakirjoihin määrätä toisin. [7.]

2.4 Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 98 pykälän 10, ensimmäisessä momentissa vaaditaan urakoitsijaa tekemään laadunvarmistuksensa kirjallisena eli toisin sanoen urakoitsijan on tehtävä laatusuunnitelma. YSE 98 §11 mukaan vaaditaan myös urakoitsijalta laadunvalvontaa. Työmaalla laadunvarmistustoimenpiteet jakautuvat yksittäistä tehtävää koskeviin toimenpiteisiin ja koko työmaata koskeviin laadunvarmistustoimenpiteisiin. [7; 4, s.4.]

Laadunvalvontaa toteutetaan erilaisten tarkastusten, mittausten ja katselmuksien avulla. Osana laadunvalvontaa ovat myös laatutodistuksien tarkastus ja arkistointi. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot 1998 §11 antavat seuraavanlaisia määräyksiä laadunvalvonnan saralta:

- Tilaajalle on kerrottava havaituista vakavista laatuvirheistä sekä niiden korjaamiseksi tehdyistä toimenpiteistä,
- Ennen rakennuttajalle tehtävää luovutusta on urakoitsijan toteutettava itselle luovutus,
- Ei-kelvolliset rakennusmateriaalit ja rakennusosat on poistettava työmaalta, ja ennen rakennusosan tai materiaalin kiinnittämistä ne tulee tarkastaa,
- Laitteistojen ja järjestelmien toimivuus on tarkastettava käyttökokein,
- Urakoitsijan tulee kustantaa sopimusasiakirjoissa mainitut laatukokeet. Jos urakoitsijan työ vastaa vaatimuksia, tulee rakennuttajan kustantaa mahdolliset ylimääräiset laatukokeet. [7.]

2.4.1 Koko työmaata koskeva laadunvarmistus

Koko työmaan laadunvarmistuksen kannalta tärkeä on määrittää ja arvioida ne riskit, jotka voivat vaikuttaa huonontavalla tavalla lopputulokseen tai aiheuttaa vaikeuksia hankkeen onnistumisen ja laadun näkökulmasta. Urakoitsija tekee rakennushankkeelle laatusuunnitelman, jossa otetaan huomioon hankkeen erityispiirteet ja suunnitellaan kuinka asetetut tavoitteet ja vaatimukset tullaan täyttämään. Laatusuunnitelmaan liittyvässä laadunvarmistussuunnitelmassa kartoitetaan ennalta mahdolliset virheet ja puutteet niin suunnitelmien, toteutuksen kuin työn tuloksenkin kannalta. [4, s.5.]

Laatusuunnitelman tarkkuuteen vaikuttaa kuinka suuri urakka on kyseessä. Suunnitelmassa tulee vähintään määrittää vastuunjako urakoitsijoiden välillä sekä vastuuhenkilöt. Laatusuunnitelman avulla varmistetaan oman toiminnan laadullinen tarkkailu sekä sujuva kommunikointi eri osapuolten välillä. Työmaalla toimivat sivu-urakoitsijat tekevät myös omaa urakkasuoritusta koskevan laatusuunnitelman. [4, s.5.]

Urakoitsijan tulee tehdä osana työmaan laadunvarmistusta potentiaalisten ongelmien analyysi (POA), jonka avulla voidaan tehokkaasti tunnistaa mahdolliset, tulevat riskit

hankkeessa. Potentiaalisten ongelmien analyysissä tunnistetaan ensin riskit, joita voivat olla esimerkiksi suunnitelmien virheettömyys ja resurssien oikea aikainen saanti tai yhteensovitus. Tämän jälkeen määritetään menettelytapa riskien torjuntaan. POA:n keinoin havaittuja ongelmia ehkäistään muun muassa suunnitelmamuutoksia, parantamalla työsuunnittelua, tehtävien vastuutuksella sekä sopimusteknisin keinoin. [4, s.5.]

Osana urakoitsijan laadunvarmistusta on myös itselleluovutus. YSE 98 mukaan urakoitsijan tulee tarkastaa koko rakennuksen laatu (71,3 §), omat suoritusvelvolliset työt (11,1§) sekä korjata havaitut puutteet ja viat ennen tilaajalle luovutusta. Itselleluovutus tehdään sekä rakennusteknisistä että taloteknisistä töistä. Itselleluovutuksesta ei tarvitse tehdä kirjallista dokumenttia, elleivät viat ole vakavia (11,2§). Myös aliurakoitsijoiden tulee tehdä itselleluovutus omista töistään. [7; 4, s.5.]

2.4.2 Laadunvarmistustoimenpiteet yksittäisestä työstä

Yksittäisten tehtävien suunnitelmilla eli tehtäväsuunnitelmilla (TESU) on tarkoituksena varmistaa tavoitteiden mukainen edistyminen ja tuotannon häiriötön sujuminen. Tehtäväsuunnittelussa tehdään yhden tehtävän toteutuksesta kokonaisvaltainen ja yksityiskohtainen selvitys, jotta työt sujuisivat asetettujen vaatimusten ja tavoitteiden mukaisesti. [4, s.7.]

Tehtäväsuunnitelmassa kyseisen tehtävän laatuvaatimukset kootaan yhteen ja tehdään niiden pohjalta työsuoritusohjeeksi, mitattaviksi toimintatavoitteiksi ja laatuominaisuuksiksi. Samalla katsotaan, kuinka käytännössä tehdään piirustuksissa ja suunnitelmissa olevat ratkaisut, esimerkiksi koteloinnit ja aukkojen ylitykset. Laatuvaatimukset koskevat lähinnä työn lopputuloksen ulkonäköä, ominaisuuksia, mittoja ja toleransseja. Vaatimukset voivat koskea myös työsuoritusta tai toimintaa työmaalla. Urakoitsijan on esitettävä laatuvaatimuksille aina keinot, kuinka ne havaitaan ja dokumentoidaan. Työkaupoissa ja aliurakoissa liitetään laatuvaatimukset sopimusasiakirjojen liitteeksi.

Tehtäväsuunnitelman tulokset käsitellään yleensä aliurakan aloituspalaverissa, työntekijöiden ollessa läsnä. Tämän yhteydessä suoritetaan työkohteen vastaanottokatselmus, jossa todetaan uuden työkohteen valmius aliurakan

suorittamiselle kelpolliseksi. Vastaanottokatselmukseen osallistuvat aliurakoitsijan, pääurakoitsijan ja edellisen työvaiheen edustajat.

Ensimmäisen työkohteen valmistuessa suoritetaan mallitarkastus. Tarkastuksen tarkoituksena on osoittaa, että laatupiirissä tai aliurakan aloituskokouksessa sovitut asiat ovat toteutuneet. Tarkastukseen osallistuvat työntekijät sekä työnjohto. Havaittaessa laatuvirheitä tulee ne korjata ennen seuraavaan työkohteeseen siirtymistä. Runsaasti eri vaiheita sisältävät työvaiheet tarkastetaan vaiheittain.

[4, s.7.]

3 Mobiilisovellusten käyttäminen laadun varmistuksessa työnjohdossa

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 §10 vaativat urakoitsijalta laadunvalvontaa. Tarkastukset ja dokumentointi ovat tärkeässä asemassa yrityksen tuottaman laadun onnistumisessa ja varmistamisessa. Rakennusalalla pyritään jatkuvasti kehittämään kustannustehokkaita tai aikaa säästäviä rakennusteknisiä ratkaisuja. Dokumenttien vaadittu määrä on kuitenkin koko ajan kasvanut. Tähän vaikuttaa viranomaisilta ja muilta tahoilta tulevat vaatimukset sekä yrityksen halu parantaa ja varmistua asiakkaalle tuotetun lopputuotteen laadusta. [7; 8.]

Mobiilisovellusten ja nettiselainpohjaisten ohjelmien käyttö dokumenttien ja tarkastuslistojen käyttöalustana on osa digitalisaatiota. Paperidokumentoinnin kirjauksiin verrattuna mobiilisovellusten käyttö työmaalla tehostaa tuotannon dokumentointia, ja näin ollen säästää aikaa. Mobiilialusta myös yhtenäistää projektin dokumentit, raportit, työkalut ja valokuvat yhteen paikkaan, ja ne ovat helposti kaikkien osapuolten löydettävissä. [8; 9.]

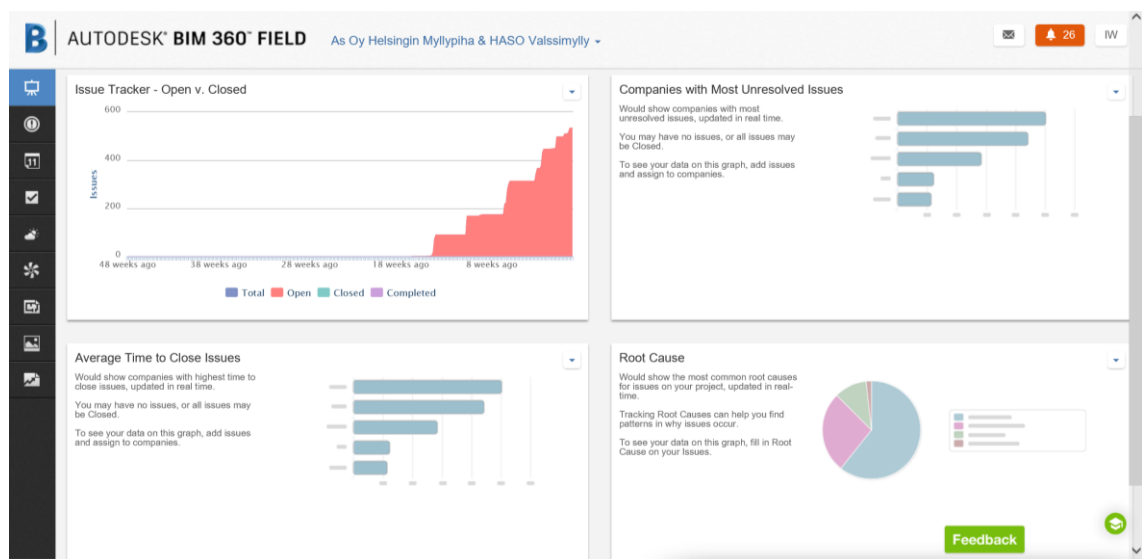
Ohjelmilla pystytään seuraamaan laadun toteutumista rakennusaikana, ja todennäköisiin ongelmakohtiin on mahdollista reagoida reaaliajassa. Kustannuksienkin kannalta on parempi, että laatuongelmiin puututaan heti, eikä vasta loppuvaiheessa. Yhtenäistetty dokumentointi on myös tärkeää projektin elinkaaren kannalta. [8; 10.]

Mobiilisovelluksia työmaakäyttöön on kehitetty monia erilaisia, ja niissä voi olla toisistaan hieman eroavat toiminnot. Sovelluksia pyritään kehittämään jatkuvasti vastaamaan käyttäjien tarpeita. Jokainen käyttäjä voi määritellä ja valita itse omiin tarpeisiinsa sopivimman käyttöalustan.

3.1 Eri vaihtoehtoja mobiiliohjelmille

BIM360 Field

BIM 360 Field on Skanskalla käytössä oleva verkkoselaimella toimiva työkalu, jonka avulla voidaan seurata projektin etenemistä reaaliajassa. Käyttöjärjestelmällä jokainen käyttäjä voi nähdä projektin etenemisen. Työmailla eri osapuolten välinen kommunikointi on ohjelman välityksellä sujuvampaa, ja se sallii projektiin osallistuvien jakaa tietoa projektin kuvista, piirustuksista ja ongelmista. Ohjelma toimii sekä nettialustalla että mobiilialustalla. [10.]



Kuva 1. Kuvassa on BIM 360 Field -mobiiliohjelman käyttöalustan aloitusnäköymästä otettu kuvakaappaus. [10.]

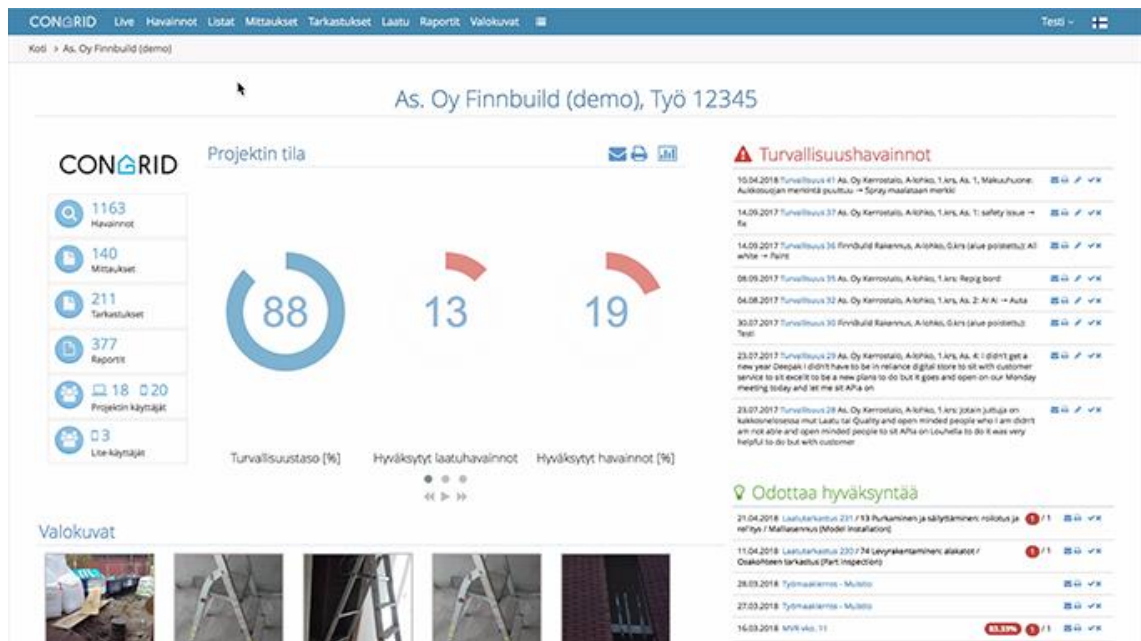
Kuvasta 1 voidaan nähdä, millainen on BIM 360 Fieldin käyttöalustan aloitusnäköymä. Näköymässä vasemmalla palkissa on valikko, josta voidaan valita haluttuja eri toimintoja, esimerkiksi tarkastuslistoja, dokumenttikirjasto ja kalenteri. Lisäksi aloitusnäköymässä on graafisten kuvien avulla hahmotettu esimerkiksi aliurakoitsijoita, joilla on eniten ratkaisemattomia puutteita.

BIM 360 Fieldiä voidaan hyödyntää raporttien ja tilastojen luomiseen erilaisista työmaalla ilmenneistä kysymyksistä tai ongelmista. Näitä tilastoja voidaan seurata, ja saatua tietoa hyödyntää jatkossa tulevissa hankkeissa. Ohjelman avulla pystytään hahmottamaan esimerkiksi, mitkä alihankkijat ovat kannattavia kumppaneita. Raportteja ja tilastoja voidaan tarvittaessa tulostaa paperiseksi versioksi nettiselaimelta. [10.]

Lisäksi ohjelmalla voidaan seurata koko projektin työnaikaista laadunhallintaa. Sovelluksen alustaan on mahdollista luoda eri työvaiheille tarkastuslistoja, joiden avulla pysytään ajan tasalla tehdyistä töistä, ja niiden oikeaoppisista toteutustavoista. Tarkastuslistoihin voi liittää kuvia, jotka havainnollistavat laadunhallinnan toteutumista. BIM 360 kerää kaiken tarvittavan tiedon yhteen paikkaan, ja kaikki osapuolet voivat tarkastella tietoja sujuvasti. [10.]

Congrid

Congrid on BIM 360 Fieldin kaltainen verkkoselaimella toimiva sovellus, joka toimii sekä mobiilialustalla että nettiselaimella. Sen avulla voidaan dokumentoida ja merkitä ylös projektissa havaittuja puutteita ja virheitä. Ohjelmalla voidaan seurata työvaiheiden etenemistä, ja arkistoida eri työvaiheista otettuja valokuvia. Alustalle voidaan ladata projektin pohjakuvat, joihin on mahdollista merkitä havaittuja virheitä, ja kohdistaa ne korjajalle. Tämä on myös mahdollista BIM 360 Fieldissä. [8.]



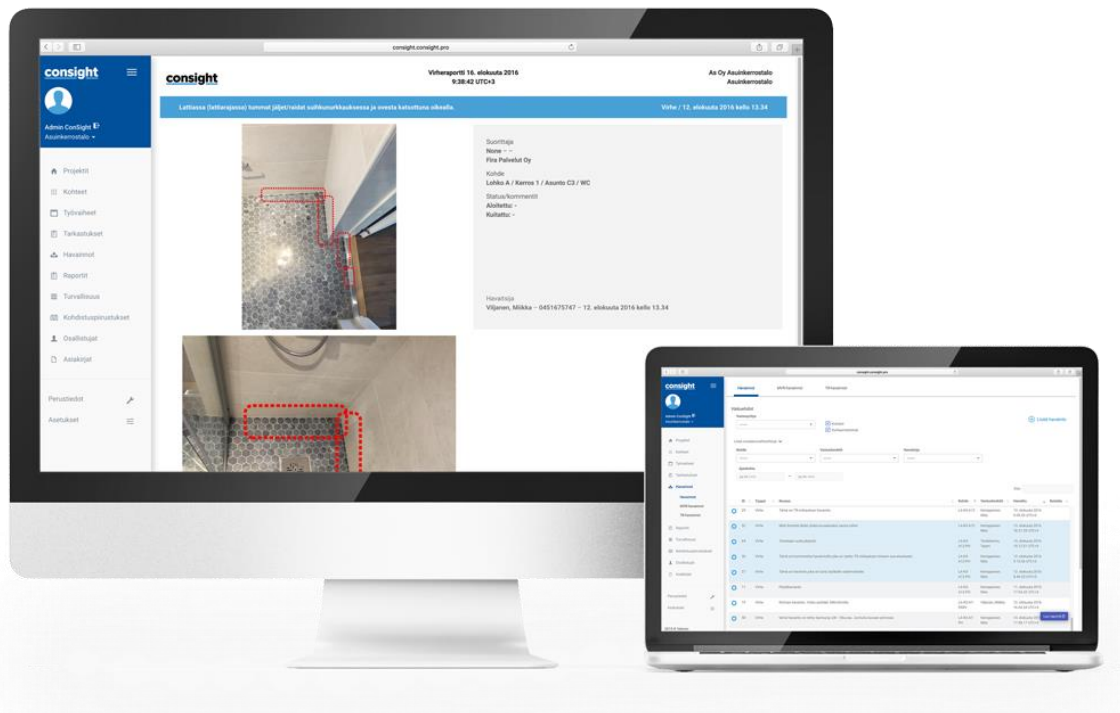
Kuva 2. Kuvakaappaus Congridin nettisivuilta sovelluksen käyttöalustan aloitusnäkyvästä. [8.]

Kuvasta 2 voidaan havaita, että Congridin mobiilisovelluksen käyttöalustan etusivu on selkeä ja sen kautta on helppo hahmottaa projektin kannalta tärkeimmät asiat. Vasemmasta palkista löytyvät erilaiset dokumentit, ja niiden lukumäärät. Heti aloitussivun keskeltä nähdään koko projektin aikainen turvallisuustaso. Näkymän oikealla puolella on lista tehdyistä turvallisuushavainnoista, ja lisäksi alareunassa on hyväksyntää odottavat puutteet ja kuvia puutteista.

Congrid-ohjelmalla on mahdollista tehdä TR-mittauksia, ja työmaan turvallisuushavainnot. Lisäksi sovellukseen voidaan ladata kaikki dokumentit ja suunnitelmat, jolloin niitä voidaan tarkastella myös työmaalla ollessa. Kaiken kaikkiaan Congrid on hieman kattavampi ohjelma, kuin BIM 360 Field, ja sen avulla kaikki työmaalla tarvittava tieto ja työkalut löytyvät yhdestä paikasta. Congrid on siis sovellus sellaiselle käyttäjälle, jolla ei ole erillisiä ohjelmia esimerkiksi TR-mittausten tekoon ja dokumenttien arkistointiin, tai käyttäjälle, joka haluaa yhtenäistää eri dokumenttien ja työkalujen hallinnoimisen. [8.]

Consight

Consight on netti- ja mobiiliselaimella käytettävä rakennustyömaan laatua, työturvallisuutta ja dokumentinhallintaa helpottava työkalu. Ohjelman avulla projektin eri osapuolet voivat välittää korjauspyyntöjä, tehtäviä, seurata projektin etenemistä sekä kommentoida tapahtumia. Sovelluksella pystyy luomaan eri dokumentteja ja raportteja, ja niiden tulos paperiseen muotoon on helppoa. [9.]



Kuva 3. Kuvakaappaus Consightin nettisivuilta sovelluksen käyttöalustan näkymästä. [9.]

Consightin mobiilialustan käyttöliittymä on hyvin yksinkertainen ja pelkistetty. Kuten kuvasta 3 voidaan huomata, ovat sovelluksessa tarvittavat työkalut listattu näkymän oikean reunan palkkiin. Sieltä löytyvät muun muassa tehdyt raportit, tarkastukset ja havainnot. Avattaessa esimerkiksi havaintoja, aukeaa näkymään selkeä ja isokokoinen kuva sekä tekstille varattu oma tila.

Consight on suunniteltu projektin kaikkien osapuolten käyttöön, ja sillä voidaan tehdä laatutarkastuksia projektin edetessä. Samalla tavalla kuin BIM 360:ssä ja Congridissa, voidaan Consightissakin ladata projektin pohjapiirustukset käyttöalustaan, ja merkitä niihin työmaalla virrehavainnot kuvineen ja kommentteineen. Consightissa laatutarkastukset voi tehdä valmiisiin muokattaviin tarkastuspohjiin, joita on käyttöalustassa 300 kappaletta. Näin ollen tarkastuslistoja ei tarvitse käyttäjän tehdä kokonaan itse. [9.]

Ohjelmassa on myös TR-mittauksia varten omat toimintonsa. Lisäksi asiakirjat ja dokumentit säilyvät aina mukana, sillä ne voidaan ladata ohjelman käyttöliittymään. Consight on sovelluksena sopiva käyttäjälle, joka etsii yhtenäistä ja valmista kokonaisuutta työmaan eri dokumenttien ja työkalujen jäsennehtyyn käyttöön. [9.]

3.2 Mobiilisovellusten käyttö tarkastuslistojen käyttöalustana

Lähes kaikilta työmaan toimihenkilöiltä löytyy tänä päivänä älypuhelin, ja usein työmaalla on käytössä tablettitietokoneita, joita on helppo käyttää myös työmaatoimiston ulkopuolella. Erilaisia työmaan päivittäisiä toimintoja helpottavia mobiilisovelluksia pystyy käyttämään suurimalla osalla älylaitteista. Mobiiliohjelmien käyttö esimerkiksi laadunhallinnassa tarkastuslistojen käyttöalustana on sujuvaa, sillä tiedot arkistoituvat yhteen paikkaan sovelluksen käyttöliittymässä, mahdolliset kuvat löytyvät samasta paikasta kuin itse dokumentti, ja tiedostot voidaan tulostaa kirjallisena tai lähettää saman tien sähköpostilla halutuille henkilöille.

Skanskalla käytössä olevalla BIM360 Field -mobiilisovelluksella voidaan luoda erilaisia tarkastuslistoja eri tarpeisiin, esimerkiksi katselmuksia tai työmaan omaa laadunvarmistusta varten. Tarkastuslistoja voidaan muokata eri toimintojen avulla, ja niihin on mahdollista saada esimerkiksi allekirjoituksia, kuvia, rastitettavia valintasarakkeita tai alasve-tovalikoita (Kuva 4). Sovelluksen käyttöalustalla on valmiina eri vaihtoehtoja tarkastuslistaan halutuille toiminnoille, ja ne ovat helposti käyttäjän ulottuvissa. Käyttöliittymä mobiilisovelluksella on melko yksinkertainen, jotta tavanomaisenkin käyttäjän olisi mahdollisimman helppo oppia hyödyntämään sovellusta.

002 Paikka	<div>As Oy Helsingin Myllypiha</div> <div>Haso Valssimylly</div>
Comments	Details
	Issues

003 Asunto	
Comments	Details
	Issues

Kuva 4. Kuvakaappaus BIM 360 Fieldin käyttöalustalta, johon opinnäytetyön tekijä on tehnyt tarkastuslistan. Kuvassa näkyy alavetovalikko, jonka avulla voidaan täsmentää paikka, johon tarkastus kohdistuu.

Tehtäessä tarkastuksia tai katselmuksia mobiilisovelluksen avulla, voidaan kohteen kuvat ja tekstit linkittää kohteen pohjapiirustuksiin. Näin havaitut virheet on helpompi paikantaa ja korjata. Esimerkiksi tarkastuksen aikana havaittu puute pystytään merkitsemään pohjakuvaan, ja liittämään siihen kuva havainnollistavan tekstin kanssa.

Mobiilisovelluksen käyttöliittymään voidaan myös antaa tunnukset ja katseluoikeudet projektin kaikille osapuolille, jolloin havaittu tieto välittyy usealle eri taholle. Tämä ominaisuus myös helpottaa laadunvarmistuksen hallintaa työmaalla, kun eri osapuolet näkevät reaaliajassa, mitä laadunvarmistuksen tarkastuksia ja toimenpiteitä työmaalla on tehty. Lisäksi tiedon välittyminen auttaa ehkäisemään havaittujen puutteiden toistumista esimerkiksi seuraavissa projekteissa.

3.3 Tilaajan työmaalla laadunhallinnassa ja raportoinnissa käytetyt työkalut

Skanskalla on käytössä valmiita dokumenttipohjia esimerkiksi mallikatselmuksille ja tarkastuslistoille, joita voidaan hyödyntää tässä opinnäytetyössä. Nämä laadunhallinnan apuna käytettävät dokumentit löytyvät Skanskan omasta sisäisestä järjestelmästä. Valmiita laadunhallinnan dokumenttipohjia soveltaen tehdään BIM360 Field -mobiiliohjelman käyttöalustaan nettiselaimella toimivia ja mobiilialustalle tallentuvia eri työvaiheiden työn laadun tarkastuslistoja, mallikatselmuspohjia, ja muita tarkastuspohjia.

Skanskan sisäisestä järjestelmästä löytyviä dokumentteja ei kopioida suoraan, vaan niitä hyödynnetään sisällöllisesti, ja muokataan BIM 360 Fieldin käyttöalustaan sopiviksi, niin käytettävyyden kuin sisällönkin yksinkertaistamiseksi. Esimerkiksi valmiista sisäkattopaneloinnin mallikatselmuspohjasta (Liite 1), hyödynnetään kohtia, jotka mallikatselmuksessa tulisi käydä läpi. Kuvassa 5 on havainnoitu, miltä mallikatselmuspohja näyttää BIM360 Fieldin alustalla.

The screenshot displays the BIM360 Field mobile application interface. At the top, the status bar shows 'elisa 4G', '9.20', and '100 %' battery. The app header includes 'Checklists Find Checklists', the title 'Sisäkattopaneloinnin mallikatsel...', and a 'Header' button. Below the header is a grey box with Finnish text: 'Mikäli tarkastukset tai malliasennus jaetaan osiin tulee jokaisesta osatarkastuksesta täyttää tämä muistio. Tarkastusasiakirja kuitataan vasta, kun jokainen osatarkastus on hyväksytysti suoritettu. Tarkastuksen laajuuden päättää tarkastuksesta vastuullinen henkilö.' Below this is another grey box titled 'Allekirjoitus' with the text: 'Tällä sähköisessä muodossa olevalla allekirjoituksella hyväksyn tehdyn työsuorituksen.' The main content area lists seven checklist items, each with a number, a title, a comment box, and an action button:

- 001 **Päivämäärä** (Choose Date button)
- 002 **Paikka** (Select Response button)
- 003 **Asunto** (enter text button)
- 004 **Läsnäolijat** (Select Responses button)
- 005 **Suunnitelmiin on tutustuttu ennen työn aloitusta (pääurakoitsija)** (Select Response button)
- 006 **Suunniteltu työ on tehty suunnitelmien mukaan (jos ei niin selitys puutteista).** (Select Response button)
- 007 **Huomiot/Kommentit** (enter text button)

Each item has an 'Issue' icon and a 'Tap to enter comments' prompt. The bottom navigation bar includes icons for a menu, a wrench, a camera, the text 'AUTODESK® BIM 360™ FIELD', a user profile icon, and a double arrow icon.

Kuva 5. Kuvakaappaus opinnäytetyön tekijän tablettitietokoneelta. Kuvassa on havainnoitu miltä BIM360 Fieldin käyttöalustalle tehty mallikatselmuspohja näyttää mobiiliapplikaatiossa.

Katselmuspohjaan tulisi merkitä päivämäärä, jolloin katselmus pidetään, paikka ja esimerkiksi asunto, jossa katselmus järjestetään, katselmukseen osallistuvat henkilöt ja heidän nimet sekä yritys, jossa he työskentelevät. Lisäksi katselmuksessa tulee käydä ilmi, hyväksytäänkö tehty mallityö tai malliasennus, ja onko läsnäolijoilla jotain kommentteja tai huomioita asiaan liittyen. Lopuksi tulee pohjasta löytyä myös allekirjoitus, jolla tehty työsuoritus hyväksytään. Allekirjoitus tehdään mobiiliohjelmalla sähköisesti, joten se tulee esittää huomiona mallikatselmuksen dokumentissa.

Mallityö ja mallikatselmuks

Mallityö on jonkin työryhmän tekemä ensimmäinen työ, joka tarkastetaan mallikatselmuksessa. Katselmuksessa havaitut poikkeamat korjataan ennen seuraavaan kohteeseen siirtymistä. Hyväksytyn työn mukaista laatutasoa noudatetaan seuraavissa työkohteissa. Mallityön tarkastukseen osallistuvat työvaiheen tekijät, työmaamestari, arkkitehti, suunnittelija ja valvoja. Mallityön avulla siis käytännössä konkretisoidaan työn laatutaso. [2, s.18.]

Mallityöstä tarkastetaan esimerkiksi:

- Käytetyt materiaalit
- Pintojen laatu
- Rakenteiden mittatarkkuus ja suoruus
- Liittyminen muihin rakenteisiin ja työvaiheisiin
- Varusteet ja laitteet [2, s.28.]

Työkohteista tehdyt tarkastukset dokumentoidaan. Hyväksytyistä työkohteista ja mahdollisista korjaustoimenpiteistä tehdään merkinnät esimerkiksi työmaapäiväkirjaan. Tarkastusasiakirjat allekirjoitetaan ja dokumentoidaan. [2, s.28.]

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan työmaan sisätyövaihetta, ja siihen liittyviä mallikatselmuksia. BIM 360 Field -ohjelman käyttöalustaan tehdään Skanskan valmiita mallikatselmuspohjia käytettäväksi mobiilisovelluksen avulla tehtäviin katselmuksiin. Näitä voivat olla esimerkiksi harvalaudoituksen mallikatselmus, sisäkattopaneloinnin mallikatselmus, kylpyhuonelaatoituksen mallikatselmus ja niin edelleen.

3.3.1 Tarkastukset

Työmaalla voidaan tehdä rakentamisvaiheessa tarkastuslistoja eri työvaiheista ja niiden oikeanlaisesta toteuttamisesta. Tarkastuslistat perustuvat RATU-ohjekortteihin. RATU-ohjekortit ovat julkaisseet yhteistyössä Rakennustieto Oy ja Talonrakennusteollisuus ry. Ohjekorteissa selitetään muun muassa eri töiden materiaalien asennustyöt, avustavat työt, materiaalien menekit sekä asennuksien toleranssit. Ohjekorttien avulla voidaan tehdä tarkastuslistoja, joita hyödyntämällä katsotaan onko työsuoritus tehty laatukriteerejä vastaavaksi. [11.]

Skanskalla on käytössä tarkastuslistoina valmiita Excel-pohjia, joita hyödynnetään tässä opinnäytetyössä, esimerkki levyväliseinä- ja alakattotyövaiheen tarkastuslistasta on liitteessä 2. Jo olemassa olevista tarkastuslistojen pohjista valitaan työmaakohteeseen sopivimmat, ja ne lisätään BIM 360 Fieldin käyttöalustaan kohdekohtaisiksi muokattuina. Lisäksi osa tarkastuslistoista tehdään itse RATU-ohjekorttien pohjalta.

Tarkastuslistojen avulla käydään työmaalla tarkastamassa tehty työsuoritus ja sen toteutustavan vastaavuus RATUn asettamiin laatukriteereihin. Tarkastuslistoja käyttämällä voidaan valvoa työsuoritusten laatua ja laadun kehitystä tekemällä aina samanlainen tarkastus esimerkiksi eri asuntojen välillä. Tarkastuslista on myös hyvä työkalu sellaiselle henkilölle, joka ei täysin tiedä mitkä ovat tietyn työsuorituksen toleranssit ja oikeaoppiset menetelmät.

Tarkastuslista toteutetaan BIM 360 Fieldin käyttöalustaan lisäämällä sinne kysymyksiä, joihin tulee vastata kyllä, ei tai ei varmuutta (eng. Yes, No or N/A). Esimerkiksi levyväliseinä- ja alakattotyövaiheesta tehtävässä tarkastuslistassa kysymyksenä voi olla: ” märkätilojen seinien runkojako on <k450”. Kuvasta 6 voi nähdä, millainen tarkastuslista on BIM 360 Fieldillä toteutettuna.

elisä

4G

9.21

100 %

Checklists

Find Checklists

Levyväliseinä- ja -alakattotyövaih...

Header

001

Runkojako sovitettu käytettävälle levyille (k600/k450)

Yes

No

N/A

!

Issue

Tap to enter comments

002

Märkätilojen seinien runkojako <k450

Yes

No

N/A

!

Issue

Tap to enter comments

003

Rungolle on jätetty pystysuuntainen liikevara (15mm)

Yes

No

N/A

!

Issue

Tap to enter comments

004

Runkotilan eristäminen ei aiheuta levyjen taipumaa

Yes

No

N/A

!

Issue

Tap to enter comments

005

Eristeen naksuus yhteensopiva I VISC-

Yes

No

N/A

!

Issue

Tap to enter comments

Kuva 6. Kuvakaappaus opinnäytetyön tekijän tablettitietokoneelta BIM360 Fieldin käyttöalustalta. Kuvassa havainnoidaan miltä tarkastuslista näyttää tablettitietokoneella.

Lisäksi käyttöalustaan tehdään erikseen kyseiselle työmaalle soveltuvia tarkastuspohjia. Esimerkiksi työmaalla on asuinhuoneistossa puiset portaat kerrosten välillä, joista tehdään portaan asennuksen jälkeen porrastarkastus. Tarkastuksessa todetaan portaan oikeaoppinen asennus, portaan askelmien, käsijohteiden, rungon sekä kaidepinnojen kunto ja yleisilme. Tämän tarkastuksen avulla voidaan heti asennuksen jälkeen havaita mahdolliset puutteet ja virheet asennuksesta sekä ilmoittaa niistä porrastfirmalle.

4 Kenttätutkimus mobiiliohjelman käytön kehittämiseksi Skanskan työjohdossa

Opinnäytetyön kohteena olevalle työmaalle tehdään BIM 360 Fieldin käyttöalustaan rakentamisvaiheen laadunhallintaan liittyviä työkaluja, joita työnjohtajat tulevat käyttämään työmaalla. Käyttöalustaan tehtäviin työkaluihin voivat työnjohtajat myös itse ehdottaa esimerkiksi haluamiaan tarkastuslistoja. Työnjohtajat koekäyttävät mobiilityökalua rakennusaikaisen laadunhallinnan näkökulmasta, ja muodostavat oman mielipiteensä käyttöalustan toimivuudesta. Koekäytön jälkeen työnjohtajia haastatellaan liittyen heidän käyttökokemuksiin BIM 360 Fieldistä, ja siitä mitä he ohjelmalta toivoisivat, ovatko tehdyt työkalut helpottaneet laadunhallinnan seuraamista ja dokumentointia ja niin edelleen.

4.1 Tutkimusmenetelmät ja lähestymistavat

Tutkimusmenetelmiä ja lähestymistapoja on useita erilaisia, ja kehittämiskohdetta voikin tarkastella monen eri lähestymistavan avulla. Lähestymistapoja ovat esimerkiksi tapaus-tutkimus ja toimintatutkimus. Näissä tutkimusmenetelmissä on kussakin omat ominaispiirteensä ja tutkimukselle tyypilliset menetelmät. Kehittämiskohteen lähestymistavan valintaa tulee pohtia, jotta tutkimuksellisuus toteutuu kehittämistyössä, ja jotta saadaan haluttu tulos aikaan menetelmän avulla. Lähestymistavan valinnassa voi käyttää kustakin tavasta ne piirteet, jotka vastaavat parhaiten oman kehittämistyön tarpeita. Kuitenkin on muistettava, että käytettyjä menetelmiä ei voi nimetä tutkimukseen, jos ne eivät täytä keskeisiä ominaispiirteitä menetelmästä. Lisäksi menetelmien käyttöä tulee perustella. [12, s.51 ja s.52.]

Lähestymistavan valinnan aikana ja valinnan tultua tehtyä, tulee määrittää tutkimuksessa käytettävät tiedonhankinnan menetelmät. Konkreettisia menetelmiä ovat esimerkiksi haastattelut ja kyselyt. Lähestymistapa ei vielä määritä käytettäviä menetelmiä, mutta se antaa suuntaa valinnalle. On hyvä ottaa huomioon, että jokin täsmennetty menetelmä ei ole rajattu vain tietylle lähestymistavalle, vaan lähes jokainen menetelmä soveltuu kaikille lähestymistavoille. [12, s.51 ja s.52.]

4.1.1 Tapaustutkimus

Tapaustutkimuksen lähtökohdat tulevat tieteellisen tutkimuksen tavoista, mutta tutkimustapa soveltuu myös hyvin lähestymistavaksi kehittämistyöhön. Tapaustutkimuksen avulla pyritään tuottamaan uusia kehitysehdotuksia ja -ideoita, sekä ymmärtämään syvällisesti kehittämisen kohdetta. Tapaus, eli siis tutkimuksen kohde voi olla esimerkiksi yrityksen toiminta, palvelu tai prosessi. [12, s.52 ja s.53.]

Tutkimusmenetelmän avulla halutaan löytää tutkittavasta tapauksesta syvällistä tai yksityiskohtaista tietoa. Tapaustutkimuksessa on yleensä vain yksi tutkittava kohde, jota käsitellään tietyssä kokonaisuutena. Kysymykset: "miten?" tai "miksi?" ovat kysymyksiä joihin tapaustutkimus yleensä vastaa. [12, s.53.]

Tutkimuksen ensimmäinen vaihe on kirjallisuuteen tutustuminen ja tiedon keruu. Tarkoituksena on tutustua jo olemassa olevaan kirjallisuuteen ja dokumentteihin aiheesta, ja niiden pohjalta luoda perusta kehittämisen kohteelle. Myös yksi olennainen osa tutkimuksesta on itse aiheeseen perehtyminen. On hankalaa esittää kysymyksiä tai saada selville todellinen kehittämisen tehtävä, jos ei ole perehtynyt kehittämiskohteeseen. [12, s.54.]

Toisena vaiheena voidaan pitää useiden eri tiedonkeruumenetelmien hyödyntämistä tutkimuksen välineenä. Esimerkiksi erilaisten haastattelujen ja havainnoinnin avulla saadaan tietoa, jota ei välttämättä kirjallisuudesta löydy. Monesti haastateltavilla on myös käytännön kokemusta ja erilaisia näkökulmia tutkittavaan aiheeseen liittyen. [12, s.54 ja s.55.]

Tähän opinnäytetyöhön on valittu lähestymistavaksi tapaustutkimus, koska sen ominaispiirteet ja lähestymistavat soveltuvat parhaiten opinnäytetyön kehittämiskohteisiin. Työssä käytetään tapaustutkimuksen keinoja ensin perehtymällä ja havainnoimalla työmaalla työnaikaisen laadunhallinnan toteutumista. Havainnoinnin avulla saadulla tiedolla pyritään kehittämään laadunhallintaa tukeva ja dokumentointia helpottava järjestelmä. Työnjohtajia haastatellaan järjestelmän ja luotujen työkalujen toimivuudesta sekä käytön kokemuksista. Lisäksi haastatellaan vastaavia työnjohtajia heidän kokemuksistaan työnaikaisen laadunhallinnan dokumentoinnista. Lopuksi tulokset analysoidaan ja saadaan koekäytön avulla luotu malli sekä kehitysehdotukset työnaikaisen laadunhallinnan tueksi luoduista työkaluista sekä käyttöalustasta.

4.1.2 Haastattelut tutkimusmenetelmänä

Haastatteluilla tutkimusmenetelmänä on sekä hyviä että huonoja puolia. Yksi haastattelun pääpiirteistä on se, että siinä vuorovaikutetaan suoraan puheyhteyden kautta tutkitavan kanssa. Saatujen vastausten syventäminen ja selventäminen onnistuvat haastattelutilanteessa paremmin kuin esimerkiksi kyselylomakkeen avulla lähetettyjen kysymysten vastauksien tulkitseminen. Toisaalta haastattelussa tutkittava saattaa helposti kertoa aiheen vierestä tietoa, tai hän voi kokea tilanteen haastavaksi tai pelottavaksi, jolloin vastaukset saattavat olla ei niin todenmukaisia. [13, s.191 ja s.193.]

Haastattelutyyppejä on monia erilaisia, joista jokainen soveltuu eri käyttötilanteeseen. Strukturoidussa haastattelussa eli lomakehaastattelussa haastattelu tapahtuu kysymyslomaketta apuna käyttäen. Lomakkeen kysymykset ovat tarkkaan muotoiltuja, ja ne esitetään tietyssä järjestyksessä. Puolestaan avoimessa haastattelussa kommunikointi tutkitavan kanssa lähentelee keskustelua. Avoin haastattelu vie paljon aikaa, ja vaatii itse haastattelijalta hyviä keskustelun ohjaustaitoja. [13, s.195 ja s.196.]

Tässä opinnäytetyössä käytetään teemahaastattelua, joka on avoimen ja lomakehaastattelun välimuoto. Teemahaastattelussa aihepiiri ja kysymykset ovat tiedossa, mutta niiden järjestys ja muoto eivät ole tarkkaan määriteltyjä. Teemahaastattelu valikoitui eri haastattelutyypeistä sen takia, että haastattelun tarkoituksena on kysellä muun muassa käyttökokemuksia mobiilisovelluksen alustaan tehdyistä laadunhallinnan työkaluista. Lisäksi tutkittavat saavat haastattelussa kertoa esimerkiksi kehitysehdotuksia itse soveluksesta. Haastattelussa on siis selkeät aihealueet, mutta tiettyä kysymysten asettelua ja järjestystä ei tarvitse olla. [13, s.195.]

Haastattelut voidaan toteuttaa ryhmä-, pari- tai yksilöhaastatteluina. Pari- ja ryhmähaastatteluissa etuna on se, että haastateltavat ovat monesti rentoutuneempia ja luontevampia kun useampi henkilö on paikalla. Ryhmähaastattelu on lisäksi tehokas tiedonkeruun muoto, koska yhtä aikaa on monta henkilöä samassa tilassa. Toisaalta yksilöhaastattelussa haastatteli voi keskittyä ja huomioida paremmin yksilöä omana kokonaisuutenaan, ja tutkitavan ajatukset ja mielipiteet tulee varmasti otettua huomioon. Ryhmähaastattelussa haasteena voi olla useamman henkilön puhuminen yhtä aikaa. Tästä syystä johtuen ryhmässä ei kannata välttämättä olla enemmän kuin kolme henkilöä kerrallaan. Tässä opinnäytetyössä käytetään työnjohtajia haastateltaessa ryhmähaastattelua sen tehokkuuden ja ryhmähengen vuoksi. [13, s.197 ja s.198.]

Ryhmähaastattelun lisäksi tehdään kahdelle vastaavalle työnjohtajalle yksilöhaastattelut liittyen dokumentoidun rakentamisvaiheen laadunhallinnan seurantaan ja toteutukseen työmaalla. Haastattelut tehdään paikan päällä vastaavien työnjohtajien työmaalla työmaatoimistossa. Yksilöhaastatteluiden tarkoituksena on tarkastella vastaavien työnjohtajien avulla opinnäytetyön aihetta, ja saada siihen lisänäkökulmaa työnjohtajien näkökulman lisäksi. Yksilöhaastattelut tehdään teemahaastattelun menetelmää käyttäen.

4.2 Skanskan työnjohdon ja vastaavien työnjohtajien haastattelut

Skanskan työnjohdolle tehty haastattelu tehtiin puolistrukturoituna teemahaastatteluna. Haastattelun teemat muodostuivat opinnäytetyön aiheen pääteemojen mukaan, jotka ovat BIM360 Field - mobiiliohjelman käytön kokemukset yleisellä tasolla, sekä BIM360 Fieldin käyttöalustaan tehtyjen rakentamisvaiheen laadunhallinnan työkalujen toimivuus ja käyttö. Teemahaastatteluiden runko tehtiin Markkinointitutkimus-kirjaa apua käyttäen. Teemahaastattelu eteni tutkittavien ehdoilla niin, että haastateltavat kertoivat avoimesti omista ajatuksistaan ja kokemuksistaan liittyen tutkittavaan aiheeseen. Haastattelutilanne oli hyvin keskustelunomainen, mutta välillä, teemahaastattelulle tyypillisesti, saatettiin poiketa hieman aiheesta. [14.]

Teemahaastattelu suoritettiin ryhmähaastatteluna, jossa paikalla olivat itse haastattelija sekä kolme työnjohtajaa. Haastattelut tehtiin työmaalla työmaatoimiston neuvotteluhuoneessa, jossa oli mukavan rauhallista sekä keskustelulle sopiva ilmapiiri. Tutkittavat valittiin sillä perusteella, että he työskentelivät sisätyövaiheessa työmaalla, ja näin ollen he olivat käyttäneet mobiilisovelluksen käyttöalustalle tehtyjä työkaluja tarkastelujakson aikana. Koska koekäyttö suoritettiin vain yhdellä työmaalla, olivat työnjohtajat tältä samalta työmaalta.

Puolestaan Skanskan vastaaville työnjohtajille tehty puolistrukturoidut teemahaastattelut tehtiin osittain yksilöhaastatteluina. Toiseen haastatteluun paikalle tuli myös työmaainsinööri, jolloin haastattelutilanne muuttui ryhmähaastatteluksi. Teemahaastattelun runko (Liite 4) tehtiin samalla kaavalla kuin työnjohdon haastattelurunko. Vastaavien työnjohtajien haastattelujen teemat muodostuivat heidän näkemyksestään dokumentoidun laadunhallinnan toteutumisesta työmaalla sekä mobiiliohjelmien käytöstä rakentamisvaiheen laadunhallinnan dokumentoinnin apuna.

Vastaavien työnjohtajien haastattelut pidettiin työmaalla työmaatoimiston neuvotteluhuoneessa, jossa ympäristö oli tarpeeksi rauhallinen haastattelun pitämiseksi. Teemahaastattelut pidettiin kahdelle vastaavalle työnjohtajalle. Tutkittavat valikoituivat siitä syystä, että he ovat Skanskan puolelta opinnäytetyötä ohjaavan työpäällikön alaisuudessa olevia vastaavia työnjohtajia.

Ennen teemahaastattelujen aloitusta tutkittaville kerrottiin, että haastattelutilanne tullaan nauhoittamaan, jonka jälkeen nauhoitus litteroidaan tutkimuksen kannalta oleellisesti myöhempää käyttöä varten. Litteroinnissa ei tule selviämään tutkittavien henkilöllisyyksiä heidän anonymiteetin säilyttämiseksi. Nauhoitus tullaan opinnäytetyön palautuksen jälkeen tuhoamaan, ja haastattelun litteroinnit opinnäytetyön tekijä säilyttää itsellään. Lisäksi tutkittaville selitettiin, mikä on puolistrukturoitu teemahaastattelu, mitkä ovat haastattelun teemat, sekä kuinka haastattelutilanne tulee etenemään. Nämä seikat ovat tärkeitä käydä läpi haastattelun alussa, jotta haastateltaville tulee luottavainen olo, ja he tuntevat voivansa keskustella haastattelutilanteessa avoimesti.

Haastattelutilanne eteni hyvin luonnollisesti ja keskustelua saatiin aikaan. Osalla haastateltavista oli enemmän sanottavaa kuin toisilla, joten he olivat äänessä enemmän. Osaan kysymyksistä haastattelija joutui tekemään tarkentavia kysymyksiä tai hieman avaamaan kysymystä esimerkkien avulla. Haastattelu eteni teemojen mukaan, ja teemoista poikettiin hyvin vähän.

4.3 Haastattelujen tuloksia

Skanskan työnjohdolle pidetty teemahaastattelu tehtiin ryhmähaastatteluna, jossa oli paikalla kolme työnjohtajaa haastattelijan lisäksi. Vastaaville työnjohtajille pidetyt haastattelut puolestaan tehtiin yksilöhaastatteluina kunkin vastaavan työmaalla paikan päällä. Sekä ryhmä- että yksilöhaastattelut järjestettiin helmikuussa 2019. Haastattelut äänitettiin, jonka jälkeen ne purettiin sanalliseen muotoon tietokoneelle Word-tiedostoon. Aineiston analysointi aloitettiin purkamalla haastattelut teemoittain, mikä helpotti tutkimustuloksien tulkitsemista. Tulosten purkaminen aloitettiin helmikuussa 2019 ja sitä jatkettiin 2019 maaliskuun alkuun.

4.3.1 Skanskan vastaavien työnjohtajien teemahaastattelun tulokset

Skanskan vastaaville työnjohtajille tehty puolistrukturoidut teemahaastattelut tehtiin yksilöhaastatteluina. Toiseen haastatteluun kuitenkin liittyi vastaavan lisäksi työmaainsinööri, jolloin haastattelutilanne muuttui ryhmähaastatteluksi. Tässä analyysissä on otettu huomioon kaikkien haastattelutilanteessa olijoiden näkemykset. Jos työmaainsinöörin näkemys korostuu vastaavien työnjohtajien näkemyksestä, on se mainittu erikseen. Toiselle vastaavalle työnjohtajalle lähetettiin pyynnöstä haastattelukysymykset etukäteen. Haastateltavien vastauksia käsitellään samassa järjestyksessä, kuin ne teemahaastattelurungossa ovat esitetyt (Liite 3).

Dokumentoidun laadun hallinnan toteutuminen työmaalla

Puolistrukturoidun teemahaastattelun ensimmäinen aihe, jota lähdettiin haastateltavien kanssa käymään läpi, oli dokumentoidun laadun hallinnan toteutuminen työmaalla. Tässä teemassa käsiteltiin sitä, kuinka vastaavien työmaalla hoidetaan dokumentoitua rakentamisvaiheen laadunhallintaa. Lisäksi haluttiin tietää, onko heidän mielestään Skanskalla tarpeeksi kattava ohjeistus ja järjestelmä rakentamisvaiheen laadun hallinnan dokumentointia varten.

Rakentamisvaiheen laadunhallinnan dokumentoinnista ja ohjeistuksesta haastateltavat kertoivat, että Skanskan sisäisessä pilvipalvelussa, Sharepointissa, on heillä erilliset kansiot, joihin laadunhallinnan dokumentit kerätään. Sinne tulevat muun muassa kusteusmittaustulokset, mallitarkastukset, työmaan kuvat ja niin edelleen. Sharepointin kansioista saa aika hyvin selvää, mitä dokumentteja sinne halutaan tallennettavan, joten ohjeistuksessa ei vastaavien mielestä ollut sen suurempaa ongelmaa. Toisen vastaavan mielestä mitään varinaista järjestelmää laadun dokumentoimiselle ei ole, vaan kaikki tehdään manuaalisesti käsin kirjoittamalla, jonka jälkeen dokumentti skannataan ja liitetään puhelimella otetut kuvat tehtyyn dokumenttiin.

Molemmat vastaavista kertoivat, että heillä on ollut BIM360 Field käytössä itselleluovutuksissa. Toinen vastaavista sanoi, että heidän työmaallaan on siirrytty käyttämään Concridia sen helppokäyttöisyyden vuoksi. Kummankaan haastateltavan työmaalla mobiiliohjelmia ei olla vielä käytetty rakentamisaikaisen laadunhallinnan dokumentointiin, mutta seuraavilla työmailla molemmilla tutkittavilla on tarkoitus ottaa mobiiliohjelma siinä avuksi.

Toinen vastaava sanoi, että mobiilityökalu on siitä hyvä, että sen avulla ”näki koko asunnon historian, aina runkovaiheesta lopputarkastuksiin saakka”. Hän myös mainitsi, että työmaan alkuun tulisi panostaa ja luoda kaikki tarvittavat työkalut sekä pohjakuvat jo ennen kiireisten työvaiheiden alkua.

Mobiilityökalujen käyttö dokumentoidun laadun hallinnan tukena

Haastattelun toisena teemana oli keskustella mobiilityökalujen käytöstä dokumentoidun laadun hallinnan tukena. Tässä teemassa haluttiin tietää, ovatko tutkittavat käyttäneet BIM360 Fieldiä, ja mitä mieltä he siitä ovat. Lisäksi kysyttiin haastateltavien mielipidettä yhtenäistetyistä rakentamisvaiheen laadunhallinnan nettipohjaisesta alustasta, sekä mitä työkaluja vastaavat haluaisivat mobiiliohjelmassa nähdä. Viimeinen kysymys koski vastaavien mielipidettä mobiiliohjelmasta rakentamisvaiheen dokumentoidun laadunhallinnan tukena, ja voisivatko he itse ottaa työmaillaan tällaisen järjestelmän käyttöön.

BIM360 Fieldiä ovat molemmat vastaavat käyttäneet luovutusvaiheessa, mutta kuten aikaisemmin haastattelussa kävi ilmi, niin toinen vastaavista ei pitänyt sovelluksesta ja on vaihtanut sen Concridiin. Molemmat vastaavat ovat sitä mieltä, että mobiilisovellus on hyvä olla käytössä, sillä kuvat ja dokumentit löytyvät yhdestä paikasta, ja ne voidaan lähettää helposti urakoitsijoille sähköpostilla. Toisessa haastattelussa mukana ollut työmaainsinööri sanoi, että Skanskalla olisi hyvä olla ainakin finistelijällä, eli työntekijällä, joka korjaa asunnon lopulliseen kuntoon, oma iPad, jolla hän voi kuitata tehdyt puutteet korjatuiksi. Näin ollen työnjohtajien ei tarvitse tulostaa finistelijälle enää erikseen puutelistoja, vaan hän näkee ne suoraan tablettitietokoneelta.

Puolestaan Concridia käyttävä vastaava kertoi, että myös Helsingin Asuntotuotantotoimistolla eli ATT:lla on käytössä Concrid-mobiiliohjelma. Skanska Talonrakennus Oy tekee paljon kohteita Helsingissä ATT:lle. Esimerkiksi kyseisen vastaavan kohteessa valvoja seuraa mobiilisovelluksen avulla kohteen itselleluovutuksia. Tätä voidaan samalla tavalla hyödyntää rakentamisvaiheen laadun hallinnan toteutumisen seurannassa.

Seuraavaksi haastateltavilta kysyttiin, olisiko heidän mielestä tarpeen olla yhtenäistetty mobiilipohjainen alusta rakentamisaikaisen laadunhallinnan tueksi. Vastaavat olivat yhtä mieltä, että pitäisi olla.

Erityisesti he painottivat koko työmaan elinkaaren dokumentointia. Lisäksi heidän mielestä tärkeää on tiedon ja dokumenttien löytyminen yhdestä paikasta. Tutkittavat myös ilmaisivat, että mobiiliohjelman on oltava mahdollisimman selkeäkäyttöinen, jotta kaikki osaavat sitä työmaalla käyttää.

Kysyttäessä työkaluja, joita haastateltavat haluaisivat mobiilialustalla nähdä, vastasivat molemmat vastaavat työnjohtajat peittoon jäävien rakenteiden kuvauksen. Mobiilityökalun avulla peittoon jäävistä rakenteista otetut kuvat arkistoituvat yhtenäistettyyn alustaan, ja ne voidaan linkittää asuntojen pohjakuviin, jolloin myöhempää käyttöä varten niitä on helppo tarkastella. Toinen vastaavista ehdotti, että esimerkiksi kylpyhuoneesta olisi hyvä olla kuva raudoituksista ennen valua, seuraavassa vaiheessa lämpöputkista kuva, ja lopuksi alakaton putkitekniikasta kuva. Lisäksi tulisi olla erilaisia tarkastuslistoja liittyen kylpyhuoneeseen, esimerkiksi laatoituksen tarkastukseen.

Vastaavat myös kertoivat, että mobiilialustalle tulisi tehdä jo valmiiksi tarkastuslistoja esimerkiksi uusien työnjohtajien käyttöön. Haastateltavan sanoin: ”uutta työnjohtoa tulee koko ajan niin paljon, että kaikkia ei vaan ole mahdollista perehdyttää yksityiskohtaisesti eri rakenteista.” Tarkastuslistojen avulla uudet työnjohtajat tietäisivät mitä tulee jonkin työvaiheen jälkeen tarkastaa ja katsoa. Tämä helpottaa vastaavien sekä kokeneemman työnjohdon töitä.

Viimeisenä kysymyksenä vastaavilta tiedusteltiin, näkevätkö he, että heidän työmaillaan voitaisiin ottaa käyttöön mobiilipohjainen käyttöalusta laadun hallinnan dokumentoinnissa. Kumpikin vastaava työnjohtaja oli sitä mieltä, että jatkossa heidän työmaillaan tullessaan käyttämään rakentamisvaiheen laadun hallinnan dokumentointiin mobiiliohjelmää, ja työntekijöiltä tullaan myös odottamaan järjestelmän käyttöä ja käytön opettelua. Tutkittavan sanoin: ” Se on myös meidän turva, että mitä enemmän dokumentoidaan sitä parempi”. Toisin sanoen järjestelmä ja dokumentointi ovat Skanskalle eduksi, ja lisäksi saadaan myöhempää käyttöä varten tietoa. Esimerkiksi takuutöitä varten on hyvä olla dokumentteja rakennusaikaisista töistä.

4.3.2 Skanskan työnjohdon teemahaastattelun tulokset

Tässä luvussa käydään läpi Skanskan työnjohdolle tehdyn puolistrukturoidun teemahaastattelun tuloksia teemoittain. Haastattelu tehtiin ryhmähaastatteluna, ja näin ollen

kaikkien tutkittavien näkemykset ovat otettu huomioon tässä analyysissä. Tutkimuksessa esiin tulleita vastauksia käsitellään samassa järjestyksessä kuin ne teemahaastattelurungossa ovat esitetty (Liite 4).

BIM360 Field - mobiiliohjelman käytön kokemukset yleisellä tasolla

Ensimmäinen teema, jota lähdettiin haastateltavien kanssa käymään läpi, liittyi yleisesti BIM360 Fieldin käyttöön ja käytön kokemuksiin. Tässä teemassa keskusteltiin siitä, kuinka tutkittavat ovat omaksuneet BIM360 Fieldin käyttöalustan ja ovatko he olleet siihen tyytyväisiä. Lisäksi haluttiin tietää, ovatko Skanskalla jo olemassa olevat ohjeet mobiiliohjelman käytöstä tarpeeksi selkeät ja kattavat.

Tutkittavat kertoivat, että olemassa olevat ohjeet BIM360 Fieldin käytöstä ovat hankalasti löydettävissä Skanskan sisäisestä järjestelmästä. Haastateltavien mielestä ohjeet eivät ole tarpeeksi selkeät ja ne ovat suunnatut lähinnä projektin muokkaajan käyttöön, eikä sellaiselle henkilölle, joka täyttää esimerkiksi tarkastuslistoja. Ohjeet ovat tästä syystä myös todella pitkät. Tutkittavat toivoivatkin mahdollista ”pikaohjetta”, josta ensimmäistä kertaa BIM360 Fieldiä käyttäväkin ymmärtäisi ohjelman toimintaperiaatteen.

BIM360 Field -mobiilityökalun käyttökokemuksista haastattelijat olivat hieman eri mieltä. Enemmistön mielestä työkalua on ollut ”hieman kankeaa käyttää” ja sen kerrottiin jääneen nykypäivän teknologiasta jälkeen. Tutkittavien mielestä ohjelman tulisi olla helppo käyttää ja yksinkertainen, josta haluttu tieto ja työkalut löytyisivät vaivatta. Mobiilialustan aloitusnäytön toivottiin lisäksi olevan selkeämpi. Toisaalta vähemmistö oli sitä mieltä, että työkalua on ollut mukavaa käyttää, ja vaikka aluksi käyttöalusta oli tuntunut hankalalta niin muutaman käyttökerran jälkeen ei ole ollut enää ongelmaa käytön kanssa. Tyytyväisiä oltiin siihen, että tiedostot saa suoraan pilvipalveluun, josta niitä on helppoa tarkastella jälkikäteen.

BIM360 Field -sovelluksen pääkieli on englanti, ja tästä syystä johtuen toiminnot ovat alustalla englanniksi. Tutkittavat huomauttivat, että: ”Suomessa kun ollaan, niin silloin sovelluskin tulisi olla suomen kielellä”.

Kielimuuri saattoi siis osalle tutkittavista tuottaa välillä hankaluuksia esimerkiksi tarkastuslistoja tehdessä. Listat itsessään ovat suomeksi, mutta esimerkiksi kuvan lisääminen tapahtuu englannin kielisen polun kautta. Suomen kielen puuttumisen epäiltiin karsivan

käyttäjäkuntaa, sillä kaikki eivät osaa englantia, saati käyttää englannin kielen erikoisnastoa.

BIM360 Fieldin käyttöalustaan tehtyjen rakentamisvaiheen laadun hallinnan työkalujen toimivuus ja käyttö

Toisena teemana haastattelussa oli mobiilialustalle tehtyjen laadunhallinnan työkalujen toimivuuden ja käyttökokemuksien kartoitus. Tässä teemassa haluttiin saada selville, kuinka työnjohtajat kommentoivat tehtyjen työkalujen toimivuutta, onko työkaluissa jotain kehitettävää ja mitä muita laadunhallinnan dokumentointia helpottavia työkaluja haluttaisiin nähdä BIM360 Fieldin käyttöalustalla. Lisäksi kartoitettiin, ovatko tutkittavat kokeneet laadunhallinnan dokumentoinnin nettipohjaiselle alustalle hyödyllisenä, ja olisiko tätä dokumentointitapaa ja työkaluja suotavaa lähteä kehittämään ja viemään jatkossa muille työmaille.

BIM360 Fieldin mobiilialustalle tehtyihin työkaluihin haastateltavat olivat verrattain tyytyväisiä. Tutkittavat kertoivat, että esimerkiksi porrastarkastuksia on ollut helppoa tehdä nettipohjaisen version avulla, jolloin kuvat ja itse tarkastusasiakirja tallentuvat automaattisesti pdf-dokumentiksi. Dokumentit voidaan lähettää käyttöalustalta asian omaisille henkilöille, mutta ne täytyy ensin avata pöytätietokoneella, ja luoda pdf-tulosteeksi. Tutkittavat kommentoivat dokumenttien eteenpäin lähettämisen voivan unohtua tämän ylimääräisen vaiheen takia. Heidän mielestään olisi hyvä, jos tehdyn tarkastuksen jälkeen dokumentti pystyttäisiin lähettämään suoraan tablettilta halutuille tahoille. Lisäksi haastateltavat ilmaisivat, että mobiilialustalle tehdyissä työkaluissa on se etu, että esimerkiksi tarkastuksen tekoon tarvitaan vain tablettitietokone ja sovelluksen käyttöalustalta löytyy kaikki muu. Eli toisin sanoen työnjohtajan ei tarvitse etukäteen etsiä haluttua pohjaa tietokoneen syövereistä, tulostaa sitä, ottaa puhelimella halutut valokuvat, skannata tehtyä dokumenttia ja lopuksi koota tietoja yhdeksi tiedostoksi.

Seuraavaksi haastateltavilta kysyttiin kehitysehdotuksia luotuihin työkaluihin. Kehitysehdotukset liittyivät työnjohtajilla lähinnä mobiilialustan käytön kankeuteen. Kuvien ja al-lekirjoitusten lisäämisen sanottiin olevan vaivalloista, koska näitä toimintoja ei ole tarkastuslistaa tehtäessä heti näkyvillä.

Työkaluja tulee käyttää useamman kerran, ja jonkun tulee opastaa niiden käyttöön, jotta kaikki halutut toiminnot löytyvät. Esimerkiksi allekirjoituksen lisääminen tapahtuu tarkastuslistan pohjan ulkopuolelta, erillisestä valikosta. Haastateltavat myös ilmaisivat, että jos haluaa lisätä omia kommentteja tarkastusta tehdessä, on se hieman vaivalloisempaa kuin käsin kirjoittaessa paperille. Tablettitietokoneen näppäimistö on melko leveä, ja kirjaimet ovat siinä erikseen, jolloin kirjoittaminen on jokseenkin hidasta.

Kysyttäessä, mitä muita laadun hallinnan työkaluja työnjohtajat haluaisivat nähdä mobiilityökalun käyttöalustalla, tuli haastateltavilta muutamia hyviä kommentteja. Tutkittavat ehdottivat, että: ”Ennen kylpyhuoneiden lattioiden valua, kun kuvataan kylpyhuoneet, voitaisiin kuvat laittaa BIM360 Fieldin käyttöalustalle”. Tällä hetkellä kuvat ovat työmaakohtaisessa jaettavassa kansiossa, jonne ne täytyy siirtää puhelimelta ja nimetä erikseen mistä kuva on otettu. Yksi tutkittavista myös ehdotti, että ennen kylpyhuoneiden valua, kun käydään tarkastamassa kaivojen korot ja wc-istuimen putken oikea asemointi, tarvittaisiin työkalu. Työkaluun voitaisiin merkitä pohjakuvan avulla, ovatko kaikki kaivot ja wc-istuimet oikein asennettu. Tämän jälkeen dokumentti voidaan lähettää esimerkiksi putkiurakoitsijalle, joka näkee suoraan mahdolliset puutteet ja tarvittavat korjaukset.

Toisena ehdotuksena yhdeltä tutkittavalta tuli sellainen, että: ”Skanskan laatuheput voisivat merkata käyttöalustalle esimerkiksi latioista otettuja kosteustuloksia”. Toisin sanoen tutkittava haluaisi nähdä yhdistetyllä laadunhallinnan nettipohjaisella alustalla Skanskan laatuhenkilöiden ottamat mittaustulokset. Nyt mittaustulokset saadaan paperisena versiona, jonne mittaaaja on kynällä merkinnyt tuloksen kerrallaan. Mittaustulosten dokumentti voi helposti hävitä, ja lisäksi se tulee etsiä erikseen omasta arkistoinnista. Mobiilisovelluksen käyttöalustalle tehtynä tällaista ongelmaa ei olisi.

Yksi tutkittava myös ilmaisi, että olisi hienoa, jos laadunhallinnan dokumentoinnista saatuja tuloksia ja dataa voitaisiin jakaa muiden työmaiden kanssa. Mitä hyvää on ollut josain projektissa tai millaisia ongelmia projektin aikana on kohdattu? Haastateltavan sanoin: ” Näin voitaisiin oppia virheistä ja hyötyä muilla työmailla todetuista hyvistä käytännöistä”.

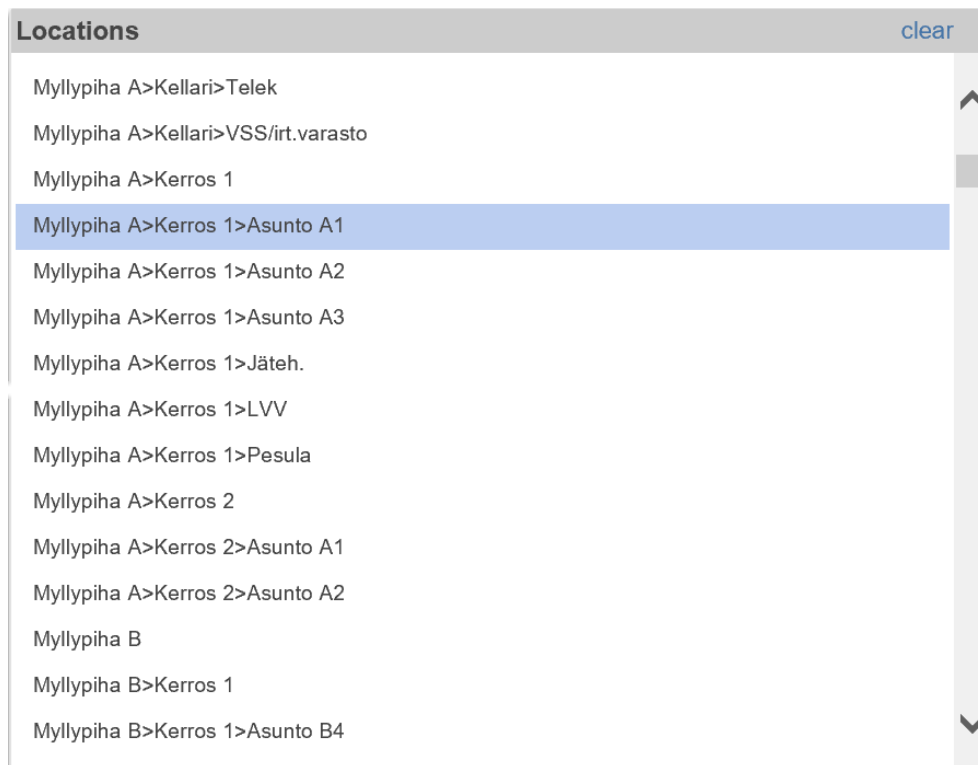
Viimeisenä kysymyksenä tutkittavilta kysyttiin, miten he ovat kokeneet laadunhallinnan työkalujen käytön ja dokumentoinnin nettipohjaiselle alustalle, ja onko tätä järkevää lähteä kehittämään seuraaville työmaille.

Haastateltavat kertoivat, että laadunhallinnan dokumenttien yhtenäistetty sijainti nettipohjaisella käyttöalustalla on enemmän kuin suotavaa, ja että laadu hallinnan avuksi tehdyt työkalut helpottavat työnjohtajien dokumentointia ja tarkastusten tekoa. Haastateltavat kuitenkin sanoivat, että valmiiden pohjien tulisi olla mahdollisimman yksinkertaisia ja helppokäyttöisiä. Yhden työnjohtajan sanoin: ”Tietyllä tapaa BIM360 Field on ihan toimiva, mutta käyttöalustassa olisi toivomisen varaa”. Lisäksi he ilmaisivat, että jonkun tulisi koodata kaikki tarvittavat pohjakuvat ja työkalut mobiiliohjelmaan ennen työmaan alkua. Työmaalla tulisi myös varmistaa tablettitietokoneiden riittävyys. Käytännössä laadunhallinnan työkaluille ja dokumenttien yhtenäistetylle nettipohjaiselle käyttöalustalle on tarve, mutta sovelluksen tulisi olla käyttäjäystävällisempi sekä selkeämpi, jotta siitä saataisiin toimiva kokonaisuus.

4.4 Ohjelmiston omakohtaisen käytön löydöksiä kehittämiseksi

Tässä alaluvussa tullaan kertomaan opinnäytetyön tekijän omakohtaisia käytön kokemuksia ja havaintoja BIM360 Field -mobiiliohjelman käyttöalustasta. Opinnäytetyön tekijä käytti ohjelmaa vuoden 2018 marraskuun alusta vuoden 2019 maaliskuun alkuun.

BIM360 Fieldiä käytettiin sekä projektin muokkaajan (Project Admin) että käyttäjän näkökulmasta (Project User). Koekäytön mahdollistamiseksi työmaalla lisäsi opinnäytetyön tekijä ohjelman käyttöalustalle työmaan asuntojen pohjakuvat ja, jotta pohjakuvat löytyisivät asunnon tunnuksella sekä olisivat oikeaan kerrokseen liitettävissä, oli alustalle koodattava Excel-pohjainen valikko työmaan asunnoille (Kuva 7).



Kuva 7. Kuvakaappaus opinnäytetyön tekijän tietokoneelta BIM360 Fieldin näkymästä, josta voidaan nähdä Excel-pohjan avulla koodattu valikko asunnoille kerroksittain.

Pohjakuvien lisäämisen ja valikon koodaamisen lisäksi BIM360 Fieldin käyttöalustaan tehtiin erilaisia tarkastuslistoja ja malliasennuspohjia. Pohjien toteuttamiseksi käytettiin apuna osaksi Skanskalta löytyviä tarkastuslistoja tai Ratu-ohjekortteja. Opinnäytetyön tekijä käytti tietojen lisäämiseksi käyttöalustalle Skanskalta löytyvää ohjetta BIM360 Fieldistä. Ohje oli kuitenkin jokseenkin suppea, eikä siitä löytynyt selkeästi kaikkia tarvittavia tietoja. Osakseen tekijä turvautui videopalvelu Youtubesta löytyviin video-ohjeisiin, tai kokeilemalla etsi itse sovelluksesta haluamiaan toimintoja. Esimerkiksi allekirjoituksen lisääminen mallikatselmuksen pohjaan tuotti tekijälle vaikeuksia, sillä siitä ei löytynyt minkäänlaista ohjetta internetistä, saati ohjedokumentista.

Seuraavissa kohdissa tullaan käsittelemään pääpiirteittäin opinnäytetyön tekijän havaitsemia käytön löydöksiä BIM360 Fieldin kehittämiseksi.

Tarkastuslistojen muokattavuus

Tehtäessä tarkastuslistoja BIM360 Fieldin käyttöalustaan, tulee jokainen kohta tarkastuslistaan tehdä erikseen Item-painikkeesta. Tämä aukaisee näytölle erillisen ruudun,

johon täytetään tarkastuslistaan haluttavat tiedot. Esimerkiksi alasvetovalikko, ja siihen halutut tekstit, lisätään tämän toiminnon avulla. Jokainen tarkastuslistan kohta tulee tehdä erikseen ja on oltava varma, että täytetyt tiedot ovat oikein ja halutulla tavalla toteutetut, sillä kohtia ei pysty muokkaamaan jälkikäteen. Kuvassa 8 esitetään yläpuolella Item-painikkeesta avautuva erillinen ruutu, silloin kun se on lisätty ensimmäistä kertaa. Alapuolella olevassa kuvassa puolestaan näkyy sama ruutu silloin, kun kyseistä kohtaa haluttaisiin muokata.

Add Checklist Item [Add Checklist Item] [Cancel]

Item [More Info]

* = required

Number * Item Text

Response

Type

Issue creation

Default values for issues created from this checklist item:

Description

Root cause

Company

Spec reference

Edit Checklist Item [Save Changes] [Discard Changes]

Item [More Info]

* = required

Number * Item Text

Response

Type

Response type cannot be changed once a checklist item has been created.

Issue creation

Default values for issues created from this checklist item:

Description

Root cause

Company

Spec reference


Which answers are non-conforming?


Kuva 8. Kuvakaappaus opinnäytetyön tekijän näkymästä BIM360 Fieldin käyttöalustalla. Kuvassa yläpuolella näkyy ensimmäistä kertaa lisättävän tarkastuslistan kohdan muokausruutu. Alapuolella puolestaan on sama ruutu, kun sitä jälkikäteen haluttaisiin muokata. Punaisen nuolen osoittamassa ruudussa lukee suomennettuna seuraavaa: "vastauksia ei voida muuttaa tarkastuslistan kohdan ollessa jo tehtynä".

Kuten kuvasta voidaan nähdä, ei BIM360 Fieldin käyttöalusta anna muokata tarkastuslistan kohtia jälkikäteen. Opinnäytetyön tekijä koki tämän haasteelliseksi, sillä välillä jokin kohta unohtui tarkastuslistan alkupäästä, tai jos jotain jo lisättyä kohtaa olisi halunnut muokata, ei se onnistunut. Projektin muokkaajan on siis toisin sanoen poistettava kaikki tehdyt tarkastuslistan kohdat virheeseen asti, että hän pääsee muokkaamaan listan alkupäässä olevan virheen. Tähän olisi hyvä saada muutos, sillä kaikkien edellä olevien kohtien poistaminen on työlästä sekä aikaa vievää.

Luotujen pdf-dokumenttien muokattavuus

Tehdyistä tarkastuslistoista, tai esimerkiksi tehdyistä itselleluovutuslistoista, niin sanotusti tulostetaan mobiiliohjelman käyttöalustalta pdf-dokumentti, joka voidaan tallentaa tai lähettää eteenpäin erillisenä tiedostona. Ennen dokumentin luontia voidaan valita, halutaanko alustalla olevat kuvat tai pohjakuvat mukaan dokumenttiin. Kuvien tai pohjakuvien paikkaa dokumentissa ei saa itse valita, ja tulosteessa nämä liitteet ovat usein hankalissa paikoissa. Esimerkiksi asunnon pohjakuvaa, ja siihen liitettyä kuvaa ei saa pdf-dokumentissa samalle sivulle, vaan ne näkyvät tulosteessa eri sivuilla (Kuva 9). Tämä ei ole dokumentin selkeyden ja luettavuuden kannalta hyvä.

As Oy Helsingin Myllypiha & HASO Valssimylly				Issue Report				
Issue ID	Description	Location Detail	Location	Status	Company	Type	Date Created	Due Date
000517	Portaan päädyn pinnakaiteet ovat liian lyhyet		Myllypiha J > Kerros 1 > Asunto J33	Open	<not set>	Issue	01 Feb 2019	
								
HGIN_MYLLYPIHA_POHJAPIRUSTUS_RAK_J_.pdf -								
● Draft ● Open ● Work Completed ● Ready to Inspect ● Closed ● Not Approved ● In Dispute								

As Oy Helsingin Myllypiha & HASO Valssimylly				Issue Report				
Issue ID	Description	Location Detail	Location	Status	Company	Type	Date Created	Due Date
								
	2019-02-01 08:03:14							

Kuva 9. Opinnäytetyön tekijän tietokoneelta kuvakaappaus pdf-dokumentiksi muutetusta BIM360 Field listasta. Esimerkkikuvassa yläpuolella pohjakuva, jossa punainen merkki osoittamassa sijaintia asunnossa. Alapuolella kuva itse virheestä. Pohjakuva ja itse havainnollistava kuva ovat eri sivuilla. Tällä halutaan havainnollistaa BIM360 Fieldistä tehdyn pdf-tulosteen muokattavuuden puutoksia.

Samanlaisia ongelmia on myös esimerkiksi, kun dokumenttiin on lisätty allekirjoitus, tulee se tulostetussa versiossa dokumentin ensimmäiseksi. Yleensä tarkastusasiakirjoissa, ja muissakin virallisissa asiakirjoissa, joihin vaaditaan allekirjoitus, on allekirjoitus dokumentissa viimeisenä. Tätäkään ominaisuutta ei voi muokata pdf-dokumentissa.

Työkalujen muokattavuus tablettitietokoneella

BIM360 Fieldiä voidaan käyttää sekä tablettitietokoneella että pöytäkoneella. Tabletilla ohjelmaa käytettäessä, on ohjelman versio mobiililaitteelle soveltuva, kun taas pöytätietokoneella se on niin sanotusti alkuperäisessä muodossa. BIM360 Field –mobiiliversiota käytettäessä ei pystytä käyttämään kaikkia samoja toimintoja kuin alkuperäisessä soveluksen versiossa. Esimerkiksi tarkastuslistoja ei pystytä muokkaamaan tablettitietokoneella, vaan se tulee tehdä pöytätietokoneelta. Tarkastuslistoissa kirjoittaessa allekirjoitusta, ei allekirjoituksen nimenselvennystä voi muuttaa tablettitietokoneella, vaan muokaus tulee tehdä pöytätietokoneella. Tämä on haastavaa, sillä jos useampi henkilö käyttää työkalua, ei kaikkien henkilöiden allekirjoituksia välttämättä ole mobiiliversiossa.

Haastattelussakin ilmi tullut tablettitietokoneella tehtyjen dokumenttien lähetyksen suoraan urakoitsijoille ei myöskään onnistu kuin pöytätietokoneelta käsin. Tämä aiheuttaa sen, että vaikkapa tarkastuksen tehnyt henkilö ei muista välttämättä lähettää dokumenttia eteenpäin. Lisäksi asiakirjan avaaminen vielä uudestaan pöytätietokoneella, ja sen muokkaaminen pdf-tiedostoksi on turhan monimutkaista, ja ajankäytön kannalta epätehokasta.

5 Toiminnan kehittäminen BIM360 Field -ohjelmiston tehokkaammalla käytöllä

Tässä luvussa käydään läpi mitä puutteita ja kehittämistarpeita BIM360 Field -mobiiliohjelmassa on. Puutteita ja kehittämistarpeita käsitellään opinnäytetyön tekijän sekä haastattelujen näkökulmasta. Luvussa kerrotaan koekäytön aikana esille tulleista havainnoista ja ongelmista mobiilialustan käytössä. Tekstissä käytetään apuna haastatteluista saatuja tuloksia.

Toisena aiheena on uusien toimintojen luominen BIM360 Fieldin käyttöalustaan. Luvussa käydään läpi haastatteluissa esille tulleita työnohtajien ja vastaavien työnohtajien ajatuksia mobiilialustan uusien työkalujen ja toimintojen lisäämisestä. Toiminnot koskevat koko rakentamisvaihetta ja sen laadun hallinnan dokumentointia. Lisäksi esitetään muita mahdollisia ideoita mobiiliohjelman käytön hyödyntämiseksi.

5.1 BIM360 Field -ohjelmiston puutteet ja kehittämistarpeet

Mobiilityökalun avulla tehtävä dokumentoitu rakentamisaikaisen laadunhallinta on sekä työnohtajien että vastaavien työnohtajien mielestä tarpeen. Haastatteluista kävi ilmi, että tarve yhtenäistetylle alustalle ja työkaluille on olemassa. Kaikkien osapuolten mielestä siirtyminen mobiiliohjelman käyttöön on nykyaikaa, ja siksi siihen tulisi panostaa työmailla enemmän. BIM360 Field on osittain toimiva mobiilityökalu, mutta siinä on myös paljon puutteita.

BIM360 Fieldin käyttöalusta on englanninkielinen ja työnohtajia haastatellessa tulikin ilmi, että osalle työnohtajista tämä voi tuottaa vaikeuksia käytössä. Mobiiliohjelman muokattavuus on huono, niin pdf-dokumenttien kuin tarkastuslistojenkin osalta. Käytettäessä ohjelmaa tablettitietokoneella, tehtyjä tarkastuksia ei voida lähettää suoraan aliurakoitsijoille, vaan se tulee tehdä erikseen pöytätietokoneelta. Lisäksi työnohtajat kommentoivat BIM 360 Fieldin käyttöalustaa epäselväksi käyttää. Esimerkiksi aloitusnäky on heidän mielestään suppea, eikä haluttuja toimintoja tahdo löytää helposti. Tarkastuslistoja käytettäessä on myös osa toiminnoista monimutkaisten polkujen takana. Esimerkiksi kuvaa lisättäessä joutuu käyttäjä etsimään kuvaus-toiminnon monen painikkeen takaa.

Työnjohtajilla sekä vastaavilla työnjohtajilla on molemmilla hyviä ideoita eri toimintojen ja työkalujen lisäyksestä mobiiliohjelman käyttöalustaan. Tutkittavat haluaisivat nähdä koko rakennuksen elinkaaren laadun dokumentoinnin tapahtuvan yhdelle alustalle. Ideaalisin olisi, jos aliurakoitsijat, valvoja ja Skanskan omat työntekijät käyttäisivät kaikki yhtä ja samaa mobiiliohjelmää. Näin ollen tiedon kulku eri osapuolten välillä olisi sujuvaa, ja osapuolet pysyisivät paremmin ajan tasalla dokumentoinnista sekä rakentamisen laadun toteutumisesta.

Jotta mobiiliohjelman käytön omaksuu mahdollisimman moni työnjohtaja ja vastaava työnjohtaja työmaalla, on ohjelman oltava mahdollisimman yksinkertainen ja selkeä käyttää. Toimintojen tulee olla helposti löydettävissä sekä niiden on oltava käyttöalustassa suomen kielellä. Jos nämä asiat eivät työkalun kohdalla toteudu, jää mobiiliohjelman käyttö puolittiehen, ja suurin osa työnjohtajista tulee edelleen tekemään dokumentit manuaalisesti. Kuten erään vastaavan työnjohtajan haastattelussa ilmeni, on esimerkiksi Concrid tällainen ohjelma, jossa yllä mainitut asiat toteutuvat.

Koekäytön tuloksena saatiin selville, että mobiiliohjelmää on mahdollista, jopa hyödyllistä käyttää rakentamisvaiheen laadun hallinnan dokumentoinnissa. Työnjohtajat ja vastaavat työnjohtajat ovat molemmat myönteisiä alustan käyttöönotolle kyseiseen tarkoitukseen. Myös opinnäytetyön tekijä näkee mobiilityökalun käytön tarpeellisenä dokumentoinnin välineenä työmailla.

5.2 Uusien toimintojen luominen BIM360 Field -ohjelmistoon

Työmaalla koekäytön aikana BIM360 Fieldin mobiilialustaan luotiin tarkastuslistoja sekä mallikatselmus- ja tarkastuspohjia. Luvussa 3 on esitetty tarkastuslistoista ja mallikatselmuspohjista esimerkkejä. Koko aineisto käsittää noin kaksikymmentä vastaavaa dokumenttia, jotka ovat toimeksiantajalla käytössä digitaalisessa muodossa. Aineistoa käytetään tablettitietokoneilla työmaaolosuhteissa. Aineiston laajempi esittäminen kokonaisuudessaan ei ole tässä työssä mahdollista, johtuen liikesalaisuuksista. Näihin rakentamisaikaisen laadunhallinnan apuna käytettävien työkalujen tekoon vaikuttivat käynnissä olevat sisätyövaiheet. Koekäytön aikana käynnissä olevia työvaiheita olivat lähinnä taasoitus- ja maalaustyöt, kattopanelointi, lattiapäällysteiden laitto ynnä muut vastaavat sisätyövaiheen työt. Työkalut kohdistettiin työnjohtajien avuksi näihin työvaiheisiin.

Työnjohtajille tehtyjen haastattelujen aikana haastateltavat ilmaisivat, että karkeista sisätyövaiheiden töistä olisi myös hyvä saada laadunhallinnan työkaluja. Karkeita sisätyövaiheiden töitä ovat esimerkiksi kylpyhuoneiden lattiavalut, väliseinätyöt, lattian plaanotus ja niin edelleen. Ennen kylpyhuoneiden kaatolattioiden valuja, on työnjohtajien suositavaa tarkistaa kaivojen korot ja wc-istuimen putken sijainti. Saatujen tulosten kirjaaminen ylös ja mahdollisista epäkohdista urakoitsijalle ilmoittaminen on tärkeää rakentamisvaiheen dokumentoidun laadun hallinnan kannalta. Mobiiliohjelmaan voidaan tehdä tarkastuslista, joka täytetään jokaisesta asunnosta. Tarkastuslistaan on mahdollista kirjoittaa pohjakuvien avulla ylös, ovatko esimerkiksi kaivojen korot kunnossa. Samalla raporttiin voidaan liittää kuvia, ja tarkastuksen jälkeen raportti pystytään lähettämään urakoitsijalle.

Haastatteluissa ilmi kävi myös laadunhallinnan kuvien dokumentoinnin yhtenäistämisen tarve. Tutkittavat toivoivat esimerkiksi kylpyhuoneen lattialämmityspotkien kuvaamista mobiiliohjelman käyttöalustalle. BIM360 Fieldin käyttöalustalla on erikseen kuville tarkoitettu kansio, jonne esimerkiksi lattialämmityspotkista otetut kuvat voidaan laittaa. Pohjakuvien avulla kuvat voidaan myös liittää oikeaan asuntoon ja kylpyhuoneeseen sekä lähettää eteenpäin halutuille henkilöille.

Vastaaville työnjohtajille tehdyissä haastatteluissa tutkittavat ehdottivat, että piiloon jäävät rakenteet voitaisiin kuvata mobiilityökalun avulla. Mobiiliohjelman avulla otetut kuvat tallentuvat yhteen tiettyyn alustaan ja projektin edetessä sekä esimerkiksi takuuvaiheessa, ne ovat helposti löydettävissä ja tarkasteltavissa. Lisäksi, kuten aikaisemmin on tullut ilmi, voidaan piiloonkin jäävät rakenteet osoittaa pohjakuvien avulla tiettyyn asuntoon ja rakenteeseen. Tästä voidaan jatkossa kehittää esimerkiksi tarkastuslista, jonka avulla jokaisesta asunnosta muistetaan kuvata esimerkiksi kylpyhuoneesta raudoitukset, piiloon jäävä putkitekniikka, alakatot ja niin edelleen.

BIM360 Field - mobiiliohjelman kehittämiseen haastateltavilta saatujen toiveiden ja ideoiden lisäksi voitaisiin mobiilialustan avulla tehdä piirustusten ja työmaalla toteutuneiden muutosten yhteensovittamista. Eli toisin sanoen, kun työmaalla tapahtuu joitain muutoksia siitä, mitä on luvanvaraisiin piirustuksiin merkitty, tulisi työnjohtajien tai urakoitsijan edustajien huomioda nämä muutokset, niin että ne myös muutetaan piirustuksiin. Esimerkki muutoksesta: asunnossa muuttuu alakaton korkeus, koska katossa menevä putkitekniikka ei muuten mahtuisi alakaton sisään. Tämä tulee muuttaa lopullisiin kuviin, niin että alakaton korkeus vastaa todellista katon korkeutta. Mobiilipohjaisella laadun hallinnan työkalulla voitaisiin työmaalla ottaa kuva tehdystä muutoksesta ja merkitä se pohjakuvaan mobiiliohjelman merkitsemistyökalulla. BIM360 Fieldin käyttöalustalla voidaan esimerkiksi kirjoittaa kuviin eri kuvanmuokkaustyökalujen avulla. Mobiiliohjelmalla hyödynnettäessä muutokset ovat merkittynä ylös ja ne tullaan muistamaan merkitä lopullisiin piirustuksiin.

Lisäksi mobiilityökalua olisi mahdollista hyödyntää tehtäväsuunnitelmien (TESU) teossa. Jokaisen työnjohtajan on tehtävä tehtäväsuunnitelmia ennen eri työvaiheiden aloitusta. Tehtäväsuunnitelmassa kuvataan jonkin tehtävän toteutus sekä vaatimukset ja tavoitteet. TESU voidaan tehdä esimerkiksi alakattotöistä. Kuvattaessa tehtävän vaatimuksia, kerrotaan ne käyttäen esimerkiksi Rakennustöiden laatu 2017 –kirjaa. Sen sijaan, että tehtäväsuunnitelmaan vain listattaisiin vaatimukset ja tavoitteet kopioimalla ne dokumenteista, voitaisiin mobiilialustalle luoda tarkastuslista, jonka avulla työnjohtaja kävisi konkreettisesti katsomassa toteutuvatko hänen tehtäväsuunnitelmaan listaamansa asiat. Toisin sanoen TESUn tekijä luo itselleen tarkastuslistan mobiiliohjelman käyttöalustalle, jota apuna käyttäen hän käy tarkastamassa esimerkiksi tehdyn työn laatuvaatimuksien täytymisen.

6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Opinnäytetyön tarkoitus oli etsiä lisää käyttökohteita ja käyttötarkoituksia Skanskalla yleisimmin käytössä olevalle BIM360 Field - mobiiliohjelmalle. Työssä tehtiin mobiiliohjelman käyttöalustaan työkaluja rakentamisvaiheen laadun hallinnan tueksi. Käyttöalusta tehtiin työkalujen lisäämiselle mahdolliseksi muun muassa lisäämällä sinne pohjakuvat asunnoista. Työmaalla suoritettiin työnjohdon avulla mobiiliohjelman koekäyttö. Lisäksi työssä kartoitettiin haastattelujen avulla dokumentoidun laadun hallinnan yhtenäistetyin käyttöalustan ja työkalujen tarvetta työmailla.

Mobiiliohjelmiaan tehtiin koekäytön aikana käynnissä olevista sisätöiden eri vaiheista tarkastuslistoja sekä mallikatselmus- ja tarkastuspohjia. Työnjohtajat kokivat laadunhallinnan avuksi tehtyjen työkalujen olevan hyödyllisiä ja dokumentointia helpottavia. Kuitenkin koekäytön jälkeen pidetyissä haastatteluissa tuli ilmi, että nykyinen Skanskalla käytössä oleva mobiiliohjelma on käyttöalustaltaan kankea, eikä se oikein sovellu kaikille työmaille yhtenäistetyksi laadunhallinnan työkaluksi.

Työtä tehdessä havaittiin, että mobiiliohjelman avulla voidaan tallentaa työmaalla otetut valokuvat yhteen alustaan, ja valokuvat voidaan linkittää alustalle lisättyihin pohjakuviin. Ohjelmaan tehdyt tarkastuslistat ja katselmuspohjat nopeuttavat ja helpottavat työnjohtajan työtä, kun dokumentteja ei tarvitse luoda manuaalisesti. Mobiiliohjelman käyttöalustaan lisätyt dokumentit voidaan luoda pdf-tiedostoiksi ja lähettää suoraan halutuille henkilöille. Jatkossa mobiiliohjelmasta voidaan luoda myös muita rakentamisaikaisen laadunhallinnan dokumentointia tukevia työkaluja.

Työssä onnistuttiin luomaan mobiiliohjelman käyttöalustalle laadunhallinnan työkaluja, joita työnjohtajat käyttivät hyvällä menestyksellä. Haastattelujen avulla saatiin selville tarve rakentamisvaiheen dokumentoidun laadunhallinnan yhtenäistetyille järjestelmälle sekä apuna käytettäville työkaluille. Koekäyttöön oltaisiin voitu luoda enemmän työkaluja, mutta BIM360 Fieldin käytön opetteluun ja projektin lähtökohtien lataukseen meni odotettua enemmän aikaa, joten se ei ollut opinnäytetyön prosessin aikatauluun nähden mahdollista. Kaiken kaikkiaan opinnäytetyössä onnistuttiin saavuttamaan haluttu tavoite.

Loppuyhteenveto

Opinnäytetyöprosessin aikana opin, mitä laadunhallinta tarkoittaa rakennusprojektissa. Opin myös, mitä velvoitteita kullakin rakennushankkeen osapuolella on laadunhallinnan suhteen. Jatkossa työnjohtajana osaan kiinnittää opinnäytetyössä opittuihin rakennushankkeen laatuun liittyviin asioihin paremmin huomiota. Lisäksi opin, että rakentamisvaiheessa kannattaa tehdä mahdollisimman paljon dokumentteja, koska niistä on hyötyä jälkikäteen. Esimerkiksi projektin edetessä voi palata dokumentteihin varmistamaan, onko kaikki tehty niin kuin pitää. Työtä tehdessä opin myös käyttämään BIM360 Field - mobiiliohjelmaa syvällisemmin. Huomasin myös, että mobiiliohjelmasta on hyötyä työnjohdolle rakentamisvaiheen laadun todentamisessa ja dokumentoinnissa, ja sitä kannattaa käyttää jatkossakin työmailla.

Toimeksiantaja sai opinnäytetyön avulla uutta tietoa mobiiliohjelmalla toteutettavasta rakentamisvaiheen laadunhallinnasta. Tilaajan työmaalla suoritettua mobiiliohjelman koekäyttöä ei ole aikaisemmin tehty Skanskalla rakentamisvaiheen laadunhallinnan osalta. Koekäytön lisäksi pidettyjen haastattelujen avulla saatiin selville työnjohtajien sekä vastaavien työnjohtajien mielipiteitä dokumentoinnin toteutumisesta työmaalla sekä käyttökokemuksia mobiiliohjelmasta laadunhallinnassa. Tuloksena kävi ilmi, että koekäytön jälkeen työnjohtajat haluaisivat mobiiliohjelman jatkossakin käyttöön helpottamaan rakentamisvaiheen dokumentoitua laadunhallintaa. Myös vastaavat ovat myönteisiä mobiiliohjelman käytölle heidän työmaillaan.

Lisäksi opinnäytetyön avulla saatiin selville, että Skanskalla yleisimmin käytössä oleva ja kaikille työmaille suositeltava mobiiliohjelma BIM360 Field, ei ole täysin soveltuva työkalu dokumentoidun laadunhallinnan toteuttamiseen. Työmailla oletuksena oleva mobiiliohjelma BIM360 Field tulisi vaihtaa esimerkiksi Concridiin. Opinnäytetyöstä saadut tulokset aiotaan jakaa Skanskan sisällä laatuyksikölle, joka päättää muun muassa työmailla käytettävistä ohjelmistoista.

Lähteet

- 1 Eerikäinen, Konsta. 2017. Opinnäytetyö: BIM360 Field -ohjelman koekäytön analysointi. Helsinki. Luettavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201705036156>.
- 2 Rakennustöiden laatu RTL 2017. RATU-kortisto. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 3 Suomen Standardisoimisliitto SFS ry nettisivut. ISO 9000 Laadunhallinta. Luettavissa: <https://www.sfs.fi/iso9000>. Luettu: 5.12.2018.
- 4 Junnonen, Juha-Matti. 2001. Rakennushankkeen laadunvarmistus. Verkkodokumentti. Luettavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020202.pdf>.
- 5 Maankäyttö –ja rakennuslaki 1999/132. Annettu Helsingissä 5.2.1999.
- 6 Maankäyttö –ja rakennuslaki 1999/132. Muutossäädös 2014/323. Annettu Helsingissä 11.4.2014.
- 7 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot, YSE 1998 (RT 16-10660). 1998. RT-kortisto. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 8 Congrid -ohjelmiston nettisivut. Luettavissa: <http://www.congrid.fi/> Luettu: 14.1.2019.
- 9 Consight -ohjelmiston nettisivut. Luettavissa: <http://www.consight.fi> Luettu: 14.1.2019.
- 10 BIM 360 field –ohjelmiston nettisivut. Luettavissa: <https://bim360.autodesk.com> Luettu: 14.1.2019.
- 11 Rakennustiedon nettisivut. Ratu-kortisto –parempaa rakennustuotantoa. Luettavissa: <https://www.rakennustieto.fi/ratu>. Luettu: 20.2.2019.
- 12 Ojasalo, K., Moilanen, T. & Ritalahti, J. 2009. Kehittämistyön menetelmät, Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Porvoo: WSOYpro.
- 13 Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15.uud.painos. Helsinki: Tammi.
- 14 Mäntyneva, M., Heinonen, J. & Wrange, K. 2008. Markkinointitutkimus. WSOY Oppimateriaali. Helsinki. Sanoma Pro Oy.

Sisäkattopaneloinnin mallikatselmuspohja

	A	B	C	D	E
1					
2	Puuporras ja -kaide			LIITE	10.1
3					
4					
5	LÄSNÄOLIJAT	PAIKALLA	POISSA		
6	Rakennuttaja				
7	Vastaava työnjohtaja				
8	RAK-suunnittelija				
9	Arkkitehti				
10					
11					
12					
13	Mikäli tarkastukset tai malliasennus jaetaan osiin tulee jokaisesta osa tarkastuksesta täyttää tämä muistio. Tarkastusasiakirjaan kuitataan vasta kun jokainen osatarkastus on hyväksytysti suoritettu. Tarkastusten laajuuden päättää tarkastuksesta vastuullinen henkilö.				
14					
15					
16					
17					
18					
19	Pääurakoitsijan työnjohtaja täyttää:				
20		Allekirjoitus	Nimenselvennys	Yritys	Pvm.
21	Olen tutustunut suunnitelmiin ennen työn aloittamista				
22	Suunnitelmissa havaitut ristiriidat tulee ilmoittaa välittömästi kyseisen alan suunnittelijalle ja rakennuttajalle sähköpostilla joka liitetään tämän pöytäkirjan liitteeksi.				
23	Olen tarkastanut ja hyväksynyt tehdyn työsuorituksen				
24	Työnjohtajan tulee tarkastaa ja hyväksyä tehty työsuoritus ennen katselmuksen koollekutsumista. Mikäli tarkastuksessa havaitaan puutteita tulee siitä ilmoittaa tarkastuksesta vastuulliselle henkilölle ennen katselmuksen koolle kutsumista (merkitty tarkastusasiakirjaan harmaalla).				
25	Suoritettu työ poikkeaa suunnitelmista:				
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37	Tarkastuksesta vastuullinen henkilö täyttää:				
38					
39	Kommentit:				
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49		Allekirjoitus	Nimenselvennys	Yritys	Pvm.
50	Olen hyväksynyt tehdyn työsuoritteen				
51					
52					
53	Rakennuttaja suorittaa laadunvalvontaa yleisten sopimusehtojen 60-62 §:n mukaisesti.				
54	Rakennuttajan valvonta ei vähennä urakoitsijan vastuuta.				
55					

Levyväliseinä -ja alakattotyövaiheen tarkastuslista

B62	A	B	C	D	E	F	G	H
	Levyväliseinä- ja -alakattotyövaiheen tarkastuslista							
1					Kohde:			
2								
3	Tilalohko:				Työryhmä:			
4								
5	Tarkastuskohde	Vaatimukset			Kunnossa	Korjaus tarkastettu	Puutteen sijainti	
6	Runko (Tarkastusvaihe: runko+puolitius)				Kyllä	Ei	pvm	
7	Runkojako	Runkojako sovitettu käytettävälle levyille (k600/k450)						
8	Liikevara	Märkätilojen seinien runkojako < k450						
9		Rungolle on jätetty pystysuuntainen liikevara (15 mm)						
10	Eristäminen	Runkotilan eristäminen ei aiheuta levyjen taipumaa						
11		Eristeen paksaus yhteensopiva LVIS-materiaalien kanssa						
12	Taustatuet	Kalusteiden ja varusteiden taustatuet on asennettu suunnitelmien mukaisesti						
13		Valaisinpohjat toteutettu						
14		Hanakulmien tuet toteutettu						
15	Rungon vahvistus	Seinien päätyihin sekä ovien ja aukkojen reunoihin on asennettu kertopuu						
16	Avustava LVIS	Rankojen läpät on on avattu, jos tilaan ohjeistuksessa vaadittu						
17	Kiinnittäminen	Ylä- ja alajuoksun kiinnitys ympäröiviin rakenteisiin k 400						
18	Sähkökeskus	Keskuseinä on tehty R95- rangalla tai kaksoisrangalla						
19	Alakaton runko	Toimitajan ohjeen mukaisesti						

Vastaaville työnjohtajille tehdyn teemahaastattelun kysymys-runko

Puolistrukturoitu teemahaastattelu koostuu kahdesta pääteemasta:

- Dokumentoidun laadunhallinnan toteutuminen työmaalla
- Mobiilityökalujen käyttö dokumentoidun laadunhallinnan tukena

Dokumentoidun laadunhallinnan toteutuminen työmaalla

1. Kuinka työmaallasi hoidetaan rakentamisvaiheen dokumentoitua laadunhallintaa?
2. Onko Skanskalla mielestäsi tällä hetkellä tarpeeksi kattava ja selkeä rakentamisvaiheen laadunhallinnan dokumentoinnin ohjeistus ja järjestelmä?

Mobiilityökalujen käyttö dokumentoidun laadunhallinnan tukena

3. Onko työmaillasi ollut käytössä BIM360 Field -mobiiliohjelma? Mitä mieltä olet sovelluksesta?
4. Koetko, että työmaalla olisi hyvä olla jokin yhtenäistetty rakennusaikaisen laadunhallinnan työkaluja ja dokumentointia tukeva nettipohjainen alusta?
5. Mitä rakentamisenaikaista laadunhallintaa tukevia työkaluja haluaisit mobiiliohjelman käyttöalustalla nähdä?
6. Mitä mieltä olet mobiiliohjelman käytöstä laadunhallinnan apuna, näetkö, että työmaillasi voitaisiin ottaa käyttöön tällainen järjestelmä?

Työnjohtajille tehdyn teemahaastattelun kysymysrunko

Puolistrukturoitu teemahaastattelu muodostuu kahdesta pääteemasta:

- BIM360 Field - mobiiliohjelman käytön kokemukset yleisellä tasolla
- BIM360 Fieldin käyttöalustaan tehtyjen rakentamisvaiheen laadunhallinnan työkalujen toimivuus ja käyttö

BIM 360 Field -mobiiliohjelman käytön kokemukset yleisellä tasolla

1. Miten kommentoisit Skanskalla olemassa olevia ohjeita BIM360 Fieldin käyttöön liittyen? Ovatko ohjeet selkeät ja tarpeeksi kattavat?
2. Millaista BIM360 Field -mobiilityökalua on ollut käyttää?

BIM360 Fieldin käyttöalustaan tehtyjen rakentamisvaiheen laadunhallinnan työkalujen toimivuus ja käyttö

3. Miten BIM360 Fieldin käyttöalustalle rakentamisvaiheen laadunhallinnan tueksi tehdyt työkalut ovat mielestäsi toimineet?
4. Mitä kehitettävää tehdyissä työkaluissa on?
5. Mitä muita työmaan rakentamisvaiheen laadunhallintaa helpottavia työkaluja haluaisit nähdä BIM360 Fieldin käyttöalustalla?
6. Miten koet rakentamisvaiheen laadunhallinnan avuksi tehtyjen työkalujen käytön ja dokumenttien arkistoinnin nettipohjaiselle alustalle? Onko ideaa lähteä kehittämään sovelluksen käyttöä lisää ja käyttää sitä myös muilla työmailla?