

Ossi Koniel

Mobiililaitteiden käyttö työnjohdon välineenä työmaalla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinööriytyö

6.4.2017

Tekijä Otsikko	Ossi Koniel Mobiililaitteiden käyttö työnjohdon välineenä työmaalla
Sivumäärä Aika	55 sivua + 2 liitettä 6.4.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakentamisen projektihallinta
Ohjaajat	Kehityspäällikkö Tommi Vilmi Hankekehityspäällikkö Reijo Takkinen Lehtori Aarne Seppänen
<p>Tässä opinnäytetyössä tutkittiin mobiililaitteiden mahdollisuutta toimia työnjohdon työtä helpottavana työkaluna. Työn päätavoitteena oli luoda kehitysehdotus uuden mobiilisovelluksen sisällöstä, toiminnoista ja helppokäyttöisyydestä. Mobiilisovelluksen tarkoitus on tehostaa työnjohdon ajankäyttöä ja tiedonhallintaa. Lisäksi tavoitteena oli tuoda esiin mobiililaitteiden käyttöönottoon liittyvät haasteet ja kehitysehdotukset. Opinnäytetyö toteutettiin toimeksiantona Lujatalo Oy:lle.</p> <p>Opinnäytetyö käynnistettiin kirjallisuusselvityksellä, jossa perehdyttiin aikaisempiin aihealueen tutkimuksiin, alan kirjallisuuteen, yrityksen aineistoon ja muihin lähteisiin. Kirjallisuusselvityksen tuloksena syntyi teoreettinen viitekehys, jonka pohjautuen toteutettiin empiirinen tutkimus. Empiirisessä tutkimuksessa aineistoa kerättiin haastattelemalla viittä yrityksen työmaan toimihenkilöä. Tulosten luotettavuutta vahvistettiin työmaiden toimihenkilöille suunnatulla verkkokyselyllä, johon vastasi 25 toimihenkilöä.</p> <p>Tutkimustuloksiin pohjautuen uuden mobiilisovelluksen sisältöä jaettiin kahdeksaan osa-alueeseen: havainnot ja ilmoitukset, laadunvarmistus ja dokumentointi, turvallisuus-mittaukset, suunnitelmat, työnohjaus, henkilöstönhallinta, kalustonhallinta sekä hankinta. Osa-alueet sisältävät pääasiassa jo olemassa olevia toimintoja, mutta myös uusia toimintoja. Toiminnot asetettiin tärkeysjärjestykseen tulosten perusteella. Kehitysehdotukseen sisällytettiin tutkimustulosten perusteella muutamia helppokäyttöisyyttä edistäviä toimintoja ja ominaisuuksia.</p> <p>Tulokset osoittavat, että yrityksen työmailla mobiililaitteiden käyttöönoton haasteita on useita, joista merkittävimmät ovat puutteelliset käyttökoulutukset, haastavat työmaaolosuhteet ja perinteiset pinttyneet toimintatavat. Työnjohdon mielestä käyttöönottoon pitäisi luoda yhtenäinen linja ja käyttökoulutukset tulisivat olla käytännönläheisemmät.</p>	
Avainsanat	Mobiililaite, mobiilisovellus, työnjohto, käyttöönotto, ajankäyttö

Author Title Number of Pages Date	Ossi Koniel The use of mobile devices as a foreman's tool at a construction site 55 pages + 2 appendices 6 April 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Project Management for Construction
Instructors	Tommi Vilmi, Development Manager Reijo Takkinen, Project Development Manager Aarne Seppänen, Senior Lecturer
<p>In this graduate study, the possibility of mobile devices to function as a tool for facilitating a foreman's work was researched. The aim of this study was to create development propositions of the contents, features and accessibility of a new mobile application. The purpose of the mobile application is to enhance the foreman's time allocation and data management. Additionally, the study's aim was to introduce the challenges and development propositions associated with the implementation of mobile devices. The study was commissioned by Lujatalo Oy.</p> <p>The study began with literary research which looked into previous studies, literature, source material provided by the client company and other sources related to the topic. Based on the theoretical framework of the literary research, an empirical study was conducted. In the empirical study, the source material was collected by interviewing five construction site employees of the company. The reliability of the results was confirmed by a web survey that was answered by 25 construction site employees.</p> <p>Based on the results of the study, the contents of the new mobile application were divided into eight categories: observations and notifications, quality assurance and documentation, safety measurements, blueprints, supervision, human resources management, equipment management and procurement. The new mobile application contains mainly features that already exist on the company's applications, but also new features. Based on the results, the features were arranged by an order of importance. On the grounds of the results of the study, a few accessibility features and qualities were included in the development proposition.</p> <p>The results indicate that there were many challenges concerning the implementation of mobile devices on the company's construction site, where the most significant were defective user training, challenging construction site conditions and traditional procedures. In the foreman's opinion, there should be a solid policy concerning the implementation. The user training should also be more practical.</p>	
Keywords	Mobile device, mobile application, foreman, commissioning, time allocation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	Tutkimusongelmat	2
1.3	Tutkimuksen tavoite	3
1.4	Rajaukset ja näkökulma	3
2	Tutkimuksen toteutus	4
2.1	Teemahaastattelu	5
2.2	Kyselytutkimus	6
3	Nykyinen tilanne rakennustyömailla	7
3.1	Rakentamisen hukka-aika	7
3.1.1	Hukan määrittäminen Lean-rakentamisessa	7
3.2	Työnjohdon tehtävät ja ajankäytön jakautuminen	8
3.2.1	Työvaiheen ennakkosuunnittelu	9
3.2.2	Työnjohdon työnaikainen ohjaus ja laadunvarmistus	11
3.3	Työmaan tiedonhallinta	15
3.3.1	Projektipankki sähköisen tiedonhallinnan työkaluna	16
3.3.2	Tietomallinnus	17
3.4	Mobiililaitteiden käyttö työmailla	17
3.5	Työmailla käytössä olevat mobiilisovellukset	18
3.5.1	Plangrid	19
3.5.2	Congrid	19
3.5.3	Kotopro	20
3.5.4	RT-tuotetieto	20
4	Mobiililaitteiden käyttö Lujatalon työmailla	21
4.1	Kyselyyn ja haastatteluihin osallistuneiden taustatiedot	21
4.2	Mobiilimestari-pilottihanke	22
4.3	Työmaiden perinteiset toimintatavat	23
4.4	Mobiililaitteiden käyttöönoton haasteet ja kehitysehdotukset	25

4.4.1	Käyttöön otetut tablettitietokoneet	28
4.5	Käytössä olevat mobiilisovellukset ja niiden käyttökohteet	29
4.5.1	KymppiPro	29
4.5.2	TurvaApp	31
4.5.3	PhoneApp	32
4.5.4	Raksanappi	32
4.5.5	Työpöydän pilvipalvelun sovellus	33
4.5.6	Projektipankkisovellukset	33
4.5.7	Tekla Field3D	34
5	Uuden mobiilisovelluksen kehitysehdotus	35
5.1	Työnohjaus	37
5.1.1	Tehtävät ja työnseuranta	37
5.1.2	Kokoukset ja palaverit	38
5.1.3	Aikataulut	39
5.2	Henkilöstöhallinta	40
5.2.1	Perehdytys	40
5.2.2	Tuntikirjaus	41
5.2.3	Työmaatiedotteet	42
5.3	Kalustonhallinta	43
5.4	Hankinta	45
5.4.1	Pienhankinta	45
5.4.2	Kuormakirjojen arkistointi	45
5.5	Helppokäyttöisyys	46
6	Yhteenveto	48
6.1	Tulosten yhteenveto	48
6.2	Johtopäätökset ja pohdinta	49
6.3	Jatkotutkimusehdotukset	50
	Lähteet	51
	Liitteet	
	Liite 1. Kyselylomake	
	Liite 2. Teemahaastattelulomake	

Käsitteet ja lyhenteet

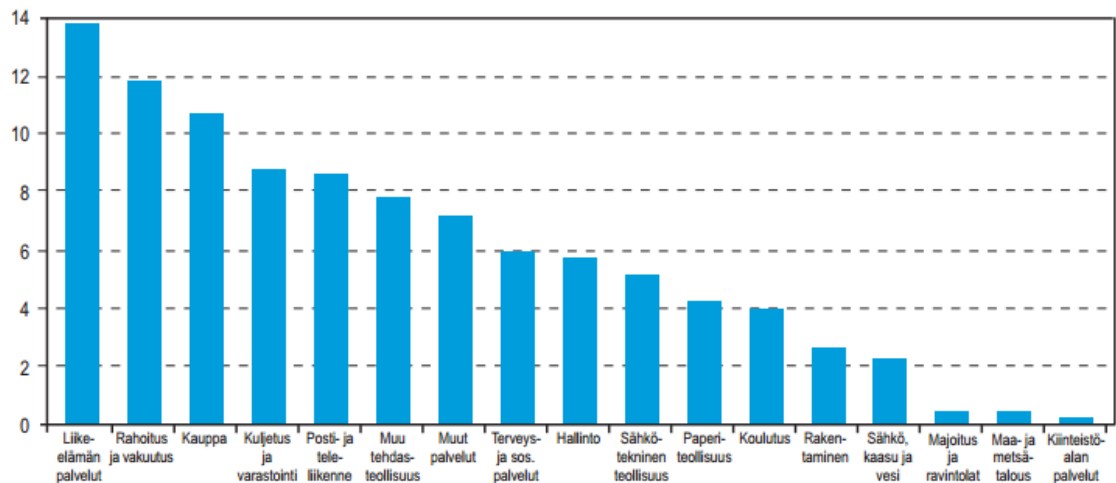
BIM	Rakennustietomalli (Building Information Modeling) on digitaalisessa kolmiulotteisessa muodossa tarkasteltava virtuaalimalli, johon yhdistyvät tuotteen eli rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaiset tiedot. [1.]
BKT	Bruttokansantuote mittaa valtion kokonaistuotannon laajuuden. [2.]
ICT	Tieto- ja viestintäteknologiaa (Information and Communication Technology.) [3.]
IFC	Kansainvälinen standardi rakennusalan oliopohjaisen tiedon siirtoon tietojärjestelmien välillä. Lyhennetty englannin kielen sanoista: "Industry Foundation Classes." [4.]
RATU	RATU-kortisto on Talonrakennusteollisuuden ja Rakennustietosäätiön (RTS) julkaisema tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen tietopankki. [5.]
Revisio	Tarkoittaa asiakirjassa olevan tiedon tarkentumista. Tietojen tarkentuminen johtuu esimerkiksi asiakirjassa havaituista puutteista tai virheistä. [6.]
RFID	Radiotaajuinen etätunnistus (Radio Frequency Identification) on teknologiaa RFID-tunnisteissa olevan tiedon lähilukuun ja tallentamiseen. [7.]
Synkronointi	Tarkoittaa tietotekniikassa kahden eri järjestelmän saattamista samaan tilaan. [8.]
Tavoitearvio	Tavoitearvio on urakoitsijan budjetti rakennushankkeelle. Sitä on laadittu kustannusarvion perusteella. [9.]

1 Johdanto

1.1 Tausta

Yksi keskeisistä yritysten kilpailukykyyn vaikuttavista tekijöistä on tuottavuus. Rakentamisen toimialan tuottavuus verrattuna muihin aloihin on alhainen eikä se ole kehittynyt kovinkaan paljon viimeiseen 40 vuoteen. Rakentaminen on Suomessa merkittävä toimiala. Se työllistää vuosittain lähes 200 000 henkilöä ja edustaa noin 10 % BKT:stä. Rakennusinvestoinnin osuus kokonaisinvestoinneista on yli 60 %. Vastaavasti rakennetun ympäristön osuus kansallisvarallisuudestamme on yli 70 %. Tästä syystä voidaan olettaa, että rakentamisen tuottavuuden parantamisella on merkittävä vaikutus Suomen kilpailukykyyn globaalisissa markkinoissa. [10; 11.]

Tuottavuuden kehityksen lisäksi, rakennusala on jäänyt jälkeen myös digitalisaation kehityksessä. Digitalisaatiolla uskotaan olevan merkittävä vaikutus rakentamisen toimialan tuottavuuden parantamisessa. Hyödyt voidaan laskea jopa sadoissa miljoonissa euroissa. Digimurrosta kokeneet toimialat kuten finanssi ja kaupan ala, ovat onnistuneet kasvattamaan tuottavuuttaan dramaattisesti viimeisen 40 vuoden aikana. Tämä johtuu osittain siitä, että molemmat toimialat ovat investoineet ICT:hen huomattavasti enemmän kuin muut toimialat keskimäärin. [2; 10.]



Kuva 1. Toimialojen osuudet koko kansantaloudessa tehdyistä ICT investoinneista vuosina 2001-2005 (prosentteina) [2.]

Tietoteknisten laitteiden ja tietoliikenneyhteyksien suorituskyvyt eivät ole enää esteenä digitalisaation hyödyntämiselle. Rakennusalalla on hyvät aloitusedellytykset uusien digitaalisten ratkaisujen käyttöönotolle, mutta sitä ovat jarruttaneet alan perinteinen toimintakulttuuri ja prosessit, muutosvastarinta sekä projektiluonteisuus. Viime vuosina on kuitenkin tapahtunut selkeitä muutoksia, jotka viittaavat siihen, että rakennustyömailla siirrytään kohti digitaalisia palvelualustoja hyödyntävään tuotantoon. Muutokset näkyvät erityisesti mobiililaitteiden kuten tablettitietokoneiden ja älypuhelimien lisääntyvässä tuotannonohjauksellisessa käytössä sekä tietomallintamisen hyödyntämisessä. Mobiililaitteet on varustettu erilaisilla tuotannonohjaukseen suunnatuilla mobiilisovelluksilla ja -palveluilla, jotka kehittyvät kovaa vauhtia. Mobiililaitteiden täysimääräinen hyödyntäminen edellyttäisi kuitenkin työmaiden toimintatapojen uudistamista. [12; 13.]

1.2 Tutkimusongelmat

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on Luja-yhtiöihin kuuluva Lujatalo Oy. Lujatalo toimii valtakunnallisesti uudis- ja korjausrakentajana sekä asunto- että toimitilapuolella. Yrityksessä havaittiin, että merkittävä osa työnjohdon tehtävistä joudutaan suorittamaan osittain tai kokonaan työmaatoimistolla. Tämän seurauksena työnjohto joutuu liikkumaan useita kertoja työpäivän aikana työmaatoimiston ja työmaan välillä, jolloin työnjohdon keskeisen työn eli työmaalla tapahtuvan työnhjauksen osuus jää usein liian pieneksi. Työnjohto suorittaa myös suurimman osan tehtävistä perinteisillä paperipohjaisilla toimintatavoilla, vaikka digitaaliset palvelut ovat jo saatavilla.

Yrityksessä halutaan tehostaa työnjohdon ajankäyttöä ja karsia ylimääräiset käynnit työmaatoimistolla ottamalla käyttöön tablettitietokoneita. Tablettitietokoneet on varusteltu muutamilla työmaan tuotannonohjaukseen suunnatuilla mobiilisovelluksilla. Lisäksi älypuhelmiin on kehitetty työmaan havaintoihin erikoistuva sovellus. Hyödyntämällä mobiililaitteita työmaatehtävissä tarvittavat tiedot ja työkalut olisivat sähköisessä muodossa välittömästi saatavilla, jolloin työnjohdolla on mahdollisuus suorittaa entistä enemmän tehtäviä ollessaan työmaalla. Mobiililaitteiden hyödyntäminen työmaatehtävissä on kuitenkin osoittautunut vähäiseksi. Yrityksessä on havaittu, että mobiilisovellukset eivät täysin vastaa työmaan työnjohtajan tarpeita. Nämä tarpeet päätettiin kartoittaa yrityksessä noin vuosi sitten käynnistetyllä Mobiilimestari-pilottihankkeella. Pilottihankkeesta syntyneet empiiriset havaintoaineistot toimivat tämän opinnäytetyön lähtötietoina.

1.3 Tutkimuksen tavoite

Toimeksiantaja haluaa kehittää työmaan työnjohdolle räätälöityä uutta mobiilisovellusta. Opinnäytetyön päätavoitteena on luoda kehitysehdotus tämän uuden mobiilisovelluksen sisällöstä, toiminnoista ja helppokäyttöisyydestä. Mobiilisovellus tulisi sisältää vain ne keskeisimmät toiminnot, joita työnjohtaja tarvitsee jokapäiväisessä työssään. Toiminnot olisivat sellaisessa muodossa, että niitä olisi helppo ja nopea käyttää. Sekundaari tavoitteena on selvittää tablettitietokoneiden käyttöönoton haasteet työmaalla. Tarkoituksena olisi löytää ne juurisyyt, jotka estävät tai vaikeuttavat tablettitietokoneiden käyttöönottoa työmailla. Tutkimus toimii mahdollisuuksien mukaan perustana uuden mobiilisovelluksen ja sen käyttöönoton tukevien toimintamallien kehittämiseksi.

1.4 Rajaukset ja näkökulma

Opinnäytetyön kontekstia tarkastellaan talonrakennustyömaan pääurakoitsijan työnjohdon näkökulmasta. Talonrakennustyömaat koostuvat mm. asuinrakennusten, liike- ja toimistorakennusten, julkisten rakennusten sekä teollisuus- ja varastorakennusten uudisrakentamisesta ja korjausrakentamisesta. Mobiililaitteiden käyttöön liittyvät hyödyt tuodaan osittain esille myös rakennuttajan, aliurakoitsijoiden sekä omien työntekijöiden näkökulmista.

Aihetta rajataan ajallisesti koskemaan ainoastaan projektin rakentamisvaihetta. Rakentamista edeltävät ja luovutuksen jälkeiset vaiheet eivät sisälly työhön. Insinööriyössä käsiteltävät mobiililaitteet ovat älypuhelin ja taulutietokone eli tablettitietokone lyhennettynä tabletti. Mobiilisovellusten ja -laitteiden tietotekniset seikat kuvataan pintapuolisesti.

2 Tutkimuksen toteutus

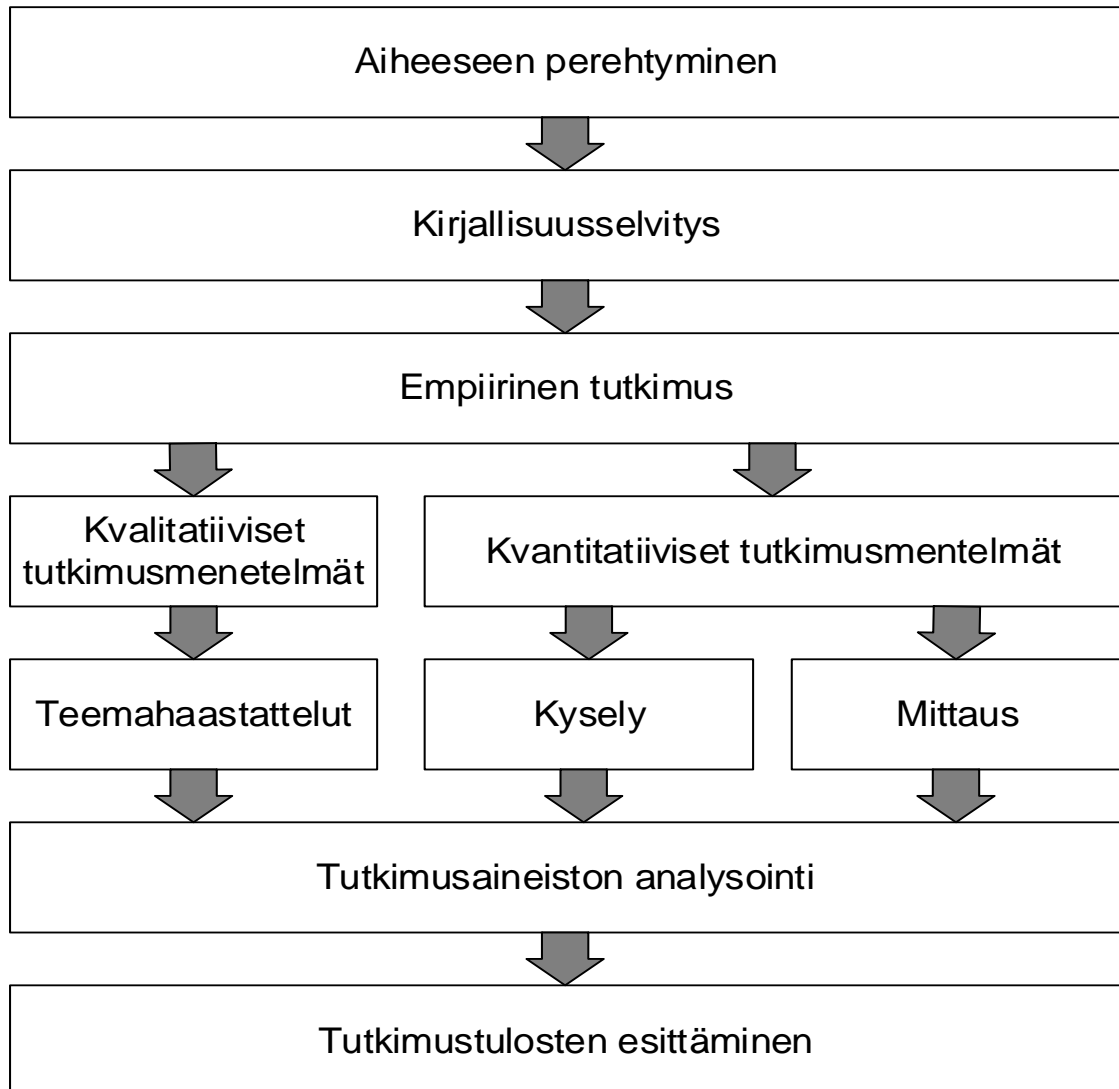
Opinnäytetyössä suoritettava tutkimus on soveltava, koska pääpaino on käytännön ongelmien ratkaisujen kehittämisessä. Tutkimusongelmiin pyritään lähestymään ja ratkaisemaan käyttäjälähtöisestä ja käytännönläheisestä näkökulmasta. Tutkimuksessa hyödynnetään opinnäytetyön tekijän substanssiosaamista ja kokemuspohjaa mobiililaitteiden käytöstä, koska tekijä on työskennellyt työnjohtotehtävissä toimeksiantajayrityksessä.

Opinnäytetyö käynnistettiin perehtymällä yhdessä toimeksiantajayrityksen kanssa aiheeseen. Ensimmäiseksi selvitettiin aiheen tausta ja ongelmat, jotka johtivat tutkimuksen käynnistämiseen. Toiseksi määritettiin tutkimuksen tavoite ja tuotokset sekä rajaukset ja näkökulma. Tutkimuksen teoreettinen viitekehys muodostettiin aiheeseen liittyvällä kirjallisuusselvityksellä. Kirjallisuusselvityksessä opinnäytetyön tekijä perehtyi aikaisempiin asiaankuuluviin tutkimuksiin, alan kirjallisuuteen, yrityksen aineistoon ja muihin lähteisiin. Kirjallisuusselvityksessä tarkasteltiin rakentamiseen liittyvää ajanhukkaa, työnjohdon tehtäviä ja ajankäyttöä, tiedonhallintaa, mobiililaitteita sekä markkinoilla olevia mobiilisovelluksia. Kirjallisuusselvityksessä painotettiin lähdeaineiston tuoreutta, koska tutkimuksen aihe on nopeasti kehittyvä ja muuttuva. Teoreettisen viitekehukseen pohjautuen toteutettiin kokemusperäinen eli empiirinen tutkimus. Empiirisessä tutkimuksessa aineistoa tutkittiin kvalitatiivisin ja kvantitatiivisen menetelmin.

Kvalitatiivisen tutkimusotteen tarkoitus oli muodostaa kokonaisvaltaisen ja syvällisen käsityksen tutkittavasta aiheesta. Kvalitatiiviseksi tutkimusmenetelmäksi valikoitui teema-haastattelu, koska tutkimuksessa oli selkeitä aihepiirejä, joita piti käsitellä. Kyseisestä tutkimusotteesta oli hyötyä etenkin selvittäessä ne juurisyyt, jotka vaikeuttavat tai estävät mobiililaitteiden käyttöönottoa työmaalla. Kvantitatiivisen tutkimusotteen tarkoitus oli yleistää tilastoilla tutkittavaa aihetta. Kyseisen tutkimusotteen tutkimusmenetelmiä olivat kysely ja mittaus. Mittausta suoritettiin yrityksen etähallintajärjestelmää hyväksi käyttäen, josta saatiin täsmällisiä tietoja mobiilisovelluksen käyttöasteesta ja käyttökohteista. Tutkittavasta aiheesta pyrittiin samaan mahdollisimman kattavaa kuvaa soveltamalla erialisia tutkimusmenetelmiä. [14; 15.]

Kun tarvittava tutkimusaineisto saatiin kerättyä, aloitettiin aineiston analysointivaihe. Tulosten analysoinnissa tarkasteltiin saatuja empiirisiä havaintoaineistoja ja niitä vertailtiin

teoreettiseen viitekehykseen. Tämän jälkeen määritettiin, mitkä ovat ne olennaiset tutkimustulokset, joita pitäisi esittää opinnäytetyöraportissa ja missä muodossa ne tulisi esittää.



Kuva 2. Tutkimuksen kulku prosessikaavion muodossa

2.1 Teemahaastattelu

Teemahaastattelu koostui aiheen kuvauksesta, taustatiedot osiosta sekä aihepiirien liittyvistä avoimista kysymyksistä. Teemahaastattelun aihepiirit olivat mobiililaitteiden käyttökohteet, mobiilisovellusten käyttökokemukset ja kehitysehdotukset sekä mobiililaitteiden käyttöönoton haasteet ja kehitysehdotukset. Haastattelu aloitettiin kuvaamalla opinnäytetyön aihetta, tutkimuksen tavoitetta ja tuotosta. Taustatiedot osion tarkoitus oli

tuoda esiin haastateltavien rooli hankkeessa, kokemusvuodet ja keskeisimmät vastuualueet. Taustatiedot osion tulokset käytettiin tilastollisten tulosten muodostamisessa. Haastattelu eteni pääasiassa kysymysten järjestysten mukaisesti, mutta vastauksia pyrittiin mahdollisuuksien mukaan tarkentamaan lisäkysymyksillä. Teemahaastatteluita äänitettiin, jotta kaikkia vastauksia ja keskusteluita pystyttäisiin tulosten analysoinnin helpottamiseksi dokumentoida. Haastatteluita toteutettiin yhteensä viisi kappaletta, josta neljä suoritettiin kiertämällä yrityksen Uudenmaan yksikön eri työmaissa, joissa mobiililaitteet olivat käytössä. Lisäksi yhtä Kuopion yksikön vastaavaa työnjohtajaa haastateltiin sähköpostitse.

2.2 Kyselytutkimus

Kysely toteutettiin verkkokyselynä, joka lähetettiin sähköpostitse valtakunnallisesti yrityksen kaikille työmaan toimihenkilöille, jolloin tutkimuksen otanta oli mahdollisimman suuri. Kyselyn aihepiirit olivat samoja kuin teemahaastattelussa, koska kyselyllä pyrittiin vahvistamaan, yleistämään ja laajentamaan teemahaastattelussa saatuja tuloksia. Tiedettiin ennakkoon, että toimihenkilöt eivät vastaa kovin herkästi pitkiin ja monimutkaisiin kyselyihin, joten kyselyä yksinkertaistettiin ja siihen sisällytettiin teemahaastattelusta ainoastaan ne tärkeimmät ja keskeisemmät kysymykset. Kyselyn alussa kuvattiin opinnäytetyön aihetta ja kyselyn tarkoitusta samoilla periaatteilla kuin teemahaastattelussa. Kyselyssä kerättiin myös osallistujien taustatiedot samalla tavalla kuin teemahaastattelussa.

3 Nykyinen tilanne rakennustyömailla

Rakentaminen on pirstaleista projektitoimintaa, joka koostuu monien eri alojen osaajista. Yhteiskunta ohjaa ja sääntelee rakentamista voimakkaasti erilaisilla rakentamismääräyksillä ja standardeilla. Jokainen rakennustyömaa sitoo paljon yrityksiä, joista monet tekevät yhteistyötä toistensa kanssa ensimmäistä kertaa. Rakennushankkeen jokaisella osapuolella on omat intressinsä hankkeen etenemisestä ja sen lopputuloksesta. [16.]

3.1 Rakentamisen hukka-aika

Construction Institutun tutkimuksen mukaan jopa 57 % rakentamisen ajankäytöstä kuluu hukkaan. Hukka tarkoittaa sellaista työtä, joka kuluttaa resursseja, mutta ei luo lisäarvoa lopputuotteeseen asiakkaan näkökulmasta. Hukka voi esiintyä toiminnoissa, joissa välineitä, materiaalia, työvoimaa tai pääomaa käytetään enemmän kuin on tarpeellista. Hukka ei tarkoita ainoastaan arvoa tuottamatonta työtä vaan myös sitä, että työtä ei suoriteta parhaalla mahdollisella tavalla. Hukkaa ei rakentamisesta pystytä täysin koskaan poistamaan, mutta sen osuutta voidaan merkittävästi vähentää. Työnjohtaja katsoo omaa työtään usein subjektiivisesti eikä välttämättä huomaa mitä eri hukkia sen työprosessi sisältää. [17; 18.]

Rytikankaan mukaan organisaatioissa hukka-aikoja aiheuttavat mm. asioiden kahteen kerran tekeminen, unohtamiset ja väärinymmärrykset, tiedon, papereiden ja henkilöiden hakemiset ja etsimiset, asioiden tekeminen liian hyvin eli perfektionismi sekä lähtökilka ja jahkailu. [19.]

3.1.1 Hukan määrittäminen Lean-rakentamisessa

Lean-rakentaminen on toimintatapa, joka perustuu Lean-johtamisfilosofiaan ja sen menetelmien soveltamiseen rakennustuotannossa. Lean-rakentamisen pyrkimyksenä on maksimoida lopputuotteen asiakasarvoa ja minimoida rakentamisessa syntyvää hukkaa. Lean-ajattelu pohjautuu viiteen periaatteeseen, jotka ovat arvon määrittäminen asiakkaan näkökulmasta, arvovirran tunnistaminen, virtauksen luominen järjestämällä tuotannonprosessin vaiheet, tuotteiden valmistaminen ainoastaan asiakkaan tarpeesta ja täydellisyyteen pyrkiminen jatkuvalla kehityksellä. Lean juontaa juurensa Toyotan tuotantojärjestelmästä eli TPS:stä (Toyota Production System.) [20.]

Rakentamisen hukkatekijöitä on jaoteltu Leanin seitsemän perinteiseen hukkaan pohjautuen seuraavasti: materiaalin ylituotanto, rakentamisessa tapahtuva odotus ja materiaalin turha kuljettaminen, ylisuuret ja tarpeettomat varastot, työntekijöiden ja työnjohdon turha liikkuminen, työvälineiden väärinkäyttö sekä laatuvirheet. Nämä hukkatekijät aiheuttavat mm. materiaalin, työvoiman, ajan, rahan, työalueen ja energian hukkakäyttöä. [21.]

3.2 Työnjohdon tehtävät ja ajankäytön jakautuminen

Mediassa on uutisoitu, että rakennusalalla työnjohtajista on kova pula. Kasvukeskuksissa työmaita syntyy jatkuvasti lisää ja samalla osaavien tekijöiden kysyntä kasvaa. Työnjohtoresurssivaje heijastuu mm. työmaiden aikataulujen venymisessä sekä yksittäisen työnjohtajan kiireen ja työpaineen kasvamisessa. Projektien toteuttaminen menestyksekkäästi edellyttää työnjohdolta tehokkaampaa ajankäyttöä. [22.]

Työmaata johtaa vastaava työnjohtaja eli vastaava mestari ja hänellä saattaa olla apunaan myös yksi tai useampi työnjohtaja, josta jokaisella on oma vastuualueensa rakennushankkeen läpiviennissä. Työmaan työnjohto vastaa rakennuskohteen toteutuksesta kustannus-, aikataulu-, turvallisuus-, ja laatutavoitteiden mukaisesti. Rakentamisvaiheessa työnjohto suunnittelee ja ohjaa rakennustuotantoa yhteen sovittamalla työvoimaa, palveluita, kalustoa ja materiaalia suunnitelmien ja sopimusten mukaisten tavoitteiden saavuttamiseksi. [23.]

Marjasalo on diplomityössään selvittänyt vastaavien työnjohtajien ja työnjohtajien ajankäytön jakautumista eri tehtävien välillä. Tutkimukseen osallistui 14 vastaavaa työnjohtajaa sekä 10 työnjohtajaa. Tehtäviä ryhmiteltiin 16 eri ajankäyttökohteeseen:

- työvaiheen ennakkosuunnittelu
- omien työntekijöiden ohjaus
- hankinnat
- kustannussuunnitelmat ja -seuranta
- työturvallisuus

- kokoukset ja palaverit
- (ali-)urakkaneuvottelut ja -sopimukset
- aliurakoitsijoiden ohjaus ja valvonta
- lisä- ja muutostöiden hallinta
- epäselvyydet suunnitelmissa
- henkilöstö- ja työsuhdeasiat
- muu dokumentointi
- kehitystoiminta ja verkostoituminen
- muu hanke
- muut tehtävät
- yllättävien ongelmien selvittely.

Marjasalon tutkimuksen tulosten mukaan työnjohto käyttää eniten aikaa työntekijöiden ohjaukseen ja työvaiheen ennakkosuunnitteluun. Näiden lisäksi huomattava osa ajasta kuluu hankintoihin, kokouksiin ja palavereihin sekä henkilöstö- ja työsuhdeasioihin. Vastaavan työnjohtajan ajasta 15 % kuluu omien työntekijöiden ohjaukseen, 10 % aliurakoitsijoiden ohjaukseen ja valvontaan sekä 16 % työvaiheen ennakkosuunnitteluun. Vastavasti työnjohtaja käyttää 24 % ajastaan omien työntekijöiden ohjaukseen, 16 % aliurakoitsijoiden ohjaukseen ja valvontaan sekä 14 % työvaiheen ennakkosuunnitteluun. Marjasalon mielestä suuri osa työnjohdon hukka-ajasta voitaisiin poistaa kehittämällä projektijohtamista ja suunnitteluyhteistyötä sekä tehtäväsuunnittelua ja -valmistelua painottamalla [24.]

3.2.1 Työvaiheen ennakkosuunnittelu

Lähtötietoihin perehtyminen

Työnjohtaja aloittaa työvaiheen ennakkosuunnittelun perehtymällä työvaiheen lähtötietoihin. Lähtötietoja voidaan jakaa hankekohtaisiin ja yleisiin asiakirjoihin. Hankekohtaiset

asiakirjat ovat mm. rakennusselostus, työselostus, suunnitelmat, projektisuunnitelma, työmaa-asiakirjat, tavoitearvio, sopimusasiakirjat, yleisaikataulu ja mahdollinen työvaihe aikataulu. Yleisiin asiakirjoihin kuuluvat rakennusteollisuuden julkaisemat rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset (RYL) ja Ratu-aineistot, voimassaolevat ohjeet, normit ja standardit sekä yrityksen omat toimintaohjeet. [25; 26.]

Suunnitelmakatselmus

Mikäli työnjohtaja havaitsee suunnitelmissa tai niiden yhteensovittamisessa ristiriitoja, epäselvyyksiä tai puutteita, on pidettävä suunnitelmakatselmus. Suunnitelmakatselmuksen osallistuvat tilaajan edustaja, valvoja, pääsuunnittelija, työvaiheesta vastaava työnjohtaja ja suunnitelmista vastaavat suunnittelijat. Katselmuksessa sovitaan ne asiat, joita suunnitelmiin tulisi lisätä, poistaa tai muuttaa sekä kenen toimesta ja mihin mennessä korjaustoimenpiteet tulisi suorittaa. Katselmuksen yhteydessä voidaan myös sopia tarkemmin tilaajan ja suunnittelijoiden kanssa työnaikaisista laadunvarmistustoimista. Suunnitelmakatselmuksesta laaditaan pöytäkirja osallistujien allekirjoituksineen, jota dokumentoidaan. Suunnitelmakatselmuksia on suotava järjestää hankkeen onnistumisen kannalta erityisen merkittävistä ja riskialttiista työvaiheista kuten runko- ja vesikattotyöt. [27.]

Tehtäväsuunnittelupalaveri

Tehtäväsuunnittelupalaverin tarkoitus on tuoda työnjohdon tietoisuuteen työtä suorittavien aliurakoitsijoiden tai omien työntekijöiden kokemukset ja näkemykset työvaiheen toteutuksesta. Se on hyvä apuväline työnjohdolle tuntemattomien työvaiheiden suunnitteluun. Tehtäväsuunnittelupalaverin avulla aliurakoitsijat ja omat työntekijät otetaan mukaan työvaiheen suunnitteluun ja samalla niitä sitoutetaan työvaiheeseen. Palaverissa mainitulla asioilla voidaan täydentää ja täsmentää tehtäväsuunnitelman sisältöä. [28.]

Tehtäväsuunnitelma

Tehtäväsuunnitelma lyhennettynä ”TESU” on asiakirja, johon työnjohtaja kirjaa ylös työvaiheen toteutuksen reunaehdot ja riskit. Tehtäväsuunnitelman tarkoitus on muodostaa työnjohtajalle ja työntekijöille selkeä kuvaus työvaiheesta ja siihen sisältyvistä vaatimuksista. Tehtäväsuunnitelmassa huomioidaan työvaiheen työturvallisuus, kustannukset, aikataulu ja laatu. Tehtäväsuunnitelman on oltava mahdollisimman tiivis, mutta samalla

kattava. Se sisältää työvaiheen sisällön ja painopisteiden määrittämisen, riskien tunnistamisen, ajallisen suunnittelun ja ohjauksen, kustannusten suunnittelun ja valvonnan, työvaiheen aloitusedellytysten varmistamisen sekä laatuvaatimusten selvittämisen ja laadunvarmistuksen. [25; 27.]

3.2.2 Työnjohdon työnaikainen ohjaus ja laadunvarmistus

Työnaikainen ohjaus ja laadunvarmistus sisältävät niitä toimenpiteitä, joilla aliurakoitsijoita, omia työntekijöitä ja vuokratyöntekijöitä johdetaan turvallisesti ja kustannustehokkaasti ajallisten tavoitteiden ja laatuvaatimusten saavuttamiseksi. Siinä valvotaan työn edistymistä ja puututaan mahdollisiin tuleviin häiriöihin. Työnaikaisen ohjauksen tavoite on luoda edellytykset suunnitelmien mukaiselle toteutukselle ja ehkäistä tuotannon poikkeamat suunnitellusta. Havaitessaan poikkeaman tai muutoksen työnjohtajan tulee suunnitella tarvittavat korjaustoimenpiteet varmistaa korjaustoimenpiteiden mukainen tuotanto.

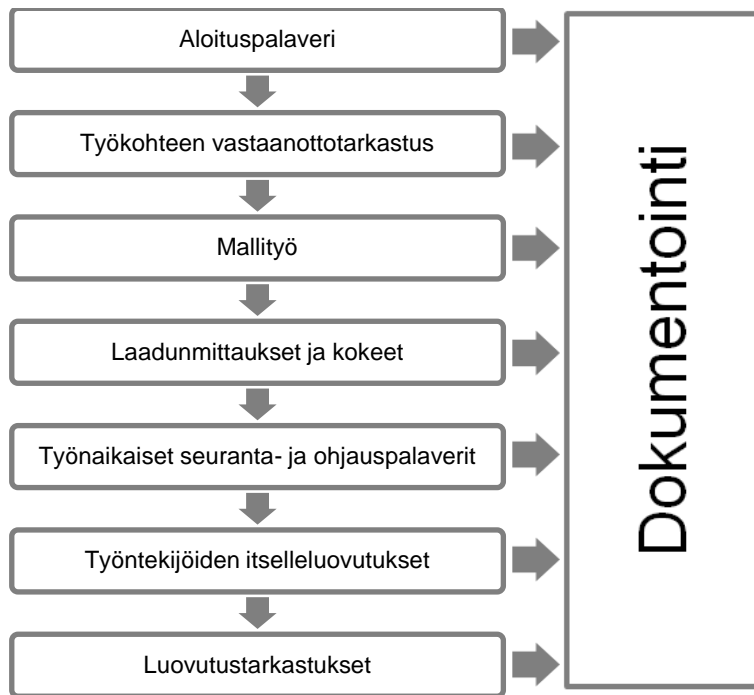
Laadunvarmistus on puolestaan systemaattinen toiminta, jolla varmistetaan, että lopputuote täyttää sille asetetut laatuvaatimukset ja on sopimuksenmukainen. Laadunvarmistustoimet kuvataan laadunvarmistusmatriisissa, jota laaditaan työmaan valmisteluvaiheessa osana laatusuunnitelmaa. Matriisissa määritellään mitä laadunvarmistustoimia on tehtävä missäkin työvaiheessa.

Taulukko 1. Esimerkki työmaan laadunvarmistusmatriisista [25.]

Laadunvarmistusmatriisi									
Aikataulu-tehtävä	Laadunvarmistustoimi								
	Tehtäväsuunnitelma	Aloituspäätös	Mallityö	Tarkemmittaus	Ongelmiin varautuminen	Oma valvonta/laaturaportti	Kokeet, mittaukset	Tarkastukset	Vastaanotto katselmus
Maarakennustyöt		X						X	X
Perustustyöt	X	X	X	X	X	X		X	X
Elementtiasennus	X	X	X	X	X	X			X
Vesikattotyöt	X	X	X		X	X	X		X
LVI- ja sähkötyöt		X		X	X		X		X
Ikkuina-asennus		X	X	X					X
Väliseinätyö		X	X			X			X
Tasoite ja maalaus		X	X		X	X	X		X

Aliurakoitsijoita ohjataan sopimuksilla ja pääosin ennen työvaiheen aloitusta. Vastavasti omia työntekijöitä ja vuokratyöntekijöitä ohjataan työn edetessä työmaassa vallitsevan tilanteen mukaan. Työnaikainen ohjaus ja laadunvarmistus prosessi voi kestää yhdestä viikosta useaan kuukauteen riippuen työvaiheen laajuudesta, haastavuudesta ja työnjohtoresurssien käytettävyydestä. Prosessiin sisältyy mm. työvaiheen aloituspalaveri, työkohteen vastaanottotarkastus, mallityö, laadunmittaukset ja kokeet, työnaikaiset seuranta- ja ohjauspalaverit, työntekijöiden itselleluovutukset sekä luovutustarkastukset. Prosessia sovelletaan erityisesti aliurakoissa, mutta siihen sisältyvät toimenpiteet kuten esimerkiksi mallikatselmukset ja laadunmittaukset olisi syytä toteuttaa myös omien työntekijöiden ohjauksessa ja laadunvarmistuksessa.

Työnaikaista ohjausta, laadunvarmistusta ja laatua on jatkuvasti dokumentoitava, jotta sopimuksenmukaisuutta ja laatua voidaan jälkikäteen todentaa. Dokumentointi tarkoittaa esimerkiksi erilaisten pöytäkirjojen ja työmaalla otettujen valokuvien arkistointi. Katselmuksissa ja palaverissa päätetyistä asioista on syytä laatia aina pöytäkirja kaikkien osapuolien allekirjoituksineen. Hyväksytty ja allekirjoitettu pöytäkirja dokumentoidaan mahdollisten ongelmien ja riitatilanteiden välttämiseksi. Työmaan laatudokumentoinnin kannalta on syytä valokuvata sellaisia toimenpiteitä, rakenteita tai rakennusosia, jotka jäävät piiloon tai ovat muutoin vaikeasti todistettavissa rakennuksen valmistuttua. Työmaadokumentteja voidaan arkistoida paperisina kansioihin tai yrityksen käytössä olevaan sähköiseen tiedonhallintajärjestelmään. Työnaikaisen ohjauksen ja laadunvarmistuksen prosessi on esitetty kuvassa 3. [25.]



Kuva 3. Työnaikaisen ohjauksen ja laadunvarmistuksen prosessi

Aloituspalaveri

Aloituspalaverin tarkoitus on todeta tehtäväsuunnittelupalaverissa sovittujen asioiden toteutuminen tarkentamalla tavoitteita ja työmenetelmiä. Palaverin yhteydessä varmistetaan, että työvaiheen aloitusedellytykset ovat kunnossa ja työ päästään aloittamaan sovitussa aikataulussa. Aloituspalaveriin sisältyy ainakin seuraavat asiat: aikataulu- ja työjärjestys, suunnitelmat ja laatuvaatimukset, liittyvät työt ja ongelmat, laadunvarmistustoimenpiteet, työhön varatut materiaalit ja resurssit sekä työturvallisuus. Aloituspalaverissa on myös korostettava työturvallisuuden ja laadunhallinnan kannalta kriittiset työvaiheet. Aloituspalaveriin osallistuvat päätoteuttajan työnjohto sekä aliurakoitsijan työryhmä, nokkamiehet tai työnjohtaja. Aloituspalaveria on pidettävä hyvissä ajoin ennen työn alkamista ja siitä tehdään allekirjoitettu pöytäkirja. Työntekijöitä voidaan myös perehdyttää aloituspalaverin yhteydessä. [25.]

Työkohteen vastaanottotarkastukset

Työkohteen vastaanottotarkastuksessa ts. mestan vastaanottotarkastuksessa varmistetaan, että kohde on kunnossa ja kaikki edeltävät työt sekä toimenpiteet on tehty laatu-

vaatimusten mukaan. Kohteen on oltava myös siisteystasoltaan hyväksyttävässä kunnossa, jotta se voidaan luovuttaa aliurakoitsijalle. Vastaanottotarkastusta voidaan tarvittaessa toteuttaa osakohteittain toteutusjärjestyksen mukaan. Tarkastuksen yhteydessä laaditaan pöytäkirja, johon sisältyy osallistujat, tarkastetut osakohteet, havaitut puutteet ja aikaraja, johon mennessä korjaukset on suoritettava. Puutteet tarkastetaan vielä uudestaan ennen työn aloitusta osakohteessa. Tarkastuksessa ovat läsnä päätoteuttajan työnjohto, työryhmä, työryhmän työnjohtaja sekä tarvittaessa edeltävien töiden vastuhenkilöt. Hyväksytty ja allekirjoitettu pöytäkirja dokumentoidaan mahdollisten ongelmien ja riitatilanteiden välttämiseksi. [25.]

Mallityö

Mikäli työvaiheessa on toistuvia työsuorituksia, toimii ensimmäisenä valmistuva osakohde mallityönä. Mallityötä katselmoidaan ja se toimii jatkossa vertailukohteena muihin valmistuviin osakohteisiin. Mallityötä toteuttavat samat työntekijät samoilla menetelmillä, työkaluilla ja materiaaleilla, joilla loputkin osakohteet tehdään. Mallikatselmuksessa tehdään sopimusten mukaiset laadunmittaukset ja kokeet sekä tarkistetaan ja täsmennetään käytännössä työmenetelmien ja tuotteiden soveltuvuus kohteeseen. Mallikatselmukseen osallistuvat yleensä suunnittelija, päätoteuttajan työnjohtaja ja aliurakoitsijan työnjohto, työntekijä tai nokkamies. Mallikatselmuksesta tehdään pöytäkirja, jota hyväksytään, allekirjoitetaan ja dokumentoidaan työmaa-asiakirjoihin. [25.]

Laadunmittaukset ja kokeet

Työnaikaisilla laadunmittauksilla ja kokeilla varmistetaan työn laatuvaatimusten täyttyminen ja sopimuksenmukaisuus. Mittauksia ja kokeita voi suorittaa esimerkiksi työstä vastaava työnjohtaja, rakennuttajan edustaja tai ulkopuolinen asiantuntija. Laadunmittausten ja kokeiden vaatimukset tulee näkyä sopimuksissa tai niissä on oltava viittaus esimerkiksi rakennusalan yleisiin laatuvaatimuksiin eli RYL. [25.]

Työnaikaiset seuranta- ja ohjauspalaverit

Työnaikaiset seuranta- ja ohjauspalaverit pidetään, mikäli havaitaan että työ poikkeaa tai on poikkeamassa sovitusta asioista. Palaverissa on syytä sopia korjaustoimenpiteistä ja niiden valvomisesta. Isoissa hakkeissa, joissa on monta eri aliurakoitsijaa ja päällekkäisiä työvaiheita, on syytä pitää ns. aliurakoitsijapalaveria, joissa töitä yhteen

sovitetaan ja mahdolliset ongelmat ratkaistaan yhdessä. Nämä palaverit luokitellaan seuranta- ja ohjauspalavereiksi. [25.]

Työntekijöiden itselleluovutukset

Työntekijät suorittavat omia tarkastuksia ja seuraavat työn laatua jatkuvasti työn edetessä. Työntekijät korjaavat oma-aloitteisesti tarkastuksien yhteydessä havaitut puutteet ja virheet. Työntekijöille voidaan laatia tarkistuslistaa työn aikana tarkistettavista asioista. Tarkistuslista voi myös toimia laadunvarmistusasiakirjana, mikäli työntekijät ovat allekirjoituksellaan kuitanneet työn tehdyksi. [25.]

Luovutustarkastukset

Mikäli työvaihetta on lohkottu osakohteisiin, on mahdollisuus suorittaa niin sanottu osaluovutustarkastus, jolloin osakohdetta voidaan katselmoinnin perusteella hyväksyä. Osakohde voi toimia aliurakoitsijan maksuerätaulukon perusteena. Vaihtoehtoisesti voidaan tarkastaa koko työkohdetta sen valmistuttua. Luovutustarkastuksessa tarkastetaan kohteen valmiin työn laatu ja sitä voidaan verrata hyväksytyyn mallityöhön, mikäli puutteita ja virheitä ei havaita, kohde hyväksytään. Jos virheitä tai puutteita on löytynyt, niitä kirjataan pöytäkirjaan ja korjataan määräajan mennessä. Kun virheet ja puutteet on korjattu, pidetään jälkitarkastuskierros. Yleensä tarkastuksiin osallistuvat työstä vastaava työjohtaja sekä rakennuttajan ja urakoitsijan edustajat. Tarkastuksiin voivat osallistua myös seuraavan työvaiheen urakoitsijan edustaja. Vastaanottotarkastuksen jälkeen on mahdollista pitää taloudellista loppuselvitystä, jossa käsitellään esimerkiksi urakoitsijalta las- kutettavat kulut, reklamaatiot, lisä- ja muutostöistä aiheutuneet kulut sekä molemminpuolinen palautteen antaminen. [25.]

3.3 Työmaan tiedonhallinta

Rakennusprojektin yksi keskeisin menestystekijä on toimiva ja tehokas tiedonhallinta osapuolten kuten työnjohdon, urakoitsijoiden, suunnittelijoiden, tilaajan, viranomaisten, käyttäjien ja toimittajien välillä. Työmaan tiedonhallinnalla tarkoitetaan rakennushankkeen toteutuksen koskevan asiakirjojen, dokumenttien ja informaation luomista, arkistoinnista ja välitystä. Työmaan sisäinen ja ulkoinen viestintä on myös osa tiedonhallintaa. Työmaan aikainen tehokas ja toimiva tiedonhallinta edellyttää, että osapuolet sopivat

millä tavalla rakennushankkeen aikainen tiedonhallinta toteutetaan. Tietoa on jäsenneltävä ja hallinnoitava yhteisesti sovitulla tavalla ja paikalla. Lisäksi tietoa on oltava mahdollisuus hyödyntää ja muokata osapuolten tarpeisiin. [16.]

3.3.1 Projektipankki sähköisen tiedonhallinnan työkaluna

Nykypäivänä lähes kaikissa työmaissa osapuolten välillä liikuteltavat asiakirjat luodaan sähköisessä muodossa, vaikka osaa niistä käytetäänkin työmaa-aikana pääasiassa paperitulosteina. Kun tietoa luodaan sähköisessä muodossa eli tiedostoina, voidaan puhua ns. sähköisestä tiedonhallinnasta. Sähköinen tiedonhallinta on otettu käyttöön helpottamaan suuren tiedonmäärän tallentamista, arkistointia ja käsittelyä. Rakennustyömaan aikaiset sähköiset tallennettavat asiakirjat ovat mm. rakenne-, arkkitehti-, elementti- ja LVISA-suunnitelmat, hankkeen asiakirjat kuten pöytäkirjat, sopimukset, aikataulut, muistiot, reklamaatiot, muutostyöt, laatuasiakirjat, yhteystiedot, sähköpostit, valokuvat sekä yhdessä laadittavat asiakirjat kuten huoltokirja. [16.]

Rakennushankkeen tiedostojen ja sähköisten asiakirjojen keskitettyä, ajantasaista tietojärjestelmää kutsutaan projektipankiksi. Hankkeen tilaaja tai rakennuttaja päättää pääasiassa projektikohtaisesti projektipankin käyttöönotosta ja sitouttaa sopimuksilla kaikki osapuolet sen käyttöön. Projektipankki toimii pilvipalvelimeen liitettynä tietovarastona, johon jokaisella hankkeen osapuolella on erilainen pääsyoikeus katsomaan, muokkamaan tai tallentamaan yksittäisiä tiedostoja tai kansiota. Projektipankin hyödyllisyys perustuu ajantasaiseen tietovarastoon, johon osapuolet tallentavat ja jakavat tiedostoja välittömästi niiden laatimisen jälkeen. Tällöin varmistetaan, että suunnitelmat ja asiakirjat ovat viimeisiä päivitettyjä versioita. Projektipankin tärkeimmät käyttökohteet ovat asiakirjojen jakelu ja hallinta, suunnittelun ohjaus, hankinnan liiteaineistot ja jakelut, projektin kalenteri ja tehtävien hallinta sekä työmaapäiväkirja ja työturvallisuuden TR-mittari. [16.]

Talonrakennustyömailla rakentamisen aikaiset asiakirjat kuten esimerkiksi työmaakousten pöytäkirjat, työmaapäiväkirjat, vastaanotto- ja tarkastuspöytäkirjat, takuu-asiakirjat ja käyttöluvut on arkistoitava 15 vuotta rakennuksen vastaanottamisesta. Projektipankki toimii yleensä näiden asiakirjojen keskitettynä arkistointipaikkana. [29.]

3.3.2 Tietomallinnus

Tietomalli (Building Information Modeling, BIM) on digitaalisessa kolmiulotteisessa muodossa tarkasteltava virtuaalimalli, johon yhdistyvät tuotteen eli rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaiset tiedot. Malli sisältää mm. rakennuksen geometriset mitoitukset ja tiedot, joita hyödynnetään rakentamisessa ja rakennusosien valmistuksessa.

Malliin tallennettava tieto on helppo hyödyntää suunnittelusta lähtien aina käyttö- ja ylläpitoon saakka. Malli edesauttaa suunnittelua, koska sen avulla voi suorittaa erilaisia analyysejä ja simuloitteja jo projektin varhaisessa vaiheessa. Perinteisissä dokumenttipohjaisissa suunnitelmissa hankkeen tiedot ovat hajautettu useisiin eri piirustuksiin ja selostuksiin. Tietomallinnuksessa nämä kaikki tiedot löytyvät mallista, josta niitä voi suodattaa ja tulostaa dokumenttipohjaiseen muotoon. Tietomallia ei pidä sekoittaa 3D-mallin kanssa, joka ei sisällä rakennusosiin tai rakentamiseen liittyvää tietoa. [30; 31.]

Työmaalla tietomallin merkittävin hyödyntämistapa on sen visuaalisuus. Havainnollistamisen käyttökohteita ovat esimerkiksi kohteeseen ja rakenteisiin perehtyminen sekä töiden yhteensovittaminen ja toteutusjärjestyksen suunnittelu 4D-aikataulutuksen avulla. Työnjohdolla on mahdollisuus hyödyntää tietomallia myös määrälaskennassa, hankinnoissa, työmaa-alueen käytön suunnittelussa ja turvallisuussuunnittelussa kuten esimerkiksi putoamissuojaussuunnittelussa. [32.]

3.4 Mobiililaitteiden käyttö työmailla

Mobiililaitteet ovat ajasta ja paikasta riippumattomia päätelaitteita, jotka mahdollistavat langattoman tiedonsiirron tietoverkkoon. Tietoverkkoon pääsy edellyttää laitteelta yhteyden tukiaseman lähiverkkoon tai matkapuhelinverkkoon. Mobiililaitteiden tiedonsiirto on mahdollinen myös Bluetooth-yhteyden kautta. Mobiililaitteet ovat usein kosketusnäytölliset ja niitä ohjataan joko sormin tai osoitinkynällä. Mobiililaitteiden yleisimmät käyttöjärjestelmät ovat Android, iOS ja Windows. Käyttöjärjestelmät ovat yleensä helppokäyttöisempiä ja yksinkertaisempia kuin esimerkiksi pöytätietokoneiden Windows ja OS X -käyttöjärjestelmät. [33; 35.]

Mobiililaitteiden käyttö rakennusalalla on pääsääntöisesti alkanut älypuhelimien sähköposti-, tekstiviesti- ja valokuvausominaisuuksien kautta. Teknologian kehittyessä pääte-laitteista on tullut yhä kevyempiä, ohuempia ja suorituskykyisempiä. Nykyään mobiililaitteet voivat prosessoida kaikkea mitä normaali tietokonekin pystyy. Mobiililaitteet sopivat liikkuvan työnjohtajan arkeen, koska ne ovat ergonomisia ja niitä on kätevä kuljettaa mukana. Tosin mobiililaitteet ovat erittäin riskialttiita rikkoontumiselle rakennustyömaiden ääriolosuhteissa, joissa rakennustyökalut ja -välineet ovat jatkuvasti koetuksessa. Esimerkiksi älypuhelimien vaurioitumisen yleisimmät syyt ovat ylen teettämään selvityksen mukaan kosketusnäytön rikkoontuminen ja laitteen kastuminen. [34; 35.]

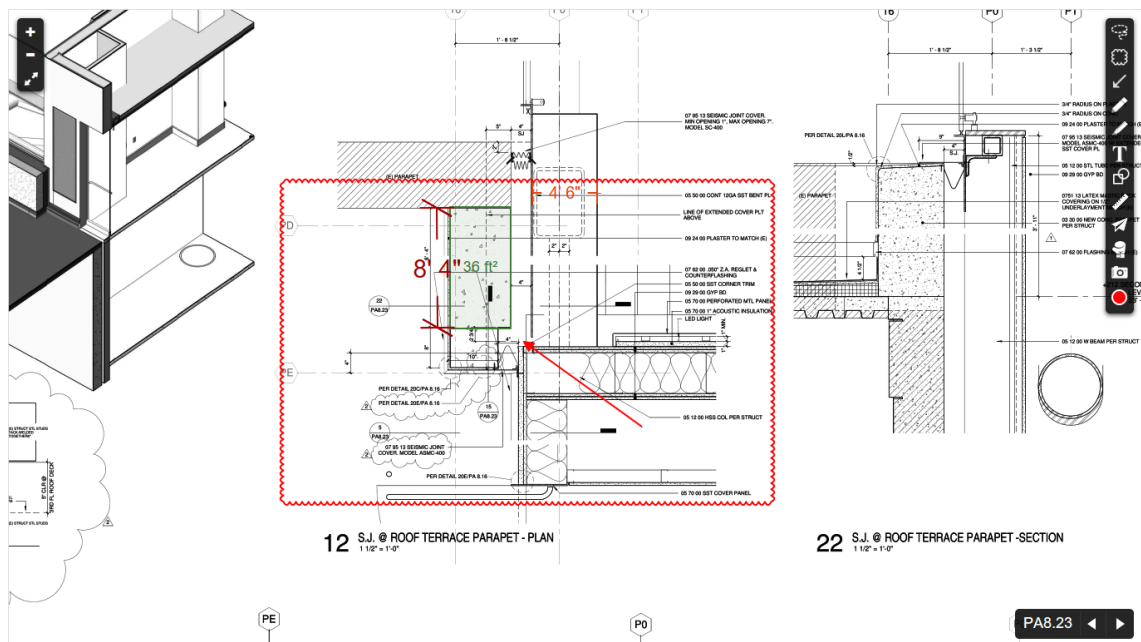
Osa mobiililaitteisiin tallentuvasta tiedosta saattaa olla luottamuksellinen tai muuten arvokasta tietoa. Pienen kokonsa takia mobiililaitteiden riski tulla varastetuksi tai kadotuksi on jopa viisitoista kertaa isompi kuin kannettavilla tietokoneilla. Mobiililaitteet saattavat maksaa yrityksille jopa useita satoja euroja, mutta kaikkein arvokkainta pääomaa on erityisesti niiden suojaamaton tietosisältö. Mobiililaitteille on kehitetty laitteen ja sovellusten valmistajien sekä oman yrityksen kautta erilaisia tietoturvaratkaisuja laitteiden ja niiden tietosisällön suojaamiseksi. Näitä ovat mm. SIM-kortin ja laitteen suojakoodit, tiedon varmuuskopiointi, varkaudenhallintajärjestelmät, tietojensalausohjelmat, haittaohjelmien torjuntaohjelmat ja yrityksen toimintaohjeet. [36.]

3.5 Työmailla käytössä olevat mobiilisovellukset

Mobiilisovellus eli mobiiliapplikaatio on ohjelmisto, joka on suunnattu mobiilipäätelaitteisiin. Mobiilisovelluksia voidaan ladata ja asentaa laitteisiin sovelluskaupoista kuten Google Play, App Store tai Windows Phone Store. Mobiilisovelluksia voidaan käyttää myös Internet-selaimen kautta, jolloin niitä ei erikseen tarvitse ladata ja asentaa laitteelle. Sekä selainpohjaisista että ladattavista sovelluksista on yleensä mahdollisuus luoda pikakuvake laitteen alkunäyttöön. Useimmilla rakennusalan mobiilisovelluksilla on ominaista, että tiedot varmuus kopioidaan verkkoyhteyden avulla ns. pilvi-palvelimiin, jolloin tiedot säilyvät myös laitteen mahdollisessa hajoamisessa. [37.]

3.5.1 Plangrid

Plangrid on yhdysvaltalainen tiedonhallintasovellus, jonka pääasiallinen käyttötarkoitus on dokumenttipohjaisten piirustusten tarkasteleminen mobiililaitteella. Sovellus synkronoi pilvi-järjestelmään automaattisesti revisioitua suunnitelmaa, mikä mahdollistaa sen, että kaikilla projektin osapuolilla on käytettävissä aina viimeisin versio piirustuksesta. Piirustuksiin voi tehdä merkintöjä, havaintoja tai vaikkapa liittää kuvia, joita voi jakaa muille osapuolille joko sovelluksen projektipankin kautta tai sähköpostitse. Sovelluksen avulla piirustuksista voi laskea pinta-aloja ja etäisyyksiä. Piirustuksia voi myös verrata toisiinsa asettamalla niitä päällekkäin. Sovellus on yhteensopiva Android-, Windows- ja iOS-pohjaisten mobiililaitteiden kanssa. Sovellus toimii myös offline-tilassa eli ilman internet-yhteyttä ja siinä voi määrittää henkilöiden käyttöoikeuksia kuten esimerkiksi kuka saa ladata, julkaista ja muokata piirustuksia. Sovelluksen käyttöä Suomessa työmailla rajoittaa merkittävästi se, että sovellusta ei ole saatavilla suomen kielellä. [38.]



Kuva 4. PlanGrid -kokeiluversion näkymä [38.]

3.5.2 Congrid

Congrid on suomalainen mobiilisovellus rakennustuotannon laadun- ja turvallisuuden reaaliaikaiseen hallintaan. Congridin toiminta pohjautuu PDF-piirustusten tarkasteluun ja havaintojen tekemiseen. Kaikki hankkeen tarvittavat suunnitelmat ja asiakirjat löytyvät helposti Congridin hakemistosta hakukoneominaisuuden avulla. Pohjakuvaan voi tehdä

merkintöjä, havaintoja tai liittää kuvia. Havaintojen, merkintöjen ja kuvien sijainnit tarkennetaan pohjakuvaan merkatulla pisteellä. Sovellus lähettää havainnot merkatulle vastuuhenkilölle automaattisesti. Vastuuhenkilöllä on mahdollisuus kuitata korjaustyön tehdyksi, mikä mahdollistaa reaaliaikaisen työn etenemisen seurannan.

Sovellus toimii myös offline-tilassa, mikä helpottaa toimintojen suorittamista heikolla tai pätkivällä yhteydellä. Tosin toiminnot päivittyvät tietojärjestelmään ja niitä on mahdollista jakaa vasta kun internet yhteys on taas käytössä. Congridilla on mahdollisuus suorittaa työturvallisuusmittauksia ja turvallisuushavaintoja. Congridin tavoitteena on tehostaa työmaalla tapahtuvaa dokumentointia. Sovellus on ladattavissa Google Play- ja App Store-sovelluskaupoista tai käytettävissä selainpohjaisesti. [39.]

3.5.3 Kotopro

Kotopro on suomalainen dokumentti- ja tiedonkeruusovellus, joka toimii ainoastaan nettiselaimella. Tämä tarkoittaa, että mitään asennuksia tai päivityksiä ei tarvitse suorittaa, mutta sovelluksen käyttö edellyttää aina toimivan internet yhteyden. Sovellus sisältää yrityksessä käytettävät raportit ja pöytäkirjat laadun ja turvallisuuden seurantaan. Sovelluksen avulla on mahdollista suorittaa esimerkiksi turvallisuusmittauksia, itselleluovutuksia, mallikatselmuksia, työvaiheiden dokumentointia ja erinäköisiä tarkastuksia. [40.]

3.5.4 RT-tuotetieto

RT-tuotetieto on ilmainen rakennustuotteiden tietojen hallintaan erikoistuva mobiilisovellus, joka toimii Android- tai iOS-älypuhelimella. Se pohjautuu RT-urakoitsijan tuotetietoon, joka on rakennusalan yhdessä kehittämä rakennustuotteiden sähköinen tietokanta. Tietokannasta voi noutaa ja katsella tuotteiden tiedot ja dokumentit lukemalla tuotteiden EAN-koodeja. Noudettavat dokumentit ovat esimerkiksi, asennus- ja käyttöohjeet, kelpoisuustodistukset sekä käyttöturvallisuustiedotteet. Sovellukseen liittyy myös maksullinen ominaisuus, jolla tietokantaan on mahdollisuus lisätä työmaalla käytetyt tuotteet, joista luovutusvaiheessa luodaan kooste rakennuttajalle. Tuotteet arkistoidaan tietokantaan vähintään 10 vuodeksi. [41.]

4 Mobiililaitteiden käyttö Lujatalon työmailla

Toimeksiantajayrityksessä mobiililaitteiden käyttö työnjohdolla alkoi älypuhelimista, joita käytettiin mm. soittamiseen, tekstiviestien ja sähköpostien lähettämiseen sekä valokuvien ottamiseen. Muutamia vuosia sitten mobiililaitteiden käyttö vietiin seuraavalle tasolle, kun tablettitietokoneita otettiin kokeilukäyttöön työmailla. Tällä hetkellä tablettitietokoneita käytetään yrityksessä valtakunnallisesti yhä useamassa työmaassa. Siirtymävaihe tablettitietokoneiden käyttöönotossa työmailla on vasta alkuvaiheessa, koska suurimman osan tehtävistä suoritetaan edelleen perinteisillä paperipohjaisilla menetelmillä.

4.1 Kyselyyn ja haastatteluihin osallistuneiden taustatiedot

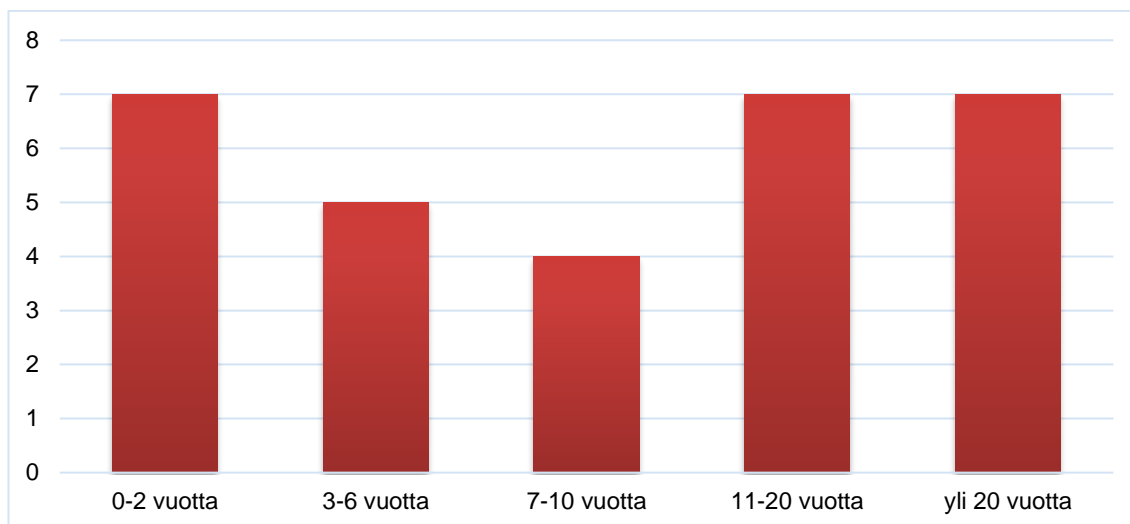
Opinnäytetekijä suoritti haastatteluita ja verkkokyselyn yrityksen työmaiden toimihenkilöille mobiililaitteiden käytöstä työnjohdon välineenä työmailla. Kyselyyn vastanneita toimihenkilöitä oli 25 kappaletta ja haastateltavia toimihenkilöitä oli 5 kappaletta. Kyselyyn ja haastatteluihin osallistui yhteensä 30 toimihenkilöä, joista suurin osa oli vastaavia työnjohtajia ja työnjohtajia. Vaikka kysely ei ole ensisijaisesti kohdistettu työpäälliköille, työmaa- tai tuotantoinsinööreille, heidän vastauksista oli kuitenkin hyötyä, koska he pysyivät tarkastelemaan aihetta toisesta näkökulmasta ja tuomaan esille sellaisia kehitysehdotuksia, joita työnjohtajat eivät tuoneet esille. Työnjohtoharjoittelijoiden vastauksissa korostui heidän avarakatseisuus, koska heillä ei ole vielä ehtinyt muodostua työnjohtotehtävissä perinteisiä ja pinttyneitä toimintatapoja.

Taulukko 2. Kyselyyn ja haastatteluihin osallistuneiden toimihenkilöiden roolit rakennushankkeessa.

Rooli hankkeessa	Määrä (kpl)
Vastaava työnjohtaja	10
Työnjohtaja	9
Työnjohtoharjoittelija	3
Työmaa- /tuotantoinsinööri	6
Työpäällikkö	2
Yhteensä	30

Kyselyyn ja haastatteluihin osallistuneiden toimihenkilöiden kokemusvuodet työnjohtotehtävistä vaihtelivat nollassa yli 20 vuoteen. Osallistuneiden kokemusvuosien määrät

jakautuivat tasaisesti, mikä auttoi kokonaisvaltaisen käsityksen muodostamisessa. Kokemusvuodet korreloivat myös yleensä iän kanssa, joten voidaan olettaa, että kyselyyn vastasi iältään sekä nuoremmat että vanhemmat toimihenkilöt. Alla on kuvassa 5 havainnollistava pylväsdiagrammi osallistuneiden toimihenkilöiden kokemusvuosien määrästä työnjohtotehtävissä.



Kuva 5. Kyselyyn ja haastatteluihin osallistuneiden kokemusvuodet työnjohtotehtävistä (Pystyakselissa on vuosien määrä)

4.2 Mobiilimestari-pilottihanke

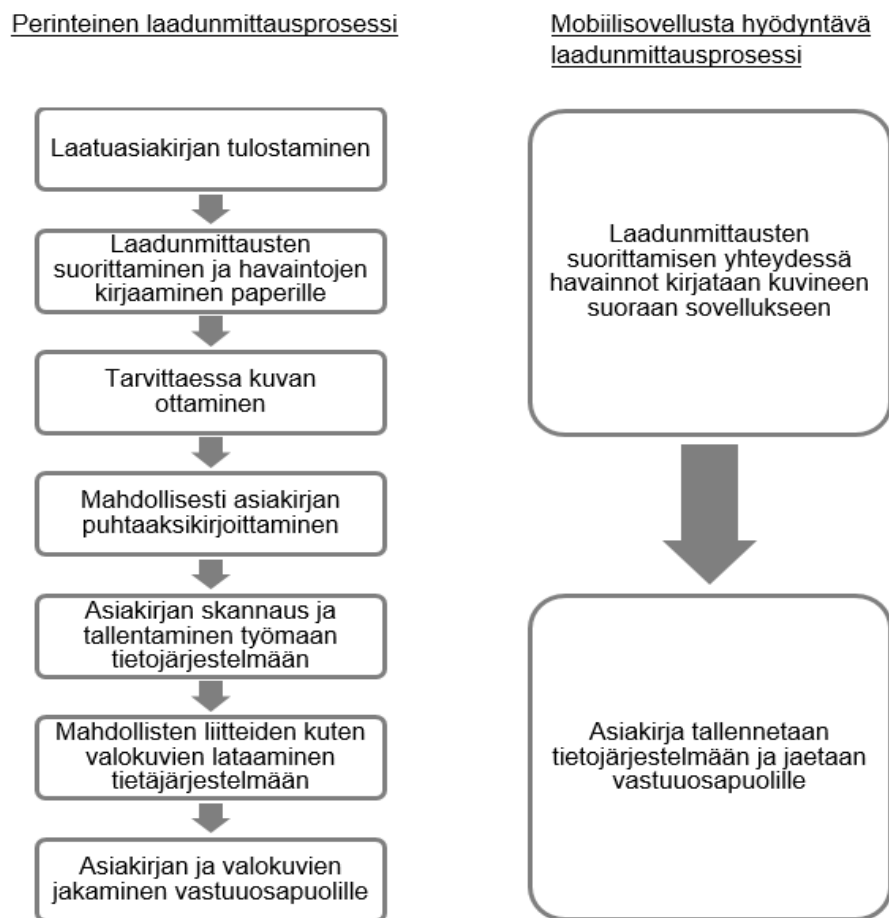
Noin vuosi sitten yrityksessä on käynnistetty Mobiilimestari-pilottihanke, jonka tarkoituksena oli tutkia tablettitietokoneen mahdollisuutta toimia työmaan työnjohtajan työtä helpottavana työkaluna. Hankkeen aikana toteutettiin laaja kyselytutkimus työnjohtajan nykypäivän ajanhukkaajista. Kyselyn luotettavuutta vahvistettiin varjostamalla viittä eri työmaalla olevaa työnjohtajaa puolen päivän ajan.

Tutkimuksen tulokset osoittivat, että yrityksen työmailla työnjohtajalla kuluu eniten aikaa suunnitelmapuutteiden hallintaan, uusien työntekijöiden perehdyttämiseen sekä aliuraakoitsijan työnhajukseen ja valvontaan. Tulosten perusteella luotiin kokeiluversio mobiilisovelluksesta, jota työnjohtajilla oli mahdollisuus kokeilla ja arvostella. Mobiilisovelluksen tarkoitus on helpottaa työnjohtajan arkea ja rutiinimaisia toimintoja. Sovellus yhdistää eri tietojärjestelmissä ja tiedostoissa määritetyt tiedot ja esittää niitä työnjohtajan

tarvitsemassa muodossa. Sovellus on jaettu kuuteen osa-alueeseen: työvaiheen ennakosuunnittelu, työnohjaus, lisä- ja muutostyöt, suunnitelmat, havainnot sekä hankinta ja logistiikka. [42.]

4.3 Työmaiden perinteiset toimintatavat

Suurin osa yrityksen työmaista suorittavat tiedonhallinnan edelleen perinteisellä tavalla. Tämä perinteinen tiedonhallintaprosessi on tehoton, koska se sisältää monta ylimääräistä toimintoa, joita voisi karsia pois mobiilisovellusten avulla. Ylimääräiset toiminnot ovat esimerkiksi asiakirjojen tulostaminen ja mapittaminen, raporttien puhtaaksikirjoittaminen, valokuvien siirtäminen ja lataaminen manuaalisesti tietojärjestelmään sekä asiakirjojen skannaaminen ja tallentaminen tietojärjestelmään. Esimerkiksi työnjohtajan suorittama yksittäinen laadunmittausprosessi lyhenyisi ajallisesti huomattavasti mobiilisovellusratkaisujen hyödyntämisen myötä. Prosessin lyheneminen on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Perinteisen ja mobiilisovellusta hyödyntävän laadunmittausprosessin ero

Perinteisessä tiedonhallinnan prosessissa ylimääräisistä välivaiheista johtuen, työnjohtaja joutuu liikkumaan useita kertoja päivässä työmaatoimiston ja rakennuskohteen välillä. Tämä hukatekijä korostuu erityisesti niillä työmailla, joissa välimatka työmaatoimiston ja rakennuskohteen välillä on suuri. Työvaiheen aikana omille tai urakoitsijan työntekijöille saattaa ilmestyä tärkeitä kysymyksiä, johon työnjohtaja ei osaa ulkomuistista vastata vaan joutuu tarkastelemaan suunnitelmia. On ilmiselvää, että paperimuodossa kaikkia hankkeen suunnitelmia ei työnjohtaja kykenee kantaa mukanaan, joten hänen on mentävä työmaatoimistoon asti hakemaan vastauksia. Matkalla työmaatoimistoon työnjohtajaa saatetaan pysäyttää useita kertoja muiden asioiden tiimoilta ja pahimmassa tapauksessa työnjohtaja saattaa jopa unohtaa minkä takia oli alun perin menossa työmaatoimistoon. Lopulta työntekijä joutuu odottamaan jopa tunteja yhden vastauksen saamiseksi, jolloin sekä työntekijän että työnjohtajan työnteho kärsii. Jos suunnitelmat olisivat olleet työnjohtajalla mukana sähköisesti mobiililaitteessa, vastaus kysymykseen olisi saatu välittömästi, jolloin turhilta odotteluilta ja työmaatoimistokäynteiltä olisi vältytty. [43.]

Rakennustyömaalla otettavien tilannekuvien määrä on kasvanut suuresti teknologian kehittymisen myötä. Valokuvia otetaan yhä yleisemmin älypuhelimien kameran avulla, mutta digikameratkin ovat yhä käytössä työmailla. Työmailla työjohto ottaa yhteensä satoja, ellei jopa tuhansia valokuvia laatu- ja turvallisuusdokumentointia varten. Valokuvilla myös havainnollistetaan työmaatilanteen ja rakennushankkeen kehittymistä. Valokuvien ottaminen on erittäin helppo ja nopea toiminto, mutta niiden arkistointi yrityksen tietokantajärjestelmään on erittäin hidas ja työläs prosessi. Esimerkiksi digikamerasta kuvia siirtäessä joudutaan ensiksi lataamaan kuvat muistikorttilukijan avulla tietokoneeseen, mikä saattaa kestää useita tunteja riippuen kuvien määrästä ja koosta. Kun kuvat ovat tietokoneessa, työnjohtaja joutuu siirtämään jokaista kuvaa yksitellen tietokantajärjestelmässä olevaan kuva-arkistoon. Yhteensä kuvien arkistointiprosessi saattaa kuluttaa työnjohtajan työpäivän jopa kokonaan. [16; 43.]

Työmaan viimeisenä kriittisenä vaiheena toimii luovutusvaihe, jonka lopputuloksena syntyy valmis ja virheetön rakennuskohde tai sen osa, joka on luovutettu tilaajalle aikataulun puitteissa. Luovutusvaiheen läpiviennin keskeisenä työkaluna ja apuvälineenä käytetään ns. virhe- ja puutelistaa. Toimeksiantajayrityksessä virhe- ja puutelistan toteutus- ja käsittelytavat vaihtelevat työmaa- ja työnjohtajakohtaisesti. Useat työnjohtajat kirjaavat ensin tarkastuskierroksen yhteydessä havaitsemiaan puutteet ja virheet paperille. Työnjohtajat joutuvat tämän jälkeen kirjaamaan toistamiseen kaikki havainnot tietojärjestel-

mässä olevaan Excel-pohjaiseen virhe- ja puutelistaan. Kun virheet ja puutteet on lisätty, kirjataan jokaiselle virheelle korjausvelvollinen urakoitsija. Työnjohtaja suodattaa urakoitsijakohtaisen listan, jonka hän tulostaa ja antaa urakoitsijan työnjohdolle tai työntekijälle. Virhe- ja puutelistaan kirjattavia havaintoja saattaa olla satoja, ellei jopa tuhansia ja niiden kahteen kertaan kirjaaminen vie paljon aikaa, jolloin virheiden ja puutteiden korjausten aloittaminen venyy.

Excel-pohjaisen listan ongelmana on virheiden ja puutteiden havainnollistaminen. Exceliin ei yleensä liitetä esimerkiksi havainnollistava kuva virheestä vaan työnjohtaja joutuu omin sanoin kuvailemaan virheen laatua. Myös tarkan sijainnin osoittaminen monimutkaisissa ja isoissa tiloissa on haastava. Esimerkiksi tietyn ikkunan virheellisuuden osoittaminen sellaisessa tilassa, jossa on monta ikkunaa, olisi helpompaa ja nopeampaa merkkiaamalla sijainnin suoraan pohjakuvaan kuin kuvailemalla sanoin. Sanoilla kuvatut virheet saattavat aiheuttaa ongelmia ja väärinymmärryksiä työnjohdon ja aliurakoitsijan välisessä tiedonkulussa esimerkiksi kirjoitusvirheiden, kielimuurin tai näkemyserojen takia. Tämän seurauksena työnjohtaja joutuu usein selventämään kaikki havainnot kiertämällä ne läpi aliurakoitsijan kanssa paikan päällä.

Paperipohjaisten virhe- ja puutelistojen jatkuva tulostaminen aiheuttaa väistämättä sen, että työn osapuolilla on useita eri listaversioita, joiden ajantasainen seuraaminen ja päivittäminen on haastava, ellei jopa mahdotonta. Työmaalla tästä seuraa sekavuutta ja epä johdonmukaisuutta, kun työntekijät ja työnjohtajat kiertävät turhaan jo korjattuja virheitä ja puutteita. [43.]

4.4 Mobiililaitteiden käyttöönoton haasteet ja kehitysehdotukset

Mobiililaitteiden eli tablettitietokoneiden käytön vähäisyys on osoittanut, että laitteiden käyttöönotto yrityksen työmailla ei ole luonnistunut moitteetta. Haastatteluiden ja kyselyn tulosten perusteella käyttöönottoa ovat vaikeuttaneet seuraavat asiat:

- puutteelliset käyttökoulutukset
- osaamisen puute
- perinteiset toimintatavat

- muutosvastarinta
- haastavat työmaaolosuhteet
- kiire
- mobiililaitteiden sekä -sovellusten tietotekniset häiriöt ja hitaus
- monimutkaiset ja vaikeakäyttöiset sovellukset.

Haastavat työmaaolosuhteet ovat kyselyiden tulosten perusteella suurin este mobiililaitteiden käyttöönotolle. Talven pakkasessa tablettitietokoneet jähmettyvät ja hidastuvat. Tablettien käyttöä talvella rajoittaa myös se, että kosketusnäyttöön näppäileminen tavanomaisilla käsineillä on mahdoton. Kosketuksen tunnistaminen edellyttää joko erityisiä apuvälineitä tai paljaita käsiä. Laitteita rasittaa myös kuumuus, sateet ja työmaan pölyisyys.

On selkeästi havaittavissa kahta jakaumaa työnjohdon asenteissa mobiililaitteiden käyttöä kohtaan. Osa näkee mobiililaitteiden tuomat hyödyt välittömästi ja osa ei vastaavasti halua nähdä nämä hyödyt. Suurin osa työmaiden työnjohtajista ovat työskennelleet pitkään alalla ja ovat tottuneet suorittamaan huomattavan osan työmaan tehtävistä perinteisillä paperipohjaisilla toimintatavoilla. Näille työnjohtajille jopa tavanomaiset ja välttämättömät tietotekniset toiminnot kuten työntekijöiden perehdytystietojen kirjaaminen tietokoneeseen saattavat tuottaa vaikeuksia, joten ei voida edellyttää, että mobiililaitteiden jalkauttaminen sujuisi ilman muutosvastarintaa. Näiltä henkilöiltä uuden toimintatavan omaksuminen saattaa tuntua usein työläältä ja turhalta.

Tulokset osoittavat, että mobiilisovellukset ovat suurimmalle osalle työnjohtajista liian monimutkaisia ja vaikeakäyttöisiä eivätkä näin olleen palvele käyttötarkoitusta. Tästä syystä ne jäävät yleensä toiseksi yksinkertaisten perinteisten toimintatapojen rinnalla. Ongelma johtuu osittain siitä, että suurin osa sovellusten kehittäjistä eivät ole rakennusalan ammattilaisia, jolloin ne eivät osaa kiinnittää huomiota oikeisiin asioihin. Työnjohtajien mielestä helppokäyttöisyys on sovellusten tärkein ominaisuus, koska työnjohtajilla ei ole työmaakiireiden keskellä aikaa kamppailla tietoteknisten ongelmien kanssa.

On myös ymmärrettävä, että iäkkäiden työnjohtajien perinteiset juurtuneet toimintatavat on vaikea lähteä muuttamaan, etenkin jos työuraa on enää muutama vuosi jäljellä. Tästä

syystä mobiililaitteiden käyttöönotto pitäisi lähteä liikkeille nuoremasta työnjohtajasukupolvesta, joka käyttää laitteita säännöllisesti vapaa-ajallakin. Nuoremmat työnjohtajat myös omaksuvat muutosta helpommin, koska heidän toimintatavat eivät ole vielä pinttyneet. Mobiililaitteiden täysimääräinen hyödyntäminen työmaatehtävissä edellyttää kuitenkin, että kaikki hankkeen työnjohtajat käyttävät niitä yhteistyössä.

Osaamisen puute näkyi yksinkertaisesti siinä, että työnjohtajat eivät tiedä miten mobiililaitteita käytetään tai mitä toimintoja ne pitävät sisällään. Osaamista voidaan edistää käyttökoulutuksilla tai erilaisilla tukipalveluilla. Toimeksiantaja käyttökoulutusten järjestäminen käyttöönoton yhteydessä ovat olleet puutteellisia, koska osa työnjohdosta ei ole saanut opastusta laitteiden käyttöön. Osalla puolestaan käyttökoulutusta on pidetty työmaan ollessa siinä vaiheessa, että mobiililaitteilla ei ollut tarvetta. Tarpeettomat laitteet ovat jääneet käyttämättä, mikä on johtanut koulutuksissa opettujien asioiden unohtamiseen.

Yrityksessä järjestettävien mobiililaitteiden käyttökoulutukset ovat olleet toistaiseksi vain vapaaehtoisia, mikä on johtanut siihen, että kaikki eivät ole osallistuneet käyttökoulutuksiin haluttomuuden tai kiireen vuoksi. Koulutuksia on järjestetty yhdessä sovellusten valmistajien kanssa sekä työmailla että niiden ulkopuolella. Koulutukset ovat olleet pääsääntöisesti diaesityksiä, jossa esiteltiin sovellusten toimintoja ja ominaisuuksia.

Työnjohdon mielestä mobiililaitteiden käyttöönottoon ja käyttökoulutusten järjestämiseen pitäisi luoda yhtenäinen linja. Mobiililaitteita tulisi toimittaa oheistuotteineen työmaille ennalta määrättyinä ajankohtina eikä satunnaisesti. Toimitetut laitteet tulisi olla toimintakunnossa tarkoittaen sitä, että tarvittavat sovellukset on jo asennettu ja päivitetty laitteisiin. Käyttökoulutuksia järjestettäisiin vain ja ainoastaan työmailla ja vasta kun mobiililaitteita on toimitettu työmaille. Työnjohtajien on opittava käyttämään laitteita ja sovelluksia niissä paikoissa, tilanteissa ja olosuhteissa, joissa tulevat jatkossakin käyttämään niitä. Kouluttajan tulisi olla mielellään yrityksen sisältä tuleva henkilö, jolla on kokemus työnjohtotehtävistä ja tuntee työmaiden toimintatavat. Tällöin kouluttaja pystyy asettumaan paremmin työnjohtajien asemaan ja on samalla helpommin lähestyttävissä.

Koulutuksen aikana jokaisella työnjohtajalla olisi käytössään mobiililaitteita, joilla he voivat testata sovellusten toimintoja paikan päällä. Henkilökohtaisella opastuksella varmistettaisiin, että kaikki ovat perillä mobiililaitteiden käytöstä. Työnjohto haluaa käyttää mobiililaitteita vain, jos niistä on hyötyä työmaalla, joten nämä hyödyt on nostettava esille

käyttökoulutusten yhteydessä. Mobiililaitteet ovat tuotteita, joita täytyy ikään kuin myydä asiakkaille eli työnjohdolle. Käyttökoulutusten lisäksi työmailla on oltava selkeät ja ajantasaiset ohjeet. Nykyiset ohjeet ovat puolitoista vuotta vanhoja ja niistä puuttuu useita toimintoja ja ominaisuuksia, jotka lisättiin sovellusten myöhäisempiin versioihin. Käyttönoton yhteydessä on myös sovittava yhteisistä pelisäännöistä, jolloin vältetään vääринymmärrykset. [43.]

4.4.1 Käyttöön otetut tablettitietokoneet

Toimeksiantajayritys on ottanut käyttöönsä 10-tuumaiset Samsung Galaxy Tab A ja iPad Air 2 -tablettitietokoneet sekä pienempi 8-tuumainen Samsung Galaxy Tab Active tablettitietokone. Tablettitietokoneet on varustettu suojakotelolla ja näyttö on peitetty muovisella suojakalvolla. Suojavarusteet eivät kokonaan ehkäise kosteusnäytön rikkoontumista tai laitteen kastumista työmaaolosuhteissa, mutta vähentävät vaurioitumisen riskiä merkittävästi.

Tabletit on lukittu työnjohtajan määrittämällä salasanalla sekä mahdollisesti myös sormenjälkitunnistimella. Molemmissa on hyvät ja huonot puolensa. Salasana on todistettavasti yksi varimmista tavoista suojata arkaluonteiset tiedot ulkopuolisilta, mutta se on myös helppo unohtaa, mikäli tablettitietokonetta ei käytetä päivittäin. Toimiva sormenjälkitunnistin puolestaan on erittäin nopea ja yksinkertainen tapa avata lukittu tabletti, mutta sen toimivuus työmaaolosuhteissa on hieman epäilyttävää, koska käyttäjän sormet saattavat esimerkiksi olla liian likaiset tai kuivat.

Haastatteluiden perusteella tabletit ovat suorituskyvyiltään ja toimivuudeltaan riittävät. Työnjohtajat ovat kaivanneet oheistuotteiksi kosketusnäyttökynää kiinnitettynä tablettiin esimerkiksi narulla tai ketjulla. Kosketusnäyttökynät jäävät helposti työnjohtajan toisen takin taskuun tai työpöydälle, joten niitä kiinnittämällä, varmistetaan, että ovat aina tarpeen tullen mukana. Kosketusnäyttökynästä on hyötyä erityisesti, silloin kun käyttäjällä on käsineet kädessään sekä kun kosketusta halutaan kohdistaa tarkemmin ja pienemmälle alueelle. Tabletteja jätetään usein työmaatoimistoon, koska työnjohtajat eivät aina jaksa kantaa niitä kädessään tai eivät mahdu kokonsa takia työvaatteiden taskuihin. Ongelman ratkaisuksi työnjohtajat ehdottivat olkalaukkuja, jolloin työnjohtajien kädet pysyvät vapaina ja samalla olkalaukku suojaisi tablettia vaurioitumiselta. Toisena vaihtoehtona ehdotettiin hieman kevyempää ja pienempää tablettitietokonemallia, joka mahtuisi työvaatteiden taskuun eikä rajoittaisi työnjohtajan liikkuvuutta. [43; 44.]

4.5 Käytössä olevat mobiilisovellukset ja niiden käyttökohteet

Työnjohdolla on monta työmaatehtävää, joiden tekeminen helpottuu ja tehostuu mobiilisovellusten avulla. Yrityksen työmailla mobiilisovelluksia käytetään tablettitietokoneen ja älypuhelimien kautta. Sovelluksia käytetään joko selainpohjaisesti tai laitteeseen laadattavassa muodossa. Käytössä on yrityksen ja yhteistyökumppaneiden tarjoamat sovellukset sekä sovelluskappojen ilmaissovellukset. Sovelluksia käytetään mm. suunnitelmien tarkasteluun, turvallisuus- ja laatumittauksiin, reklamointiin, erilaisten havaintojen tekemiseen, jätelavojen hallintaan, sähköpostin ja kuvien arkistointiin. [44.]

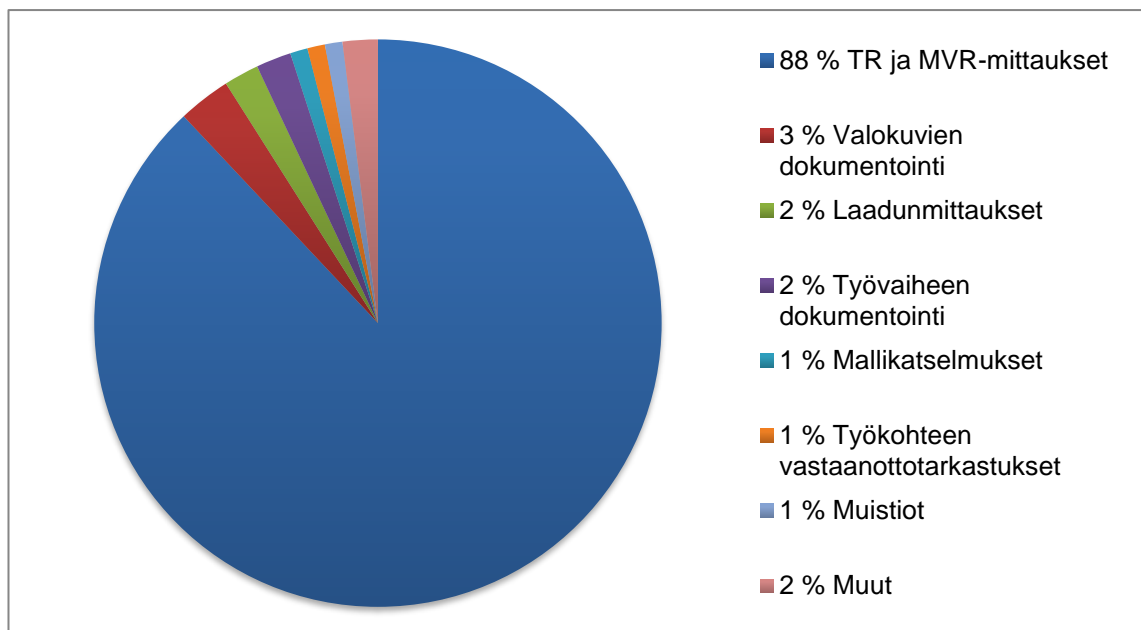
4.5.1 KymppiPro

KymppiPro on mobiilisovellus, jonka pääasiallinen käyttötarkoitus on laadun ja turvallisuuden tiedonhallinta. Sovellus on käytettävissä sekä älypuhelimilla että tablettitietokoneilla. Sovelluksen toiminta perustuu siihen, että yrityksen omat dokumenttipohjaiset asiakirjat esitetään mobiililaitteessa sähköisessä muodossa. KymppiPro-sovellusta on yhdistetty kohdetiedostoon, joka on yrityksen työmaiden sähköinen projektipankkijärjestelmä. Kohdetiedostossa säilytetään kaikki tärkeä dokumentaatio kohteen laskentavaiheesta takuuajan asiakirjoihin. Kohdetiedosto toimii ns. palvelualustana, josta asiakirjat synkronoidaan KymppiPro-sovellukseen. Työnjohtajalla on mahdollisuus päättää asiakirjakohtaisesti, synkronoidaanko se vai ei.

Kun työnjohtaja suorittaa esimerkiksi mallikatselmuksen, hän kirjaa tiedot sovelluksessa olevaan sähköiseen mallikatselmuspöytäkirjaan. Mallikatselmuspöytäkirjan yhteyteen voi liittää myös kuvia suoraan laitteen kamerasta tai galleriasta. Kuvien päälle on mahdollisuus piirtää korostuksia. Työnjohtaja valitsee mallikatselmukseen osallistuvan vastuuhenkilön nopeasti toimittajalistalta, jota on synkronoitu kohdetiedostosta. Toimittajalista perustuu hankinnan yhteydessä kirjattuihin yhteyshenkilöihin. Lopuksi pöytäkirja allekirjoitetaan jokaisen osallistujan toimesta. Pöytäkirja tallentuu PDF-muodossa automaattisesti kohdetiedoston oikean välilehden kohdalle. Sovellus myös lähettää automaattisesti sähköpostitse pöytäkirjan kaikille osapuolille.

Yrityksen etähallintajärjestelmän mukaan Uudenmaan alueen työmaista noin 60 % ovat jossain määrin käyttäneet KymppiPro-sovellusta. Näistä työmaista vain osa käyttää sitä säännöllisesti. KymppiPro-sovellusta käytetään lähes ainoastaan talonrakentamisen

sekä maa- ja vesirakentamisen työturvallisuusmittauksiin. KymppiPro-sovelluksen käyttökohteet yrityksen Uudenmaan alueen työmailla on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. KymppiPro-sovelluksen käyttökohteet yrityksen Uudenmaan alueen työmailla 1.9.2016 – 19.1.2017 välisenä aikana.

Talonrakennustyömailla tehtävillä viikoittaisilla TR-mittauksilla korvataan lakisääteiset viikoittaiset kunnossapitotarkastukset. TR-mittaukset ovat rutiinimaiset tarkastuskierrokset, jossa työnjohtaja käyttää yrityksen omaa vakiolomaketta. KymppiPro-sovelluksessa tämä lomake on sähköisessä muodossa. Perinteisen paperipohjaisen tukkimiehenkirjanpidon sijaan työnjohtaja kirjaa havainnot näppäilemällä sovelluksen oikein ja väärin näppäimistöä. TR-mittauksen yhteyteen on mahdollisuus lisätä valokuvia ja kirjallisia havaintoja. Sovellus laskee TR-mittarin tuloksen ja synkronoi sen kohdetiedostoon automaattisesti. Myös TR-asiakirjat lähtevät automaattisesti sähköpostitse asianomaisille vastuuhenkilöille. TR-mittaukseen sovellusta käyttävät työnjohtajat ovat kehuneet sen helppokäyttöisyyttä. Työnjohtajat kertoivat, että ensimmäisten käyttökertojen yhteydessä TR-mittauksen suorittaminen oli hidasta uusien toimintojen ja toimintatapojen takia. Tosin muutaman käyttökerran jälkeen, TR-mittauksen suorittaminen on sujunut vaivattomasti.

Työmaan nimi		Työmaan numero	
As Oy Testityömaa		123456	
1. Työkentely	0	0	0
2. Telineet, kulkusillat ja tikkaat	0	0	0
3. Koneet ja välineet	0	0	0
4. Putoamisuojaus	0	0	0
5. Sähkö ja valaistus	0	0	0
6A. Järjestys ja jätehuolto	0	0	0
6B. Pölyisyys	0	0	0
TR-TASO 08.02.2017		Valmis	
Työnantajan edustaja		Työntekijöiden edustaja	

Kuva 8. TR-mittauspöytäkirja KymppiPro-sovelluksessa [45.]

Työnjohtajat ovat todenneet, että mittaukseen kuluu huomattavasti vähemmän aikaa sovelluksen käytön myötä. Perinteisessä TR-mittauksessa työnjohtaja joutuu ensin tulostamaan mittauspöytäkirjalomakkeen, johon kirjataan oikeat ja väärät turvallisuushavainnot työmaakerroksen yhteydessä. Isoissa kohteissa havaintoja oli joskus niinkin paljon, että paperissa oleva tila saattoi loppua kesken. Kun mittaus on suoritettu, oikeiden ja väärrien havaintojen suhde lasketaan laskimella ja prosentuaaliset tulokset ja havaintojen määrät joudutaan yksitellen kirjaamaan kohdetiedostoon. Havaintoihin liittyvät selitystekstit joudutaan vielä erikseen kirjaamaan tietokoneelle ja mahdolliset kuvat siirtämään manuaalisesti turvallisuushavaintojen kuva-arkistoon. Tämä perinteinen TR-mittaus vie kohtuuttoman paljon aikaa verrattuna siihen, että mittaus suoritettaisiin sähköisessä muodossa kentällä ilman ylimääräisiä välivaiheita. [43; 45.]

4.5.2 TurvaApp

TurvaApp-sovellus on tarkoitettu toimeksiantajayrityksen työmaiden turvallisuushavaintojen tekemiseen. Turvallisuushavaintojen tarkoitus on edistää työmaiden työturvallisuutta ja ehkäistä työtapaturmia. Turvallisuushavainnot auttavat muita löytämään turvallisuuteen liittyviä kehittämistarpeita ja mahdollisia vaaran paikkoja. Turvallisuushavainnot voivat olla myös positiiviset asiat, joista muut voivat ottaa opiksi.

TurvaApp-sovellus perustuu siihen, että kaikki työmaalle perehdytetyt henkilöt voivat tehdä turvallisuushavainnoja. Sovellusta voi joko ladata esimerkiksi omalle puhelimelleen tai käyttää laitteen selaimen kautta. Sovellus on yhteensopiva Windows, Android ja iOS -käyttöjärjestelmien kanssa. Sovellukseen kirjaututaan omalla puhelinnumerolla. Kirjautuminen vaatii kyseisen henkilön puhelinnumeron tallentamista työmaan kulkulupalistalle sekä voimassa olevan työskentelyajan. Onnistuneen turvallisuushavainnon tehdään kirjaamalla työmaanumeron ja selostuksen havainnosta sekä valitsemalla jatkokäsittelyn vastuuhenkilö ja riskin aiheuttaja listalta. Turvallisuushavaintoon on myös mahdollista liittää kuva laitteen galleriasta tai suoraan kamerasta. [42; 43.]

4.5.3 PhoneApp

PhoneApp-sovellus on tarkoitettu yrityksen työmaiden havaintojen tekemiseen. Havaintoihteet on jaoteltu laatu-, turvallisuus-, ympäristöhavaintoihin. Sovelluksessa on myös mahdollista arkistoida valokuvia, hallita lisä- ja muutostyöt, suorittaa poikkeamailmoitus ja CE-merkintä. Sovellusta voi joko ladata esimerkiksi omalle puhelimelleen tai käyttää laitteen selaimen kautta. Sovellus on yhteensopiva Windows, Android ja iOS -käyttöjärjestelmien kanssa. Työnjohtaja kirjautuu sisään sovellukseen KymppiPro tunnuksella. Sovelluksessa hänellä on käytössä samat työmaat ja laskentakohteet kuin kohdetiedostossa. Käyttäjätunnus tallentuu ensimmäisen kirjautumisen jälkeen, jolloin seuraavilla käyttökerroilla kirjautuminen tapahtuu automaattisesti. Havainnon tekeminen on erittäin yksinkertainen ja nopea prosessi. Käyttäjän valitsee vain työmaan, havainnon aiheen ja vastuutaho sekä kirjoittaa kuvauksen havainnosta ja liittää mahdollisen kuvan laitteen galleriasta tai suoraan kamerasta. Havainnot on mahdollista jakaa asianomaisille vastuuhenkilöille esimerkiksi sähköpostilla. [42; 43.]

4.5.4 Raksanappi

Lassila & Tikanoja on kehittänyt mobiilisovelluksen nimeltä Raksanappi helpottaakseen eri jättemateriaalien kierrätystä, vaihtolavojen tilausta ja noutopalvelua. Kirjaututtuaan omilla tunnuksilla, työnjohtaja pystyy vaivattomasti tilaamaan juuri työmaan tarpeisiin soveltuvaa vaihtolavaa. L&T:n sovelluksen käyttäjille teettämän kyselyn mukaan 95% vastaajista suosittelee sen käyttöä. Myös omien haastatteluiden vastaukset ovat vahvistaneet kyseistä tulosta. [43; 46.]



Kuva 9. Raksanappi-sovelluksen näkymä älypuhelimella [47.]

4.5.5 Työpöydän pilvipalvelun sovellus

Työnjohdolla on mahdollisuus kirjautua mobiililaitteiden kautta omaan työpöytänsä. Kirjautuminen tapahtuu selainpohjaisesti Citrix Receiver -pilvipalvelun kautta. Pilvipalvelussa työnjohtajalla on pääsy esimerkiksi omaan sähköpostiin tai kohdetiedostoon. Pilvipalvelun ohjelmistot ovat optimointi pöytä tietokoneen suureen näyttöön, joten niiden käyttö tablettitietokoneen tai älypuhelimien pienemillä näytöillä saattaa olla hankalaa. Osa toiminnoista eivät ole käytettävissä, koska ohjelmistot on oletettu käytettäväksi tietokoneen hiiren ja näppäimistön avulla eikä kosketusnäytön avulla. [43.]

4.5.6 Projektipankkisovellukset

Mobiilisovellusten keskeisin toiminnallisuus on suunnitelma-asiakirjojen, kuten piirustusten, tarkastelumahdollisuus. Työnjohtajan joutuu yhden työpäivän aikana tarkastelemaan useita eri suunnitelmaa, jolloin hän joutuu käymään monta kertaa työmaatoimistolla. Sovellusten käytön myötä voitaisiin vähentää nämä ylimääräiset käynnit, koska kaikki tarvittavat suunnitelmat olisivat työnjohtajalla mukana mobiililaitteessa sähköisessä muodossa.

Markkinoilla on useita eri mobiilisovelluksia suunnitelmien tarkastelemiseen, mutta ongelmana on niiden synkronointi tilaajan tai rakennuttajan määräämään projektipankkijärjestelmän kanssa. Yhtäkään mobiilisovellusta ei voi käyttää, jos ei pystytä varmistumaan siitä, että mobiilisovelluksessa on juuri ne viimeisimmät päivitettyt suunnitelma-asiakirjat. Tämä tarkoittaa että, aina kun projektipankkijärjestelmään päivitetään tai lisätään jokin asiakirja, sen tulisi näkyä välittömästi myös mobiilisovelluksessa. Pahimmassa tapauksessa, työvaiheita saatetaan toteuttaa vanhentuneilla suunnitelmilla, koska päivitetty suunnitelmat eivät synkronoituneet sovellukseen.

Yrityksen työmailla käytettäviä projektipankkijärjestelmiä ovat mm. Liideri, NiiniFM ja SokoPro. Näistä ainoastaan SokoPro-projektipankkijärjestelmällä on mobiililaajennus. SokoPro on sähköinen palvelu tiedon hallintaan, jakamiseen ja arkistointiin. Sitä käytetään suunnittelussa ja sen ohjauksessa, aikataulutuksessa, toimitusten seurannassa, työmaapäiväkirjojen ja piirustusten hallinnoissa. Mobiililaajennukseen kirjaudutaan internet selaimen kautta SokoPro-tunnuksilla tai yrityksen tunnistetietoja hyväksikäyttäen. Työnjohtajat nostivat esille SokoPro-mobiililaajennuksen hyvänä ominaisuutena se, että asiakirjojen uusimpien revisioiden lisäksi, näkyvät myös aikaisemmat vanhentuneet revisiot. Ominaisuudesta on paljon hyötyä, kun halutaan verrata asiakirjan eri revisioiden muutokset keskenään. Suunnitelmien tarkasteleminen mobiililaajennuksen kautta oli haastateltavien mielestä hidasta ja osittain miltei mahdoton, etenkin Android-pohjaisilla laitteilla. Suunnitelmien tarkastelemiseksi jouduttiin ensin lataamaan ne laitteelle, jolloin laitteen muistikapasiteetti saattoi täytyä. [43.]

4.5.7 Tekla Field3D

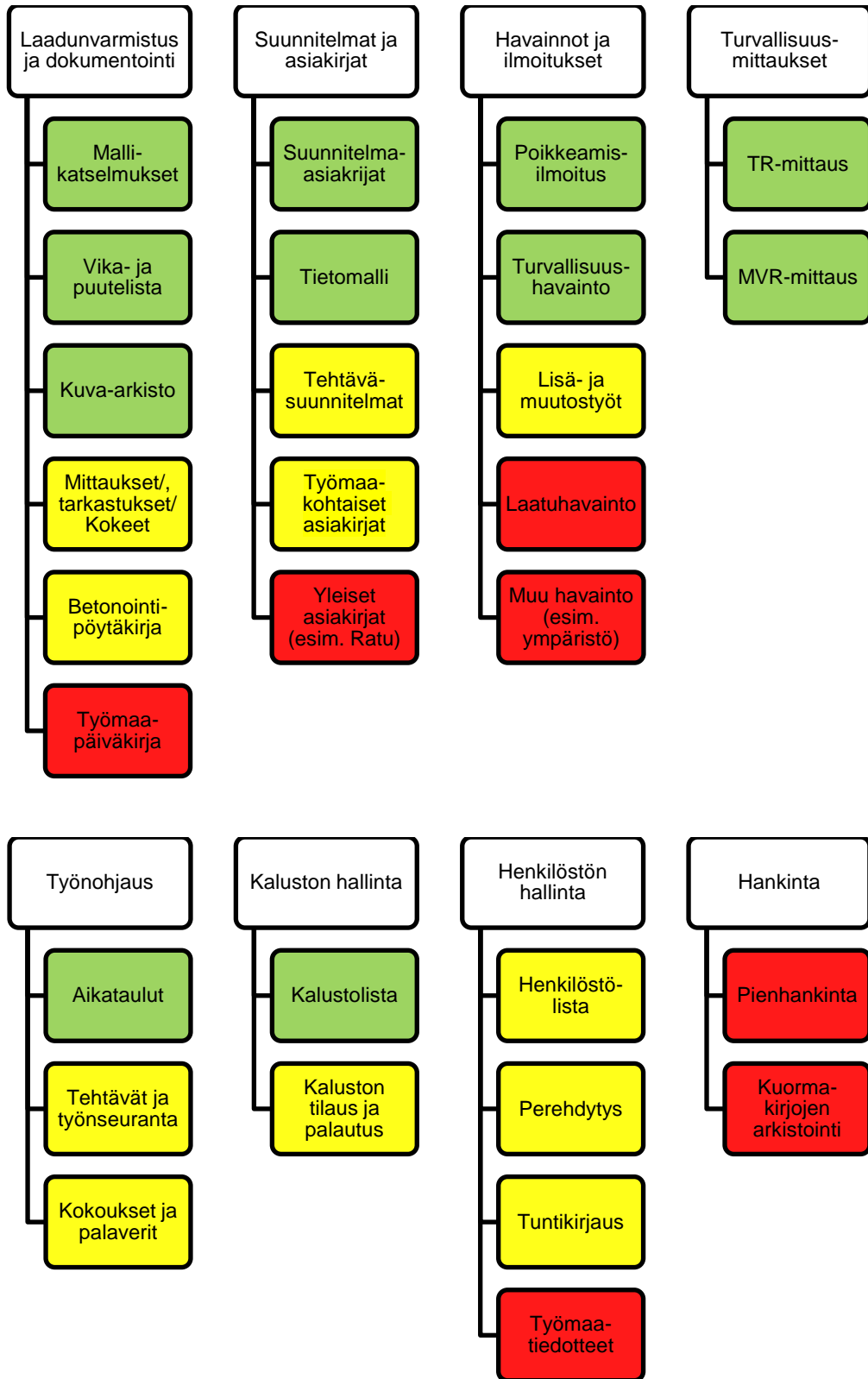
Tekla Field3D on sovellus tietomallien katseluun ja käsittelyyn Android ja iOS -pohjaisilla mobiililaitteilla. Sen avulla voidaan tarkastella suuria ja raskaitakin malleja, joista voi poimia tarvittavat tiedot. Sovelluksen kautta malliin voi tehdä omia muistiinpanoja ja kommentteja, joita jaetaan projektin eri osapuolille. Sovellus tukee IFC-standardia oliopohjaiseen tiedon siirtoon eri tietoteknisten järjestelmien välillä. Mallinnetussa rakennushankkeessa sovelluksen suurin hyöty on tietomallin tarkastelumahdollisuus työmaalla. Työnjohto voi käyttää sovellusta esimerkiksi havainnollistaessa tulevia rakenteita paikan päällä itselle tai työntekijöille. [43; 48.]

5 Uuden mobiilisovelluksen kehitysehdotus

Tällä hetkellä työnjohto joutuu käyttämään useita eri sovelluksia työmaatehtävien suorittamiseen. Lisäksi käytössä olevissa sovelluksissa ei ole läheskään kaikkia toimintoja, joita työnjohto tarvitsee mobiilisesti kuten esimerkiksi aikataulun hallinta, uusien työntekijöiden perehdytys, kalustohallinta ja työntekijöiden tuntikirjaukset. Yrityksen käytössä olevissa sovelluksissa on useita toimintoja, joita työnjohtajat haluavat jatkossakin hyödyntää. Näitä toimintoja ovat mm. valokuvien arkistointi, laatu- ja turvallisuusmittaukset, erilaiset pöytäkirjat, havainnot ja poikkeamisilmoitukset, suunnitelmien tarkastelumahdollisuus sekä vika- ja puutelista. Uuden mobiilisovelluksen olisi tarkoitus sisältää kaikki ne keskeisimmät toiminnot, joita työnjohtajat voivat hyödyntää mobiilisesti liikkeessään työmaalla. Tällöin useiden sovellusten sijaan kaikki toiminnot ja tiedot löytyvät yhdestä sovelluksesta. Lähtökohtana on se, ettei työnjohtajan tarvitse syöttää enää mitään tietoa useisiin eri sovelluksiin ja järjestelmiin, vaan kerran syötettynä tieto dokumentoituu ja sitä voi hyödyntää koko rakentamisen elinkaaren aikana.

Työnjohtajat halusivat, että toiminnot jaettaisiin johdonmukaisella tavalla, jotta olisivat mahdollisimman helposti löydettävissä. Mobiilisovelluksen sisältö päätettiin kyselyn ja haastatteluiden tulosten perusteella jakaa työnjohtajan työmaatehtävien mukaan kahdeksaan osa-alueeseen: havainnot ja ilmoitukset, laadunvarmistus ja dokumentointi, turvallisuusmittaukset, suunnitelmat, työnohjaus, henkilöstöhallinta, kalustohallinta sekä hankinta. Nämä osa-alueet näkyisivät heti sovelluksen etusivulla. Jokainen osa-alue sisältää muutamia toimintoja, joita työnjohtaja voi suorittaa sovelluksen avulla.

Ohessa kuvataan tarkemmin mobiilisovelluksen työnohjaus, henkilöstön hallinta, kaluston hallinta ja hankinta osa-alueiden toimintoja. Näissä osa-alueissa ei tällä hetkellä hyödynnetä mobiililaitteita, vaikka ovat olennaisia työnjohdon arjessa. Muut sovelluksen osa-alueet ja niiden toiminnot ovat jo pääasiassa hyödynnettävissä mobiililaitteilla, joten niitä ole kuvattu tarkemmin. Alapuolella olevassa hakemistopuussa on esitetty sovelluksen osa-alueet ja niissä olevat toiminnot. Toiminnot on jaettu kolmeen väriluokkaan tärkeysjärjestyksen mukaan, josta vihreällä merkatut toiminnot ovat ne tärkeimmät ja ajankohtaisimmat ja punaisella merkatut eivät ole yhtä tärkeitä. Keltaisella merkatut toiminnot sijoittuvat tärkeysjärjestyksessä punaisten ja vihreiden toimintojen väliin.



Kuva 10. Uuden mobiilisovelluksen toiminnot jaettuna kahdeksaan osa-alueeseen

5.1 Työnohjaus

5.1.1 Tehtävät ja työnseuranta

Työmaalla tulee vastaan jatkuvasti monta yllättävää tehtävää, joita ei ole huomioitu työsuunnittelun yhteydessä. Tehtävät ovat usein lyhytkestoisia eivätkä kuulu mihinkään aliorakkaan, joten niitä suoritetaan yleensä omilla työntekijöillä. Perinteisesti työnjohtaja kirjaa ylös paperille tai ulkomuistiin havaitut tehtävät. Vaihtoehtoisesti työnjohtaja saattaa myös ilmoittaa työntekijälle suoraan kasvotusten tai puhelimitse tehtävistä. Näissä menetelmissä on huonot ja hyvät puolensa. Paperille kirjatut tehtävät eivät ole havainnollistava. Jos työntekijä ei tiedä ennakkoon mistä on kyse, työnjohtajan täytyy kuvata tehtävän sisältöä tarkasti. Paperit saattavat myös hävitä työmaan kiireessä tai niitä saattaa kertyä niin paljon, ettei työnjohtaja tai työntekijä tiedä mitä tehtäviä on suorittamatta ja mitä on suoritettu. Myös ulkomuistin varaan ei kannata jättää mitään tehtäviä, koska työmaankiireessä on mahdollisuus, että työnjohtaja unohtaa ilmoittaa tehtävistä työntekijälle. Myös työntekijät saattavat unohtaa suorittaa kasvotusten tai puhelimitse ilmoitettuja tehtäviä kiireen tai työpaineen takia. Puheluiden ongelmana on myös se, että aina kun työntekijöille soitetaan, heidän työnsä keskittyy, jolloin työnteho laskee.

Tehtävä-toiminnon ajatuksena on, että työnjohtajat luovat tehtäviä työntekijöilleen mobiililaitteiden avulla. Lähtökohtana on, että sekä työnjohdolla että työntekijöillä on mobiililaitteita, jotka on varustettu kyseisellä sovelluksella. Toiminto mahdollistaa työntekijöiden siirtämisen tiettyihin tehtäviin, joita he ottavat vastaan esimerkiksi omilla älypuhelimilla. Uuden tehtävän luonnissa määritetään vastuuhenkilö, kuvaus tehtävä sisällöstä, aika johon mennessä tehtävä tulisi suorittaa ja mahdollisesti havainnollistava kuva tehtävästä. Tavanomaisia ja toistuvia tehtäviä on mahdollisuus myös noutaa sovelluksen tietokannasta, jolloin ne ovat jo valmiiksi litteroitu. Pitkäkestoisimpiin tehtäviin voi myös määritellä aloitus ja lopetusajankohdan, jolloin ne siirtyvät automaattisesti työnjohtajan viikkoaikatauluun. Kun tehtävä on luotu, se päivittyy vastuuhenkilön sovellukseen ja näkyy suorittamattomana tehtävänä. Työntekijä tai työnjohtaja voi kuitata tehtävän suoritukseksi ja liittää todisteeksi kuvan. Toiminto voi toimia samalla tavalla esimerkiksi rakennuttajan ja työnjohdon tai työnjohdon ja aliorakoitsijan välisessä tehtävän jaossa.

Tehtävätoiminto mahdollistaa myös työntekijöiden työnseurannan. Työmaan työntekijöiden työtehokkuus ei ole läheskään sitä mitä se voisi tai kuuluisi olla. Työntekijöiden

työntahti on usein hidas ja he pitävät työnajalla useita kohtuuttoman pitkiä taukoja. Ongelma johtuu osittain työnjohdon valvonnan puutteesta ja näkyy erityisesti suurissa työmaissa, joissa työntekijöitä on huomattavasti enemmän kuin työnjohtajia. Asettamalla sovelluksessa jokaiselle tehtävälle työntekijän ja aikarajan, työnjohtaja voi helposti nähdä, omien tai työntekijöiden kuittausten perusteella, ovatko työt edistyneet määräajassa.

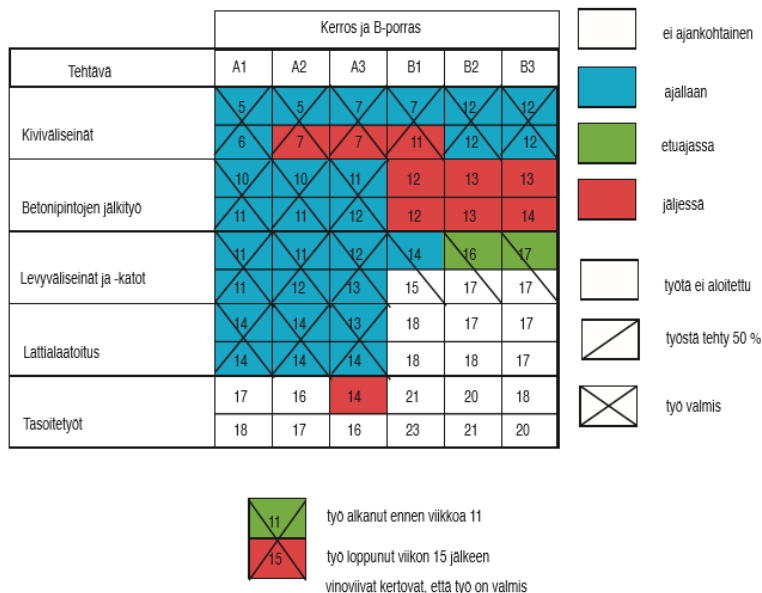
5.1.2 Kokoukset ja palaverit

Tämän toiminnon päätarkoituksena on tehostaa kokouksissa ja palaverissa päätettyjen tehtävien tiedonkulkua vastuuhenkilöille ja työn suorittajille asti. Työmaalla pidetään tiuhaan tahtiin useita erilaisia kokouksia ja palavereita. Kokouksiin ja palavereihin osallistuvia tahoja ovat mm. työnjohto, aliurakoitsijat, työntekijät, tilaajan tai rakennuttajan edustajat, viranomaiset ja käyttäjät. Pelkästään yhdessä kokouksessa tai palaverissa voidaan sopia jopa kymmenistä suoritettavista tehtävistä. On tapana, että kokouksissa ja palaverissa yhteisesti sovitut tehtävät kirjataan pöytäkirjalle. Tämän yhteydessä jokaiselle tehtävälle asetetaan vastuuhenkilö ja aikaraja, johon mennessä se tulisi olla suoritettuna. Näiden tehtävien tiedonkulussa on havaittu puutteita, koska tiedot tehtävästä saavuttavat usein vastuuhenkilön ja erityisesti työnsuorittajan liian myöhään. Pahimmassa tapauksessa tiedot tehtävistä saattavat kadota, jolloin ne eivät ikinä saavuta kyseisiä henkilöitä. Tiedonkulkuongelma johtuu osittain siitä, että tiedot tehtävistä eivät yleensä siirry ja tallennu automaattisesti esimerkiksi vastuuhenkilön kalenteriin. Tiedot löytyvät ainoastaan paperisesta tai sähköisestä pöytäkirjasta.

Tämä toiminto edellyttää, että kokouksissa ja palaverissa käytetään mobiilisovelluksen sähköistä pöytäkirjapohjaa. Pöytäkirjaan kirjataan yhteisesti sovitut tehtävät, niiden vastuuhenkilöt ja aikaraja. Tallentaessa pöytäkirjan tehtävien tiedot siirtyisivät automaattisesti vastuuhenkilöiden mobiilisovellukseen ja kopioina sähköpostiin. Tällöin vastuuhenkilö saa välittömästi tiedon tehtävistä, vaikka ei ole osallistunut kyseiseen kokoukseen tai palaveriin. Tehtävät näkyvät sovelluksessa tekemättömänä ja tehtäville on mahdollista asettaa myös suorittajan. Tällöin tehtävät siirtyisivät samalla tavalla työntekijän mobiilisovellukseen.

5.1.3 Aikataulut

Aikataulut-osio sisältää työnjohdolle ne käytännönläheisemmät aikataulut kuten rakentamisvaiheaikataulu, viikkoaikataulu ja valvontavinjetti. Rakentamisvaiheaikataulua laaditaan yleensä muutaman kuukauden pituiselle ajanjaksoille tai yhdelle rakentamisvaiheelle esimerkiksi rakennuksen runkovaihe tai sisävalmistusvaihe. Aikataulua voidaan esittää joko paikka-aikakaavion tai jana-aikataulun muodossa. Viikkoaikataululla tarkennetaan rakentamisvaiheaikataulun asettamat ajalliset tavoitteet. Viikkoaikataululla varmistetaan yleensä noin kolmen viikon aikajänteellä tarkennettujen ajallisten tavoitteiden toteutumista. Se on myös työkalu varmistamaan resurssien riittävyys ja niiden tehokas käyttö. Vinjetti on puolestaan matriisimuodossa oleva aikataulu, jolla työnjohtaja näkee työvaiheiden tai osakohteiden valmiusasteet. Valvontavinjetissä työn etenemistä seurataan rastitusperiaatteella ja värien avulla. [49.]



Kuva 11. Esimerkki matriisimuotoisesta valvontavinjetistä [49.]

Sovelluksen toiminnon ajatuksena on, että näitä kaikkia kolmea aikatauluja voidaan tarkastella, päivittää ja tarvittaessa myös muokata sovelluksen kautta. Päivitys- ja muokausmahdollisuudet koskevat erityisesti viikkoaikataulua ja valvontavinjettiä, jotka muuttuvat jatkuvasti työn edetessä. Aikataulut pysyvät jatkuvasti ajantasaisena ja ovat aina mukana mobiililaitteessa, jolloin niistä on oikeasti hyöty ja niiden käyttö lisääntyy. Viikkoaikataulu muodostuu ja päivittyy automaattisesti, kun työnjohtaja luo uusia tehtäviä

sovelluksen kautta. Tehtävien aloitus- ja lopetusjanakohtien siirtäminen onnistuu helposti ja yksinkertaisesti, mikäli tehtävät venyvät tai niiden aloitukset viivästyvät.

Valvontavinjettiä päivitetään sähköisessä muodossa näppärästi mobiililaitteen kosketusnäytöllä. Valvontavinjetin käytön myötä työnjohtajan ei enää tarvitse tulostaa paperisia valvontavinjettejä työmaakerroksille. Perinteisessä valvontavinjettikäytössä työnjohtajat joutuivat kirjaamaan tilanteen aina kahteen kertaan; ensin paperille työmaalla ja sitten tietojärjestelmässä olevaan sähköiseen versioon.

5.2 Henkilöstöhallinta

5.2.1 Perehdytys

Työnjohdon yksi aikaa vievimmistä tehtävistä on uusien työntekijöiden perehdyttäminen. Yhden työmaan aikana työnjohtajat joutuvat perehdyttämään kymmeniä, ellei jopa satoja uusia työntekijöitä. Työntekijöiden suuri määrä johtuu töiden ketjuttamisen yleistymisestä. Nykyään suurin osa työmaan työvaiheesta toteutetaan omien työntekijöiden sijaan aliurakoitsijoiden työntekijöillä. Isoilla aliurakoitsijayrityksillä on normaalisti useita työntekijöitä, jotka saattavat vaihtua yhden työvaiheen aikana useaan kertaan.

Yrityksen työmailla uuden työntekijän perehdyttäminen aloitetaan syöttämällä työntekijän tiedot kohdetiedostossa olevaan henkilöstölistaan, josta tulostetaan perehdytyslomake. Tämän yhteydessä tarkistetaan tarvittaessa tilaajavastuun liittyvät tiedot. Työntekijä perehdytetään perehdytyslomakkeen sekä yrityksen yleisten ohjeiden ja työmaakohtaisen aineiston avulla. Perehdytettävä työntekijä tarkastaa ja allekirjoittaa perehdytyslomakkeen, jota mapitetaan kansoihin ja arkistoidaan työmaalla.

Mobiilisovelluksella suoritettavan perehdytyksen ajatuksena on että, uusien työntekijöiden perehdyttäminen suoritettaisiin alusta loppuun mobiililaitteen avulla. Tällöin vältetään esimerkiksi perehdytyslomakkeen tulostamiselta, liitteiden kuten skannaukselta ja papereiden mapittamiselta. Tämä edellyttää että, sovellus on yhdistetty kohdetiedostossa olevaan henkilöstölistaan, joka sisältyisi osaksi perehdytystoimintoa. Aliurakoitsijoita veloitettaisiin sopimuksilla lähettämään perehdytettävien työntekijöiden tiedot etukäteen työnjohdolle. Tällöin perehdytettävät työntekijät näkyisivät sovelluksen perehdytys-osiossa, jolloin työnjohtaja tietää ketkä ovat tulossa ja milloin. Samalla järjestelmä

lähettäisi automaattisesti aliurakoitsijan työnjohdolle yrityskohtaiset ja työmaakohtaiset perehdytysaineistot kuten työmaan yleiset ohjeet, turvallisuusohjeet, työmaaorganisaatio ja aluesuunnitelma. Perehdytysaineiston avulla aliurakoitsijan työnjohto pystyisi alustavasti kertomaan työntekijöilleen millaiseen työmaahan ovat tulossa ja mitä asioita pitää ottaa huomioon työmaalle tultaessa. Työntekijöiden tultaessa työmaalle työnjohdon ei tarvitse kuin tarkistaa että työntekijöiden tiedot täsmäävät aliurakoitsijan lähettämien tietojen kanssa. Mikäli aliurakoitsija ei jostain syystä lähetä tietoja, työnjohtaja pystyisi lisäämään työntekijöiden perustiedot manuaalisesti tai työntekijän RFID-henkilökortista mobiililaitteen lähilukuominaisuudella.

Perinteisen paperisen perehdytyslomakkeen sijasta perehdytys suoritettaisiin sähköisen lomakkeen avulla. Tarvittavat perehdytysmateriaalit avautuisivat automaattisesti aina tiettyä perehdytysosiota näppäillessä. Mahdolliset liitteet kuten ETA:n ulkopuolelta tulevien työntekijöiden henkilöllisyystodistukset voitaisiin liittää mobiililaitteen kameran avulla suoraan sähköiseen lomakkeeseen. Lopuksi lomake allekirjoitettaisiin mobiililaitteen kosketusnäytön avulla. Tallennettu perehdytyslomake synkronoituisi automaattisesti kohdetiedoston henkilöstölistaan ja mahdollisesti myös sähköiseen kulunvalvontajärjestelmään.

5.2.2 Tuntikirjaus

Yrityksen työnjohto joutuu kahden viikon välein litteroimaan kustannusnimikkeistöihin omien työntekijöiden työskentelytunteja palkkatallennusjärjestelmään. Jo muutaman oman työntekijän tuntien litterointi saattaa olla erittäin työläs ja aikaa vievää. Puhumattakaan siitä, jos työntekijä tai työnjohtaja eivät ole kirjanneet ylös mihin tunteja on käytetty. Tämä saattaa johtaa siihen, että käytetyt tunnit joutuvat väärin litteroihin, jolloin tietyt litterat paisuvat. Tämä tarkoittaa sitä, että tavoitearviossa litteroihin varatut kustannukset ylittyvät. Lisäksi, jos litterointia ei suoriteta oikein, rakennushankkeen kustannusten jakaumasta muodostuu väärä kuva.

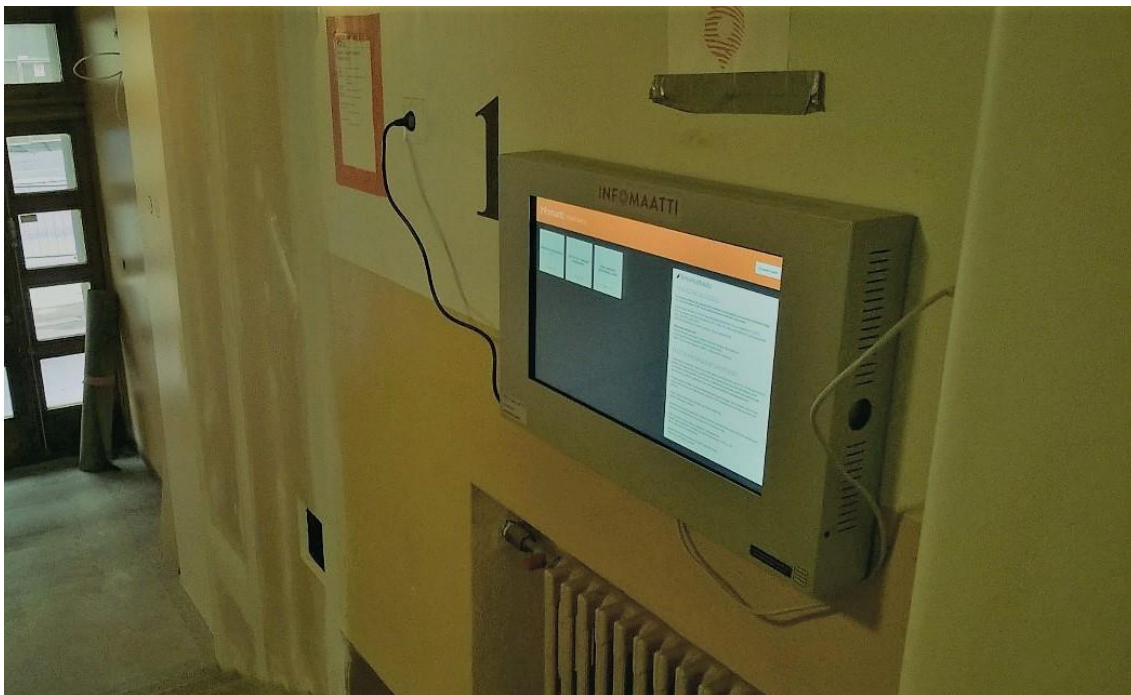
Tuntikirjaus-toiminto pohjautuu aiemmin mainittuun tehtävätoimintoon. Se edellyttää, että työnjohto ja työntekijät käyttävät tehtävätoimintoa lähes kaikissa tehtävissä. Palkkatallennuksen yhteydessä työnjohtaja pystyy sovelluksen kautta siirtämään raportin työntekijöiden suorittamista tehtävistä suoraan palkkatallennusjärjestelmään. Raportti sisäl-

tää kaikki henkilön suorittamat tehtävät litteroineen viimeisen kahden viikon ajalta. Raporttia voi vielä muokata palkkatallennusjärjestelmässä, mikäli puutteita tai virheitä havaitaan.

5.2.3 Työmaatiedotteet

Työmaantiedottamien voidaan jakaa työmaan sisäiseen ja ulkoiseen tiedottamiseen. Työmaan sisäisellä tiedottamisella tarkoitetaan tässä osiossa työntekijöille ja toimihenkilöille tiedottamista työmaan yleisistä ja ajankohtaisista asioista digitaalisia informaatiotauluja hyödyntäen. Työmaan ulkopuolista tiedottamista suoritetaan samalla menetelmällä, mutta kohteena ovat työmaan ulkopuoliset osapuolet kuten esimerkiksi korjauskohteissa tilojen käyttäjät. Informaatiotauluissa tiedotteet vaihtuvat automaattisesti diaesityksen muodossa. [50.]

Työmaatiedotteet-toiminnon ajatuksena on, että työnjohtajalla on mahdollisuus luoda oman tiedotteen suoraan sovelluksesta. Sovellus synkronoi luotuun tiedotteen työmaalla oleviin digitaalisiin informaatiotauluihin. Digitaaliset informaatiotaulut sijaitsevat ainakin työntekijöiden ja toimihenkilöiden sosiaalituloissa sekä mahdollisten tilojen käyttäjille näkyvässä paikassa. Tiedotettavat asiat voisivat olla joko yleisiä tai ajankohtaisia. Yleiset tiedotettavat asiat ovat mm. työmaan etenemistilanne, työturvallisuustilanne, turvallisuus- ja ympäristöohjeet, aikataulut ja aluesuunnitelma. Ajankohtaisiin asioihin kuuluvat mm. tulevat viranomaistarkastukset, materiaalityöt ja muut tärkeät tiedotteet. Työmaan perinteiset ilmoitustaulut sisältävät yleensä useita paperisia tiedotteita, joista huomattava osa saattaa olla vanhentunutta tietoa. Sovelluksen avulla vanhentuneita tiedotteita voidaan helposti poistaa tai päivittää. Näin olleen varmistetaan, että diaesityksessä näkyvät ainoastaan ajankohtaiset ja olennaiset tiedotteet.



Kuva 12. Korjauskohteen digitaalinen infotaulu [51.]

5.3 Kalustonhallinta

Rakentaminen on pitkälti työmaalla tehtävää työtä, johon tarvitaan paljon kalustoa. Kalusto muodostaa ison menoerän työmaan budjetissa, koska suurin osa työmaalla käytetystä kalustosta on vuokrakalusto. Kalustoa vuokrataan yrityksen sisäiseltä kalustovarikolta sekä ulkopuolista kalustotoimittajilta. Kalustonhallinnan keskeisiä ongelmia ovat kaluston häviäminen ja rikkoutuminen. Työnjohtajat eivät välttämättä ole aina tietoisia mitä kalustoa työmaalla on. Ongelma johtuu siitä, että kalustotoimituksen ja palautuksen yhteydessä saatu kuormalista kertoo ainoastaan mitä kalustoa on sillä hetkellä palautettu tai toimitettu.

Kalustohallinnan merkittävyys korostuu erityisesti työmaissa, joissa kalustoa tilataan usealle eri työnumeroisille kohteille. Tällaisissa tapauksissa käy usein niin, että kohdetta laskutetaan kalustosta, joka ei ole edes kyseisellä kohteella käytössä. Kaluston palautuksen ja tilauksen yhteydessä työnjohtajien välillä esiintyy usein kommunikointiongelmia. Esimerkiksi työnjohtaja saattaa palauttaa sellaista kalustoa, jota toinen työnjohtaja olisi tarvinnut. Vaihtoehtoisesti työnjohtaja saattaa tilata sellaista kalustoa, josta toinen työnjohtaja on luopumassa.

Kalustohallintaan liittyy useita ongelmia, joita voisi ratkaista ajantasaisella sähköisellä kalustolistalla. Sähköistä kalustolistaa voisi soveltaa alussa ainoastaan varikolta vuokrattavan kalustoon hallinnointiin. Sähköisestä kalustolistasta näkyisi työnumeroittain seuraavat asiat:

- työmaalla oleva toimintakuntoinen kalusto
- työmaalla oleva toimintakyvytön kalusto
- varikolle palautettava kalusto
- työmaalle toimitettava kalusto
- varikolla tilattavissa oleva kalusto.

Sähköisen kalustolistan käyttöönotto alkaa varikolta tehtävällä tilauksella. Työnjohtaja valitsee listalta tilattavan kaluston ja toimitusajankohdan. Työnjohtaja vahvistaa tilauksen ja tiedot siirtyvät automaattisesti varikolle. Tilattava kalusto näkyy sovelluksessa työmaalle toimitettavan kaluston statuksella. Työnjohtaja vastaanottaa kalustotoimituksen sähköisesti sovelluksen kautta, jolloin kaluston status vaihtuu työmaalla olevaksi toimintakuntoiseksi kalustoksi. Työnjohtajat voivat varata kaluston tietyksi ajaksi, jolloin muut työnjohtajat näkevät milloin kalusto vapautumassa. Kaluston rikkoutuessa merkitään kalustoa toimintakyvyttömäksi. Jos työmaalla on useampia työnumeroita, työjohto voi tarvittaessa vaihtaa tietyn kaluston laskutuskohdetta. Kaluston palautus tilattaisiin myös sovelluksen kautta ja tällöin kalusto näkyy varikolle palautettavan statuksella. Palautettava kalusto poistuu työmaan listalta, kun varikko on vastaanottanut sitä. Työnjohtajalla olisi mahdollisuus tarkastella kalustolistaa yhdessä esimerkiksi työnjohtopalaverissa. Palaverin aikana työnjohtajat voivat sopia yhdessä mitä kalustoa tulisi palauttaa ja mitä tilata.

5.4 Hankinta

5.4.1 Pienhankinta

Tämän toiminnon tarkoitus on edistää työnjohdon suorittamia pienhankintoja työmaalla. Pienhankinnat ovat rautakauppahankinnat, joiden kustannusmerkitys on vähäinen. Rautakauppahankintoihin sisältyy kuitenkin yleensä rahtikuljetus, jonka kustannusosuus hankinnoista on merkittävä. Työmaalla tulee väistämättä vastaan yllättäviä ja kiireellisiä pienhankintoja, jotka ilmaantuvat lyhyellä varoitusaajalla. Työnjohtajat eivät yleensä suunnittele kyseisiä hankintoja vaan niitä suoritetaan aina materiaalipuutteen ilmaantuessa. Tyypillinen esimerkki on työntekijöiltä tuleva ilmoitus kiinnitystarvikkeiden kuten ruuvien loppumisesta.

Pienhankinnat toteutetaan yleensä puhelintilauksena, mutta kiireellisissä tapauksissa työnjohtajat saattavat käydä henkilökohtaisesti hakemassa rautakaupasta tarvittavia materiaaleja. Puhelintilaus on nopea ja vaivaton tapa suorittaa pienhankintaa, mutta siihen liittyy iso riski, että työmaalle toimitettu tavara on väärä tai puutteellinen. Ongelma johtuu siitä, että myyjä saattaa ymmärtää tai kuulla työnjohtajan tilauksen väärin. Työnjohtaja ei myöskään välttämättä muista tai tiedä tavaroiden täsmällisiä nimiä, jolloin syntyy helposti väärinymmärryksiä. Syyllisen löytäminen jälkikäteen on miltei mahdoton, koska mustaa valkoisella ei ole.

Rautakauppatoiminto sisältäisi valikoiman yleisimmistä rautakaupasta tilattavista tuotteista kuvineen ja menekkitietoineen. Tuotteet on jaoteltu tuotealueittain, jotta olisivat helposti löydettävissä. Työnjohtaja valitsee ostolistaan tilattavat tuotteet, toimitusajan kohdan ja rautakaupan yhteyshenkilön. Vahvistettuaan tilauksen sovellus lähettää tilaustiedot sähköpostitse määritetyille yhteyshenkilölle. Työnjohtaja pystyy myös tallentaa ostoskoriin, mikäli tilaus ei ole kiireellinen. Tällöin muut työnjohtajat voivat lisätä omia ostoksiaan samaan ostoskoriin, jolloin säästetään laskujen määrässä ja rahtikuluissa. [52.]

5.4.2 Kuormakirjojen arkistointi

Työmaalle toimitetut tavarat sisältävät poikkeuksetta paperisen kuormakirjan, jossa ilmenevät toimituksen sisältö, yhteyshenkilöt, ehdot ja muut toimitukseen liittyvät olennainen tieto. Työnjohtaja vastaanottaa toimituksen kuittaamalla kuormakirjan. Sitä ennen

työnjohtajan on kuitenkin tarkistettava toimituksen sisältöä ja kuntoa sekä kirjata mahdolliset puutteet kuormakirjaan. Kuormakirjoja on säilytettävä laatudokumentoinnin, mutta myös mahdollisen reklamoinnin vuoksi. Työmaalle saattaa tulla yhden päivän aikana useita toimituksia, joten kuormakirjojakin tulee paljon. Kuormakirjoja olisi syytä arkistoida välittömästi sellaiseen paikkaan, josta olisivat helposti löydettävissä tarpeen tulleen. Näin ei aina kuitenkaan käy, vaan kuormakirjat saattavat jäädä työnjohtajan taskuihin tai ovat hukassa toimiston paperipinon seassa. [53.]

Yksi ratkaisu kuormakirjojen arkistointiin on niiden skannaaminen ja tallentaminen mobiililaitteen avulla sähköiseen arkistointijärjestelmään. Tähän tarkoitukseen sovelluskaupoissa on olemassa useita ilmaissovelluksia, joiden toiminta on hyvin samankaltainen. Ilmaissovellusten toiminta perustuu mobiililaitteen kameralla asiakirjasta otettuun kuvaan, josta sovellus luo PDF-tiedoston. Sovellus tunnistaa kuvassa olevan asiakirjan ja muuntaa sitä tunnistettavampaan muotoon. Kuormakirjojen arkistointi toiminnolla työnjohtaja pystyy heti saatuaan kuormakirjan skannaamaan ja tallentamaan sen työmaan tietojärjestelmään. Työnjohtaja nimeää tallennettavan kuormakirjan, jotta olisi helposti löydettävissä myöhemmin esimerkiksi hakutoiminnon avulla. Kyseistä toimintoa voitaisiin käyttää myös muiden paperisten asiakirjojen kuten esimerkiksi pöytäkirjojen ja muistioiden arkistoinnissa.

5.5 Helppokäyttöisyys

Helppokäyttöisyys nostettiin haastatteluissa ja kyselyssä mobiilisovelluksen yhdeksi tärkeimmäksi ominaisuudeksi. Helppokäyttöisyyttä pystytään parantamaan kehittämällä sovelluksen ulkoasua ja visuaalisuutta esimerkiksi selkeillä kontrasteilla ja tekstin fonttia suurentamalla. Näillä muutoksilla toimintojen löytäminen työmaaolosuhteissa helpottuu huomattavasti. Helppokäyttöisyyttä voidaan kehittää myös erilaisilla toiminnoilla ja ominaisuuksilla. Alla olevassa taulukossa on listattu muutama helppokäyttöisyyttä edistäviä ominaisuuksia ja toimintoja, joita on tuotu esille kyselyssä ja haastatteluissa sekä jo olemassa olevista mobiilisovelluksista.

Taulukko 3. Helppokäyttöisyyttä edistävät toiminnot ja ominaisuudet sekä niiden tarkempi kuvaus

Toiminnot/ominaisuus	Toimintojen/ominaisuuksien tarkempi kuvaus
Hakutoiminto	Helpottaa tarvittavien tietojen ja toimintojen hakemista
Offline-tila	Sovellusta on mahdollista käyttää ilman verkkoyhteyttä tai pätkivällä yhteydellä. Offline-tila tulisi näkyä selvästi, jotta käyttäjät huomaavat, ettei tiedostoja pysty lähettämään eteenpäin.
Sanelemistoiminto	Tekstiä voi sanella mobiililaitteen mikrofonin avulla, jolloin tekstiä ei tarvitse näppäillä kosketusnäyttöön.
Tulostustoiminto	Käyttäjä pystyy lähettämään tulostuskäskyn tulostimelle suoraan mobiililaitteesta.
Lähilukutoiminto	Mahdollistaa esimerkiksi työntekijän NFC-tunnisteella varustetun henkilökortin tietojen tarkastelu.
Kielet	Sovellusta olisi mahdollisuus käyttää myös muilla kielillä kuten esimerkiksi viron, venäjän ja englannin kielellä.
Tekstien muistiominaisuus	Sovellus muistaa käyttäjän aikaisemmin kirjoitetut tekstit ja ehdottaa niitä
Aikaisemmat revisiot	Suunnitelma-asiakirjojen aikaisemmat revisiot olisivat saatavilla, jotta käyttäjä voi esimerkiksi vertailla muutokset.
Työpöytäversio	Pöytätietokoneen suuremmalle näytölle soveltuva sovellusversio, jossa olisi mahdollisesti enemmän toimintoja.
Automaattinen paikannus	Havaintoa tehdessä sovellus paikantaa käyttäjän sijainnin automaattisesti ja osoittaa sen esimerkiksi pohjapiirustuksessa olevalla pisteellä.
Käyttöoikeuksien rajaaminen	Tietohallinto pystyy rajaamaan tiettyjen henkilöiden pääsyä tiettyihin toimintoihin ja tietoihin.
Hyperlinkki	Piirustuksissa mainitut detaljimerkinnät varustetaan hyperlinkillä, jolloin käyttäjälle avautuu kyseinen detaljipiirustus hyperlinkkiä näppäillessä.

6 Yhteenveto

6.1 Tulosten yhteenveto

Opinnäytetyön päätavoitteena oli luoda kehitysehdotus työmaan työnjohdolle suunnatun uuden mobiilisovelluksen sisällöstä, toiminnoista ja helppokäyttöisyydestä. Lisäksi tavoitteena oli löytää mobiililaitteiden käyttöönottoon liittyvät haasteet ja luoda kehitysehdotus käyttöönotolle.

Tutkimuksessa esitettyjen tulosten perustella voidaan todeta, että mobiililaitteiden käyttö yrityksen työmailla on ollut vähäistä. Suurin osa työmaatehtävistä suoritetaan edelleen perinteisillä paperipohjaisilla menetelmillä. Nämä perinteiset menetelmät ovat usein tehottomia, koska niihin sisältyy monia ylimääräisiä välivaiheita, joita voisi karsia pois mobiililaitteiden käytöllä. Esimerkiksi työvaiheiden ja laadunvarmistuksen perinteinen dokumentointitapa on huomattavasti työläämpää ja aikaa vievämpää kuin mobiililaitteilla suoritettava dokumentointi. Lisäksi huomattava osa perinteisistä toimintatavoista joudutaan suorittaa kokonaan tai osittain työmaatoimistolla, mikä vähentää hankkeen onnistumisen kannalta olennaista työnjohdon työmaalla suoritettavaa työnohjausta.

Uuden mobiilisovelluksen kehitysehdotuksen lähtökohtana oli se, että kaikki työnjohtajan työmaalla tarvitsemat keskeiset toiminnot ja tiedot löytyisivät yhdestä sovelluksesta. Työnjohtajat painottivat sovelluksen kehittämisessä helppokäyttöisyyttä sekä selkeä hakemistopuuta, jotta toiminnot ja tiedot olisivat mahdollisimman nopeasti löydettävissä. Tutkimustuloksiin pohjautuen uuden mobiilisovelluksen sisältöä jaettiin kahdeksaan osa-alueeseen: havainnot ja ilmoitukset, laadunvarmistus ja dokumentointi, turvallisuus-mitaukset, suunnitelmat, työnohjaus, henkilöstönhallinta, kalustonhallinta sekä hankinta. Osa-alueet sisältävät pääasiassa jo olemassa olevia toimintoja, mutta myös uusia toimintoja. Kehitysehdotukseen sisällytettiin tutkimustulosten perusteella muutamia helppokäyttöisyyttä edistäviä toimintoja ja ominaisuuksia.

Tulokset osoittavat, että yrityksen työmailla mobiililaitteiden käyttöönoton haasteita on useita, mutta merkittävimmät ovat puutteelliset käyttökoulutukset, haastavat työmaaolosuhteet ja perinteiset toimintatavat. Työnjohdon mielestä käyttöönottoon pitäisi luoda yhtenäinen linja ja käyttökoulutukset tulisivat olla käytännönläheisemmät. Käyttökoulutuk-

sen aloitusedellytyksenä on se, että työmaalla käytössä olevat mobiililaitteet ovat toimintakunnossa. Käyttökoulutuksia tulisi järjestää ainoastaan työmailla, sillä työnjohtajien on opittava käyttää laitteita todellisissa käyttökohteissa. Mobiililaitteiden hyödyt tulisi nostaa esille käyttökoulutusten yhteydessä, jotta käyttäjät ymmärtävät miksi laitteita kannattaa käyttää. Myös käyttökoulutusten lisäksi yrityksen tulisi panostaa laitteiden ja sovellusten tukipalveluiden selkeyteen ja saatavuuteen.

6.2 Johtopäätökset ja pohdinta

Tutkimuksen teoreettinen viitekehys sekä empiiriset havaintoaineistot tukevat toisiaan. Näkemykset käyttöönoton haasteista ja työnjohdon ajankäytöstä ovat yhtäläiset eikä aineistojen välillä esiinny ristiriitoja. Kirjallisuusselvitystä on rajoittanut se, että aihe on melko tuore eikä sitä ole tutkittu kovin paljon, mikä näkyi luotettavan lähdeaineiston niukkuudessa. Mobiiliteknologia ja mobiiliratkaisut kehittyvät ja muuttuvat nopeasti, joten lähteet sisälsivät usein vanhentunutta tietoa, joilla ei ole käyttöä tutkimuksessa. Haastattelutilta tuli herkästi kehitysehdotuksia mobiilisovelluksen ja käyttöönottoon liittyen, mutta ehdotukset olivat pääsääntöisesti samankaltaisia. Mobiililaitteiden käytön ja käyttökohteiden vähäisyys on rajoittanut monipuolisten kehitysehdotusten saantia.

On ilmeistä, että mobiililaitteet ovat toistaiseksi tulleet jäädäkseen ja niiden käyttö tulee tulevaisuudessa lisääntymään, koska mobiililaitteiden tuomat hyödyt ovat kiistattomia. Mobiililaitteiden täysimääräinen hyödyntäminen edellyttää kuitenkin työmaiden ja yrityksen sisäisten toimintatapojen uudistamista. Mobiiliteknologia muuttuu ja uudistuu jatkuvasti, joten työmaiden toimintatapojakin tulisi jatkuvasti tarkastella ja muuttaa, jotta uusista ratkaisuista saataisiin kaikki hyöty irti. Myös mobiilisovellusten määrä tulee lisääntymään tulevaisuudessa, joten on olennaisen tärkeää, että käytössä olevat sovellukset ja järjestelmät ovat yhteen toimivat, jolloin tiedonsiirto järjestelmien ja sovellusten välillä on sujuvaa ja yksinkertaista. Digitalisaation hyödyntämisen merkittävyys rakentamisen toimialalla näkyy esimerkiksi hallituksen KIRA-digi kärkihankkeena, jonka tavoitteena on edistää rakennetun ympäristön ja rakentamisen digitalisoimista.

6.3 Jatkotutkimusehdotukset

Tutkimusta tehtäessä esille nousi useita mobiililaitteiden ja sovellusten kehittämiseen liittyviä jatkotutkimusehdotuksia. Tutkimuksessa ei ole testattu mobiilisovelluksia tai laitteita oikeissa olosuhteissa. Tutkimusta voitaisiin viedä eteenpäin testaamalla yhdessä Case-kohteessa uuden mobiilisovelluksen toimivuutta ja mobiililaitteiden käyttöönottoa. Case-tutkimuksella saataisiin käytännönläheisimpiä tuloksia käyttöönottoon ja mobiilisovelluksen liittyvissä ongelmissa, joita voitaisiin työstää eteenpäin. Olisi mielenkiintoista myös tutkia kuinka Lean rakentamisen menetelmiä voisi hyödyntää mobiililaitteilla. Niistä merkittävin on Last Planner -tuotannonohjausmenetelmä, joka käsittää viikkoaikataulun suunnittelua ja toteutuksen valvomista.

Lähteet

- 1 Mikä on tietomalli. Liikenneviraston kotisivut. http://www.liikennevirasto.fi/palve-luntuottajat/inframallit/mika-on-tietomalli-#.WLgq_IVOJMs Luettu 5.1.2017
- 2 Käsitteet. Tilastokeskuksen kotisivut. <http://www.stat.fi/meta/kas/bktmarkkina.html> Luettu 5.1.2017
- 3 Tieto- ja viestintäteknologia tuottavuuden kasvun lähteenä. Teknologia teollisuuden julkaisu. Verkkodokumentti. http://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/tuottavuusraportti_08.pdf Luettu 5.1.2017
- 4 About BIM and IFC. Solibrin kotisivut. <https://www.solibri.com/support/bim-ifc/> Luettu 5.1.2017
- 5 RATU-kortisto. Rakennustiedon kotisivut. <https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/ratu.html> Luettu 5.1.2017
- 6 Käsitteet. Tilastokeskuksen kotisivut. <http://www.stat.fi/meta/kas/revisio.html> Luettu 5.1.2017
- 7 RFID. Logistiikan maailman kotisivut. <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/RFID> Luettu 5.1.2017
- 8 Synchronization. BD dictionary. <http://www.businessdictionary.com/definition/synchronization.html> Luettu 5.1.2017
- 9 Jussi, Välihalo. 2014. Opinnäytetyö; Rakennushankkeen kustannushallinta. Verkkodokumentti. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/75983/Vali-talo_Jussi.pdf?sequence=1 Luettu 16.12.2016
- 10 Rakennustyön tuottavuus 1975-2010. Rakennustieto. Verkkodokumentti <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK110503.pdf> Luettu 20.11.2016
- 11 Tilastot ja suhdanteet. Rakennusteollisuuden kotisivut. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/> Luettu 20.11.2016

- 12 Mobiili-ICT kiinteistö- ja rakennusallalla. VTT. Verkkodokumentti.
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2463.pdf> Luettu 20.11.2016
- 13 Rakentamisessakin pitää välttää hukkaan heitettyä aikaa ja sähläämistä. Aalto-Pro kotisivut. <http://www.aalto-pro.fi/blog/rakentamisessakin-pitaa-valttaa-hukkaan-heitettya-aikaa-ja-sahlaamista> Luettu 3.2.2017
- 14 Johdatus kvalitatiivisen tutkimuksen oppimisympäristön käyttöön ja perusteisiin. Yhteiskuntatieteellisen tietoarkiston kotisivut. <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L1.html> Luettu 10.3.2017
- 15 Tutkimusprosessi. Yhteiskuntatieteellisen tietoarkiston kotisivut.
<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/tutkimus/prosessi.html> Luettu 10.3.2017
- 16 Projektipankki rakennustyömaalla. Rakennustieto. Verkkodokumentti.
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK040505.pdf> Luettu 10.2.2017
- 17 Can modularization help your project be a success? CII Modularization community of practice. Verkkodokumentti. https://www.construction-institute.org/media-center/Modularization_RMEL_Issue_1_2015.pdf Luettu 10.2.2017
- 18 Risto, Pelin. Projektihallinnan käsikirja. 2011. Projektijohtaminen Oy.
- 19 Rytikangas, Iina. Tehokas ajankäyttö. 2009. Helsinki: Gummerus Kirjapaino Oy
- 20 Mitä on lean-rakentaminen? Lean Construction Institute Finland. <http://lci.fi/mita-on-lean-rakentaminen/> Luettu 3.2.2017
- 21 Seven wastes. Tech Target. <http://whatis.techtarget.com/definition/seven-wastes>
Luettu 22.2.2017
- 22 Eeva, Törmänen. Työnjohtopula uhkaa seisauttaa rakennusalan. Tekniikka & Talous verkkoartikkeli. <http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/rakennus/2006-06-22/Ty%C3%B6njohtopula-uhkaa-seisauttaa-rakennusalan-3273991.html> Luettu 24.2.2017

- 23 Työnjohdon ajankäyttö ja töiden johtaminen. Rakennustieto. Verkkodokumentti.
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK140705.pdf> Luettu 3.2.2017
- 24 Anti, Marjasalo. 2010. Diplomityö. Verkkodokumentti.
<https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/20574/marja-salo.pdf?sequence=3> Luettu 15.1.2017
- 25 Rakennustöiden laatu 2017.11. Painos. Rakennustieto Oy.
- 26 Ratu S-1228, Rakentamisen tehtäväsuunnittelu, 2010.
- 27 Suunnitelmien täydentäminen ja muuttaminen. Rakennustieto. Verkkodokumentti.
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK060304.pdf> Luettu 15.2.2017
- 28 Työvaiheiden laadunhallinta. Rakennusteollisuus. Verkkodokumentti.
https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineis-tot/2015/070415_tyovaiheiden-laadunhallinta.pdf Luettu 15.1.2017
- 29 Kunnan talonrakennus. Kunnallishallinnon arkisto. Verkkodokumentti.
<http://www.arkisto.fi/uploads/normit/kunnallishallinto/seulontapaatokset/tekn.hall.asiakirjat2.pdf> Luettu 28.1.2017
- 30 Mitä on BIM? Teklan Kotisivut. <https://www.tekla.com/fi/tietoa-meist%C3%A4/mit%C3%A4-bim> Luettu 3.2.2017
- 31 Tietomallinnus. Suomen rakennusinsinöörien liiton RIL:n kotisivut.
<http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html> Luettu 28.1.2017
- 32 RT 10-11078. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa.
- 33 Mobiililaitteet. Mobiiliopas. <https://sites.google.com/site/avomobiiliopas/mobiililaitteet> Luettu 28.1.2017

- 34 Panu, Vatanen. Airi, Saastamoinen. Älypuhelinien yleisimmät viat: näytön rikkoutuminen ja kastuminen. YLE. 2016. Verkkoartikkeli. <http://yle.fi/aihe/artikkeli/2014/02/13/alypuhelinien-yleisimmat-viat-nayton-rikkoutuminen-ja-kastuminen> Luettu 3.2.2017
- 35 Implementation of Mobile Devices on Jobsites in the Construction Industry. Procedia Engineering. Verkkodokumentti. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815032014> Luettu 28.1.2017
- 36 Mobiilitietoturavinkkejä kuluttajille ja pienille organisaatioille. Suomen mobiiliasiantuntijoiden kotisivut. <http://www.mobiiliasiantuntijat.fi/mobiilitietoturavinkit.html>
- 37 The NIST Definition of Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology. Verkkodokumentti. <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf> Luettu 27.1.2017
- 38 Plangridin kotisivut. <https://www.plangrid.com/> Luettu 14.1.2017
- 39 Congridin kotisivut. <http://www.congrid.fi/> Luettu 14.1.2017
- 40 Kotopron kotisivut. <http://www.kotopro.fi/> Luettu 16.1.2017
- 41 RT tuotetieto – yleistä. RT tuotetiedon kotisivut. <http://www.rttuotetieto.fi/rakennustuoteyrityksille/rt-tuotetieto-yleista> Luettu 3.3.2017
- 42 Lujatalon intranet.
- 43 Lujatalon toimihenkilöiden haastattelut ja verkkokysely aikavälillä 11.1 – 22.2.2017
- 44 Mikrotukihenkilöiden haastattelut 2.2 - 14.2.2017
- 45 KymppiPro -sovellus. Weegon kotisivut. <http://www.weego.fi/products.html> Luettu 3.3.2017

- 46 Raksanappi digitalisoi vaihtolavojen hallinnan. Lassila & Tikanojan kotisivut. <http://www.lassila-tikanoja.fi/tiedotteet/Sivut/Raksanappi-digitalisoi-vaihtolavojen-hallinnan.aspx> <https://sc5.io/cases/lt-raksanappi/#gref> Luettu 3.3.2017
- 47 L&T Raksanappi. SC5. Kuvalähde. <https://sc5.io/cases/lt-raksanappi/#gref> Luettu 5.3.2017
- 48 Tekla Field3D. Trimblen kotisivut. <http://www.teklabimsight.com/tekla-field3d-features> Luettu 3.3.2017
- 49 Ratu KI-6021. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 2013.
- 50 Toimiva työmaa. 2014. Verkkodokumentti. https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/julkaisuja/toimiva_tyomaa_2014.pdf Luettu 5.3.2017
- 51 Työmaan informaatti. Informaatti Oy:n kotisivut. <http://www.infomaatti.fi/tyomaa-infomaatti/> Luettu 5.3.2017
- 52 Toimitusten ohjaaminen työmaalla. Rakennustieto. Verkkodokumentti. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100503.pdf> Luettu 14.1.2017
- 53 Rakennustyömaan toimitusten ohjaus. VTT. Verkkodokumentti. http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2009/rakennustyomaan_toimitusten_ohjaus_091116.pdf Luettu 14.1.2017

Kyselylomake (Toteutettu verkkokyselyinä)

Kyselyn kuvaus

Tämä kysely on osa opinnäytetyötä, jonka pyrkimyksenä on kehittää mobiililaitteiden käyttöä työnjohdon välineenä työmaalla. Työn tuloksena syntyy kehitysehdotus uuden mobiilisovelluksen sisällöstä ja sen käyttöönotosta. Osallistumalla kyselyyn sinulla on mahdollisuus vaikuttaa työtäsi helpottavien työkalujen kehittämiseen. Vastaaminen vie vain noin 5-10 minuuttia.

Taustatiedot

Tehtävä hankkeessa

- vastaava mestari
- työnjohtaja
- työnjohtoharjoittelija
- työmaainsinööri / tuotantoinsinööri
- työpäällikkö
- muu, mikä? _____

Kokemus työnjohtotehtävistä

- 0-2 vuotta
- 3-6 vuotta
- 7-10 vuotta
- 11-20 vuotta
- yli 20 vuotta

Keskeisimmät vastualueet

Mobiililaitteiden käyttökohteet

1. Mihin työmaatehtäviin olette käyttäneet mobiililaitteita?

2. Mihin työmaatehtäviin haluaisitte tulevaisuudessa käyttää mobiililaitteita?

Mobiilisovellusten käyttökokemukset ja kehitysehdotukset

3. Mitä mobiilisovelluksia olette käyttäneet työssänne?

4. Mitä mieltä olette käyttämänne sovellusten toiminnoista ja helppokäyttöisyydestä?

5. Mitä uusia toimintoja tulisi sisällyttää sovelluksiin?

Mobiililaitteiden käyttöönoton haasteet ja kehitysehdotukset

6. Mitkä ovat mobiililaitteiden käyttöönoton haasteet työmaalla?

7. Miten käyttöönottoa tulisi kehittää?

Teemahaastattelulomake

Haastattelun kuvaus

Tämä haastattelu on osa opinnäytetyötä, jonka pyrkimyksenä on kehittää mobiililaitteiden käyttöä työnjohdon välineenä työmaalla. Työn tuloksena syntyy kehitysehdotus uuden mobiilisovelluksen sisällöstä ja sen käyttöönotosta.

Taustatiedot

Nimi _____

Tehtävä hankkeessa

- vastaava mestari
 työnjohtaja
 työnjohtoharjoittelija
 työmaainsinööri / tuotantoinsinööri
 työpäällikkö
 muu, mikä? _____

Kokemus työnjohtotehtävistä

- 0-2 vuotta
 3-6 vuotta
 7-10 vuotta
 11-20 vuotta
 yli 20 vuotta

Keskeisimmät vastualueet

Mobiililaitteiden käyttökohteet

1. Mihin työmaatehtäviin olette käyttäneet mobiililaitteita?

2. Mihin työmaatehtäviin haluaisitte tulevaisuudessa käyttää mobiililaitteita?

3. Mitä mieltä olette Lujatalolla käytössä olevista mobiililaitteista (älypuhelimet, tabletit)? Kestäväkö työmaaolosuhteita? Tarvitaanko oheistuotteita?

Mobiilisovellusten käyttökokemukset ja kehitysehdotukset

4. Mitä mobiilisovelluksia olette käyttäneet työssänne?
5. Mitä mieltä olette käyttämänne sovellusten toiminnoista ja helppokäyttöisyydestä?
6. Mitä mieltä olette sovellusten ja kohdetiedoston välisestä integraatiosta?
7. Mitä uusia toimintoja tulisi sisällyttää sovelluksiin?

Mobiililaitteiden käyttöönoton haasteet ja kehitysehdotukset

8. Mitkä ovat mobiililaitteiden käyttöönoton haasteet työmaalla?
9. Miten käyttöönottoa tulisi kehittää?