

Antero Apell

Mobiiliohjelmistot rakennustyömaalla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Insinööriytyö

28.2.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Antero Apell Mobiiliohjelmistot rakennustyömaalla 77 sivua + 3 liitettä 28.2.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	Rakentamisen projektinhallinta
Ohjaajat	Digitaalisen rakentamisen johtaja Matti Tauriainen Projektipäällikkö Erno Olkkonen Lehtori Mervi Toivonen
<p>Tämän insinöörityön aihe on mobiiliohjelmistot rakennustyömaalla. Työ tehtiin Lujatalo Oy:lle. Työnjohdon avuksi on kehitetty erilaisia mobiilisovelluksia. Opinnäytetyössä selvitettiin, miten nämä mobiiliohjelmistot tukevat työnjohtoa rakennustyömaalla.</p> <p>Opinnäytetyössä kerrottiin digitalisaation käsitteistä ja rakennustyömaan digitalisaatiosta. Työssä kerrottiin tietomallien hyödyntämisestä rakennustyömaalla. Lisäksi opinnäytetyössä kuvattiin työnjohtajan keskeiset tehtävät rakennustyömaalla.</p> <p>Opinnäytetyössä tehtiin kyselytutkimus käytössä olevista mobiiliohjelmistoista. Tulosten perusteella keskeiset mobiiliohjelmistot tunnetaan hyvin. TR-mittaukset tehdään pääsääntöisesti mobiililaitteilla. Puolet työnjohtajista käyttää mobiililaitteilla KymppiPro-, TurvaApp- ja projektipankki-sovelluksia. Tulokset osoittavat lisäkoulutustarpeen mobiiliohjelmistojen käytölle.</p> <p>Opinnäytetyössä tehtiin 4 haastattelua. Vastausten perusteella mobiiliohjelmistoista on selkeää hyötyä. Työmaiden haasteena on uusien asioiden omaksuminen ja mobiiliohjelmistojen käyttöönotto. Mobiiliohjelmistojen käyttöä voidaan tehostaa koulutuksilla.</p> <p>Insinöörityön tuloksena saatiin, että mobiiliohjelmistot tukevat työnjohdon työtä. Piirustukset kulkevat mobiililaitteissa mukana. Tietomallit soveltuvat mobiililaitteissa visuaaliseen tarkasteluun ja informaation ottamiseen. Mobiililaitteilla turvallisuushavainnot ja TR-mittaukset voidaan tehdä helposti ja luotettavasti. Työvaiheiden laadunmittausten, virhe- ja puutelistojen sekä poikkeamailmoitusten laatiminen mobiiliohjelmistoilla toimii hyvin.</p> <p>Mobiiliohjelmistojen avulla työnjohtajat säästävät aikaa, tiedonkulku nopeutuu, ja dokumentointi yhdenmukaistuu. Tieto on tallennettavissa heti ja kaikkien käytettävissä reaaliaikaisesti.</p>	
Avainsanat	mobiiliohjelmisto, digitalisaatio, KymppiPro

Author Title Number of Pages Date	Antero Apell Mobile Software on Construction Site 77 pages + 3 appendices 28 February 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Project Management for Construction
Instructors	Matti Taurainen, Chief Digital Construction Officer Erno Olkkonen, Project Manager Mervi Toivonen, Senior Lecturer
<p>The subject of this thesis is mobile software on the construction site. The thesis was done for Lujatalo Oy. Different kinds of mobile applications have been developed to assist foremen. The thesis investigated how these mobile applications can support the foremen in their work on the construction site.</p> <p>The thesis involved the concepts of digitalisation and digitalisation of the construction site. The thesis discusses the usage of Building Information Model (BIM) on a construction site. In addition, the thesis investigates the key tasks of the foremen at the construction site.</p> <p>The thesis included a survey of available mobile software. Based on the results, the key mobile software are well known. TR measurements are usually made by mobile devices. Half of the foremen use KymppiPro, TurvaApp and project bank mobile applications. Based on the results, there is a clear need for further education regarding the use of mobile software.</p> <p>Four interviews were conducted in the study. Based on the answers, mobile software are a clear benefit. The challenge for construction sites is in adopting new things and the introduction of mobile applications. The use of mobile applications can be enhanced by education.</p> <p>The results of the study indicate that the mobile applications support the work of the foremen. The drawings are on the mobile devices. Building Information Models are suitable for visual viewing and the gathering of information on mobile devices. Also safety notices, TR measurements and quality measurements can be made easily and reliably. Likewise, drafting lists for the lacks and errors and incident reports are functional benefits of the mobile applications.</p> <p>According to the results, the use of mobile applications optimizes the work of foremen by saving time, accelerating the information flow and standardizing the documentation. By utilizing the mobile applications the information is immediately saved and available.</p>	
Keywords	mobile software, digitalisation, KymppiPro

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	Tavoite	2
1.3	Aiheen rajaus	2
1.4	Tutkimusmenetelmät	3
2	Digitalisaatio	4
2.1	Mitä digitalisaatio on?	4
2.2	Digitalisaatio työmaalla	5
2.3	Esineiden internet rakennusalalla	7
2.4	3D-tulostus ja robotiikka rakennusalalla	9
2.5	Virtuaalitekniikka	10
2.6	Digitalisaation haasteet	10
3	Tietomallintaminen	12
3.1	Yleistä tietomallista	12
3.2	Tietomallien formaatit	13
3.3	Yhdistelmämallit	14
3.4	Tietomallien hyödyntäminen rakennustyömaalla	15
4	Työnjohtajan keskeiset tehtävät rakennustyömaalla	17
4.1	Työturvallisuus	17
4.1.1	Perehdytys	18
4.1.2	Työturvallisuusmittaus	19
4.2	Laatujohtaminen	20
4.2.1	Laadunvarmistus työmaalla	21
4.2.2	Tarkastusasiakirja	22
4.2.3	Laadunvarmistusmatriisi ja tehtäväsuunnitelma	23
4.2.4	Mestän vastaanotto ja mallityö	24
4.2.5	Työvaiheen tarkastus ja Itselleluovutus	24
4.3	Ajallinen suunnittelu	25
4.3.1	Yleisaikataulu	25
4.3.2	Rakentamisvaihe aikataulu	25
4.3.3	Viikkoaikataulu	25

4.4	Hankinnat ja kustannusseuranta	26
4.5	Työnjohtajien kokoukset	27
5	Mobiiliohjelmistot	28
5.1	Laitteet	28
5.2	Mobiililaitteiden ohjelmistotyypit	29
5.2.1	Natiivisovellus	29
5.2.2	Web-sovellus	30
5.2.3	Hybridisovellus	30
5.3	KymppiPro	31
5.4	PhoneApp	33
5.5	TurvaApp	34
5.6	LujavireApp	36
5.7	Congrid	37
5.8	Tekla Field3D	39
5.9	Acad 360	40
5.10	BIMx	41
5.11	SokoPro	42
5.12	Sharefile	43
5.13	Työmaaweb	44
5.14	Citrix Receiver	45
5.15	Muut sovellukset	46
5.16	Mobiililaitteiden ja -sovellusten hyödyt työmaalla	46
5.17	Haasteet mobiililaitteiden ja -sovellusten käytössä	49
5.18	Mobiiliohjelmistojen puutteet ja päällekkäisyydet	52
5.19	Ohjelmistojen käytön tehostaminen ja käyttöoikeudet	54
6	Kyselytutkimus ja haastattelut	55
6.1	Kyselytutkimus	55
6.2	Kyselytutkimuksen tulokset	55
6.3	Haastattelut	59
6.3.1	Ville Vatanen, Lujatalo Oy	60
6.3.2	Timo Hörkkö, Lujatalo Oy	61
6.3.3	Reijo Takkinen, Lujatalo Oy	62
6.3.4	Oskar Smeds, Congrid Oy	62
6.3.5	Haastattelujen yhteenveto	64
7	Kehitysehdotuksia	66

7.1	Perehdytys	66
7.2	Betonoinnin dokumentointi mobiililaitteilla	66
8	Pohdintaa	69
9	Yhteenveto	71
	Lähteet	74
	Liitteet	
	Liite 1. TR-mittauksen hyväksymisperusteet	
	Liite 2. Kyselytutkimus	
	Liite 3. Kyselytutkimuksen tulokset (luottamuksellinen)	

Käsitteet

3D	Kolmiulotteinen grafiikka.
Big-data	Yhteisnimitys suurille datamäärille.
BIM	<i>Building Information Model</i> , rakennuksen tietomalli.
Bluetooth	Standardi langattomaan tiedonsiirtoon lähietäisyydeltä.
Data-analytiikka	Tiedon poimintaa suuresta tietomäärästä
IoT	<i>Internet of Things</i> , esineiden internet.
Pilvipalvelu	Tietokoneiden verkosto.
ROTI	Rakennetun ominaisuuden tila.
VIPu	Virhe- ja puutelista.

1 Johdanto

1.1 Tausta

Lujatalo Oy kuuluu Luja-yhtiöihin. Lujatalon palveluvalikoimaan kuuluvat toimitila- ja asuntorakentaminen sekä korjaus-, että uudisrakentaminen. Lujatalon liikevaihto oli vuonna 2016 365 M€ ja työllisti yli 700 rakennusalan ammattilaista. [1.]

Yleisesti rakentamisen laatua Suomessa pidetään hyvänä. Kuten viimevuosien uutisista on saatu kuulla, niin rakentamisen laadussa kuten esim. kosteudenhallinnassa, betonissa ja teräsrakenteisissa maneesseissa on ollut vakaviakin puutteita. Yleensä laatuvirheet syntyvät puutteellisesta valvonnasta, dokumentoinnista, suunnitteluvirheistä, työvirheistä, puutteellisesta tiedonkulusta ja kiireestä.

Työnjohdon avuksi on kehitetty paljon erilaisia mobiilisovelluksia. Pyrkimys on siihen, että sovellusten avulla laadunhallinta olisi tehokkaampaa ja luotettavampaa. Ajan tasalla olevat piirustukset ja suunnitelmat kulkevat mobiililaitteissa aina mukana, laatudokumentaatio voidaan tehdä heti ja se on saman tien kaikkien osapuolten saatavilla. Vaikka tietomallinnusta on pidetty suunnittelijoiden työkaluna, niin on siinä otettu Suomessa varovaisia askeleita työmaiden työnjohtajien keskuudessa. Mobiilisovellusten avulla tietomalleja voidaan jo hyödyntää rakentamisen ytimessä.

Lujatalon työnjohdolla on käytössä useita mobiiliohjelmistoja rakennustyömailla, joita käytetään älypuhelimissa ja tableteissa. Ohjelmistoissa on kuitenkin havaittu päällekkäisyyttä ja työympäristö on hieman hajanainen. Ohjelmistojen toimivuuksista käytännössä ei ole riittävästi tietoa. Saatavilla olevia laitteita ja ohjelmistoja ei myöskään vielä hyödynnetä riittävästi.

1.2 Tavoite

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan digitalisaation nykytilaa ja pohditaan tulevia kehitystarpeita rakennustyömaan näkökulmasta.

Tavoitteena on tutkia:

- Kuinka mobiililaitteiden ohjelmistot tukevat työnjohdon tehtäviä rakennustyömaalla?
- Onko Lujatalolla käytössä olevissa ohjelmistoissa päällekkäisyyksiä ja sellaisia toimintoja tai puutteita jotka eivät tue työnjohdon toimintaa rakennustyömaalla?
- Kuinka mobiililaitteiden ohjelmistojen käyttöä tulisi tehostaa työmaalla?
- Voidaanko käytössä olevia sovelluksia ja selainpohjaisia ohjelmia yhdistää samalla alustalla toimiviksi kokonaisuuksiksi?
- Kuinka oikeuksia ohjelmien käyttöön jaetaan, toimiiko nykyinen käytäntö?

Tavoitteena on myös tutkia, kuinka työnmaan työnjohto tuntee Lujatalon käytössä olevat mobiiliohjelmistot sekä millainen ohjelmistojen käyttöaste on. Lisäksi tavoitteena on tutkia, kuinka työnjohto kokee hyötyvänsä mobiiliohjelmistoista ja on millainen koulutus-tarve ohjelmistoihin.

1.3 Aiheen rajaus

Opinnäytetyö tehdään työnjohtajan näkökulmasta rakennustyömaalla. Tässä opinnäytetyössä työmaan työnjohtajiksi katsotaan vastaavat mestarit, työnjohtajat ja työmaain-sinöörit. Opinnäytetyö rajoittuu niihin ohjelmistoihin, joita käytännön työssä Lujatalolla käytetään. Opinnäytetyö rajoitetaan mobiililaitteissa oleviin ohjelmistoihin. Lisäksi tutki-taan vertailun vuoksi joitain muuta markkinoilla olevaa ohjelmaa, jota rakennustyömail-la mobiililaitteissa käytetään.

1.4 Tutkimusmenetelmät

Esitutkimuksessa on hankittu tietoa Lujatalon mobiililaitteiden käytössä olevista ohjelmistoista ja hankittu lisenssi Congrid-sovellukseen.

Teoreettisessa tutkimuksessa on tutustuttu alan kirjallisuuteen, artikkeleihin, internet-sivuihin sekä luettu aihealueen aikaisempia opinnäytetöitä. Empiirisinä tutkimusmenetelminä on käytetty haastatteluja ja kyselytutkimusta sekä ohjelmistojen toimivuuksien testaamista.

2 Digitalisaatio

Digitalisaatio on nykyajan muotiasana. Digitalisaatio on kehityksen alkuvaiheessaan, mutta digivallankumous voi silti olla hyvin lähellä.

Sähkön hyödyntäminen mullisti aikanaan elämän ja on nykyään itsestään selvä arjen helpottaja. Kun sähkömagnetismi keksittiin vuonna 1820, niin voitiin vain varovaisesti arvailla, mihin se johtaa. Tänä päivänä sähkö on yksi yhteiskunnan peruspilareista ja olisi vaikea kuvitella tulla toimeen ilman sitä. Kuten sähkö on nykyään jokapäiväinen ja itsestään selvä asia, samoin digitalisaation tuomat hyödyt voivat olla merkittäviä lähitulevaisuudessa. Digitalisaation käyttömahdollisuudet voivat tulevaisuudessa olla laajat.

2.1 Mitä digitalisaatio on?

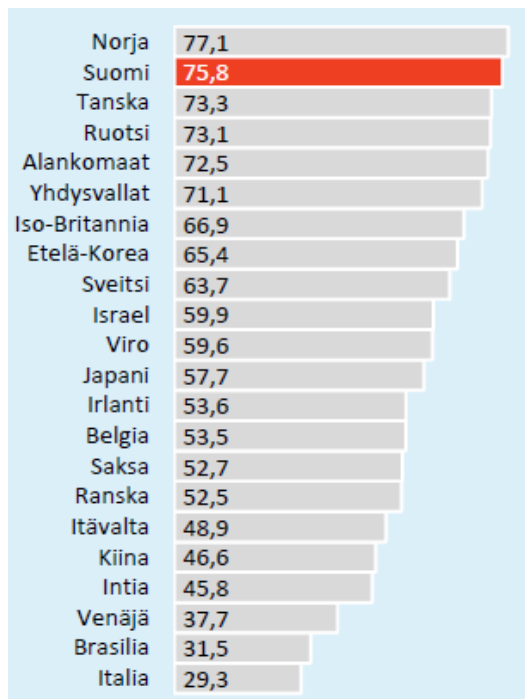
Digitalisaatiolle ei ole vielä täysin yksiselitteistä määritelmää. Yleensä sillä tarkoitetaan sitä, että kuvat, äänet, dokumentit ja signaalit muutetaan digitaaliseen muotoon ja ne liitetään osaksi jokapäiväistä elämää. Yksinkertaistettuna digitalisaatio on tiedon muuttamista digitaaliseen muotoon. [2.]

Digitaalisuus ei ole vain uutta teknologiaa, vaan siihen sisältyy myös älykäs verkostomainen toiminta sekä ekosysteemit. Ne mahdollistavat uusien innovaatioiden hyödyntämisen ja tuottavat suurta lisäarvoa. [3, s.54.]

Suomi on innovaatioiden ja digitalisaation kärkimaita. Hallituksen yhtenä kärkihankkeena on ”Rakennetun ympäristön ja rakentamisen digitalisaatio-hanke, Kira-digi”. Sisältönä on se, miten tulevaisuudessa hyödynnetään digitalisaatiota. Hanke on kaksivuotinen ja tavoitteena on vähentää rakennusvirheitä 75 % ja rakentamisen hukkaa 50 %. Yksi hankkeen tuloksista on Tilaajavastuun SignSpace-palvelu, jossa sopimukset ja allekirjoitukset voidaan tehdä sähköisesti. [4.]

Suomen digitalisuutta mitataan vuosittain suhteessa 21 muuhun maahan digibarometrillä. Mittaus tapahtuu vertailemalla 36 erilaista muuttujaa. Digibarometrissä kuvataan sitä, millainen on kansakunnan digitaalinen asento. Barometrissä verrataan digitaalisuuden muuttumista edellisistä mittauksista ja mitä muutoksia eri tahojen tulisi tehdä, jotta saisimme paremman digitaalisen tulevaisuuden. [5.]

Vuonna 2017 Suomi sijoittui toiseksi digibarometrin kokonaisvertailussa (kuva 1).



Kuva 1. Digibarometrin kokonaisindeksi 2017 [5].

2.2 Digitalisaatio työmaalla

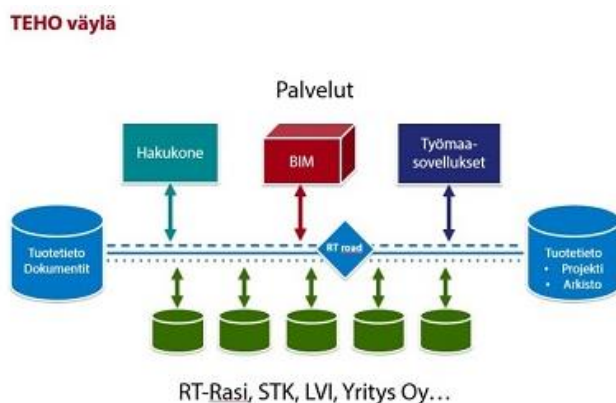
Työmaatoimistoissa on nykyään lähes aina käytössä tietokoneita. Työnjohtajat käyttävät niitä suunnitelmien ja muiden rakentamiseen liittyvien asiakirjojen tarkasteluun ja hallintaan. Ohjelmistot, joita tietokoneissa tyypillisesti käytetään, ovat Microsoft Excel, Word sekä projektien hallintaan käytettävät projektipankit ja erilaiset yritysten sisäiset järjestelmät. Laskut ovat siirtyneet sähköisiin järjestelmiin.

Digitalisaatio on yleistynyt pikkuhiljaa viime vuosien aikana rakennustyömailla. Älypuhelimet ovat kaikkien saatavilla ja tablettien käyttö on yleistymässä. Tyypillisesti työnjohtajat ottavat mobiililaitteilla työmaan valokuvia tai katsovat niistä digitaalisia piirustuksia. Yhä useampi työnjohtaja käyttää työssään mobiilisovelluksia myös turvallisuushavaintojen tekemiseen ja laadunhallintaan. Tietomalleja hyödynnetään määrälaskentaan, visualisointiin tai mittojen ottamiseen. Digitalisaatio ei korvaa kaikessa ihmisen tekemää työtä, mutta helpottaa sitä huomattavasti.

Infrarakentaminen on edelläkävijä digitalisaatiossa. Työlään käsin tehtävän mittaamisen avuksi ovat tulleet digitaaliset tietomallit ja paikannuslaitteet. Työkoneet keskustelvat tietomallien ja paikannuksen kanssa. Kuljettaja näkee ruudulta koko ajan ohjaimiseen tarvittavat tiedot. Työnjohto, suunnittelijat ja asiakkaatkin voivat seurata omilta koneiltaan laitteiden sijaintia ja töiden etenemistä. Digitalisaatio on parantanut työn laatua ja vähentänyt huomattavasti hukkatyötä.

Rakennetun omaisuuden tila (ROTI) 2017 raportin mukaan parhaat kehitysmahdollisuudet rakennusosalalla ovat luovan suunnittelun käytön ja digitaalisten ratkaisujen lisääminen. Digitaalisten ratkaisujen avulla pystytään parantamaan huomattavasti laatua rakentamisessa sekä edistämään kestävästä rakennettua ympäristöä. [6.]

Laki vaatii keräämään tiedot käytettyjen rakennusmateriaalien kelpoisuuksista. Rakennustiedolla on meneillään tähän Teho-hanke (kuva 2). Hankkeessa ovat mukana Rakennusteollisuus, tuotevalmistajat ja kauppa. Hankkeen tarkoituksena on luoda järjestelmä, johon dokumentoidaan rakennusmateriaalien tekniset ja käyttöturvallisuustiedot sekä materiaalien kelpoisuudet. Tietokannasta voi hakea tuotetietoja lukemalla mobiililaitteilla tuotteen viivakoodin. Sovellus näyttää tuotteen perustiedot ja siihen liitetyt dokumentit. Hankkeella on arvioitu tehtävän 100 miljoonan euron säästöt vuositasolla, josta työajan säästö on 20 milj. €. Tietokanta antaa mahdollisuuden mm. suoran viittauksen tietomallista tuotteen teknisiin tietoihin. [7.]



Kuva 2. Teho-väylän konsepti [7].

Syksyllä 2017 Lontoossa on ollut runsaasti rakennusalan digitalisaation seminaareja. Keskeinen tavoite rakennusalan digitalisaatiossa on pyrkiä tekemään maailmasta digitaalinen kopio. Tämän avulla kustannukset pienenevät, saadaan tehokkuutta rakentamiseen ja parannettua työturvallisuutta. [45.]

2.3 Esineiden internet rakennusalalla

Esineiden internet eli IoT (*Internet of Things*) on yksi tärkeimmistä rakennusalan digitalisaation osa-alueista. Tulevaisuudessa tullaan luomaan älykkäitä esineitä, jotka keskustelevat keskenään ja luovat arkea helpottavan kokonaisuuden käyttäjille. [8.]

IoT-tekniikassa vain mielikuvitus on rajana. Merkittävänä osa-alueena tulee olemaan etävalvonta, etähallinta, optimointi ja etäpäivitykset. Edellä mainittuja asioita on ollut aiemminkin, mutta nyt tulee mukaan pilvipalvelut, big-data ja data-analytiikka. Historiallista ja reaaliaikaista dataa voidaan analysoida ja hyödyntää. Tuotteista tulee myös itseoppivia ja -korjaavia. [9, s. 61.]

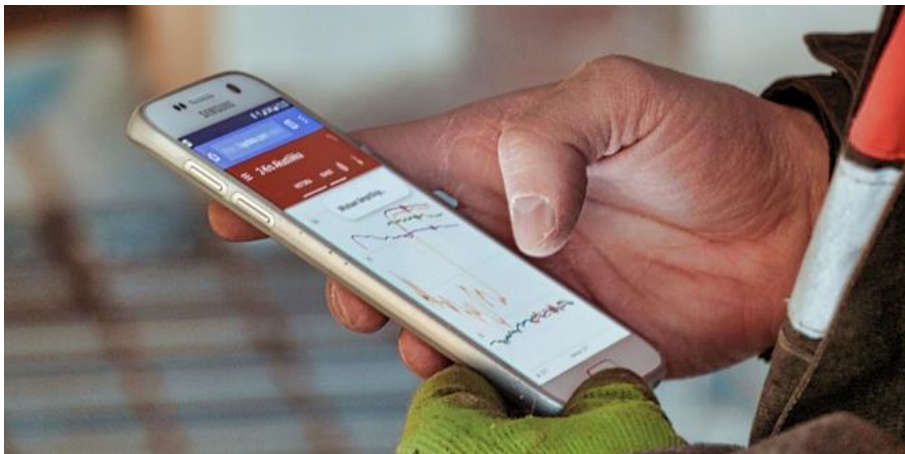
Suurin IoT-potentiaali on kiinteistöjen LVI-tekniikan etävalvonnassa yhdistettynä kulunvalvontaan ja turvallisuuteen. Reaaliaikainen tiedonkeruu vähentää tarvetta käydä paikan päällä. Analytiikka voi paljastaa nopeasti vesivuodon tai lämmitysenergian hukan. Vahinkoja ja terveyshaittoja voidaan torjua ennen kuin niitä ehtii syntyä. [9, s. 166–117.]

Tulevaisuuden rakennus on eräänlainen alusta, jonka käyttöpäätteenä toimii mobiililaitte. Rakennus automaattisesti säätää ilmastin tai lämpötilan sen mukaan miten paljon ihmisiä tilassa on. Tulevaisuuden talo osaa itse tarkastaa onko sähkölaitteita jäänyt päälle ja tietää milloin ihmiset palaavat töistä kotiin.

IoT-tekniikkaa voidaan hyödyntää myös laitteisiin kiinnitettävillä antureilla, joista saadaan reaaliaikaista tietoa niiden sijainnista, vioista ja käyttökapasiteeteista. Tätä tekniikkaa voidaan hyödyntää esimerkiksi koneiden ennakkohuollossa.

Luja konserniin kuuluva Lujabetoni on kehittänyt betonirakenteiden kosteudenhallintaan mittausjärjestelmän, joka perustuu IoT-tekniikkaan. Luja SmartConcrete (kuva 3) sisältää anturijärjestelmän, sekä pilvipohjaisen mittauspalvelun, joka mahdollistaa reaali-

liaikaisen kosteusmittauksen betonirakenteista. Tekniikka mahdollistaa reaaliaikaisen rakenteen suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mittaamisen. Anturit asennetaan betonivaluun valuvaiheen jälkeen Lujabetonin patentoimalla tekniikalla. Työnjohtajien ei tarvitse erikseen käydä tekemässä mittauksia paikan päällä, vaan he näkevät tulokset suoraan mobiililaitteista. Järjestelmä on täysin langaton ja antureiden akut ovat vaihdettavissa. Järjestelmä palvelee kosteudenhallintaa rakennusvaiheen lisäksi myös rakennuksen käytön aikana. Kosteusongelmat voidaan havaita ennen niiden muodostumista sisäilmaongelmiksi. [12.]



Kuva 3. SmartConcrete-mittausta mobiililaitteella [12].

Toisena esimerkkinä esineiden internetin käytöstä on uuden lastensairaalan työmaalla pilottikäytössä oleva IoT-anturitekniikka. Sähkövirran kulutus, työmaan kosteus- ja lämpötilaseuranta on kytketty esineiden internetiin. Seuranta tapahtuu mobiililaitteiden välityksellä ja anturit eivät tarvitse erillisiä kaapelointeja. Anturit sisältävät antennin, mittausanturin, radiolähtetimen sekä akun. IoT-laitteet ovat lähes huoltovapaita. Anturit mahdollistavat sen, että käsikäyttöisiä mittalaitteita ei tarvitse käyttää ympäri työmaata (kuva 4). [10, s.12.]



Kuva 4. Lastensairaalan työmaan analytiikkaa [11].

Kolmantena esimerkkinä esineiden internetistä rakennusalalla on Abloy:n kehittämä Pulse-ratkaisu ovien lukitukseen. Siihen sisältyy ohjelmoitavat avaimet, lukot ja pilvi-pohjainen hallinnointi. Tämä mahdollistaa sen, että kulkuoikeudet voidaan päivittää uudelleen etähallinnan avulla, jos avain häviää tai asukkaat vaihtuvat. Energia lukoille syntyy ovien työntöliikkeestä. [13.]

2.4 3D-tulostus ja robotiikka rakennusalalla

Fimatec julkaisi toukokuussa 2017 3D-tulostimen elementtitehtaisiin. Tulostin tekee elementin kuoret ja eristeen sekä raudoittaa elementin [14].

Drone-koptereiden hinnat ovat pudonneet. Niitä käytetään rakennustyömaan edistymisen seurannassa, vaikeissa maasto-olosuhteissa tai paikoissa ja niillä luodaan esityksiä mm. asuntomyyntiä varten. Dronit ovat auttaneet kolmiulotteisen pistepilvimittauksen yleistymistä. Yleisin ja monipuolisin laite pistepilvimittaukseen on 3D-laserkeilaus. Pistepilvi tarkoittaa digitaalista kopiota todellisesta olemassa olevasta kohteesta.

Suomessa rakennusalalla robotteja on vielä lähinnä rakennustuoteteollisuuden käytössä. Englannissa robotteja käytetään jonkin verran työmailla. Construction Robotics on kehittänyt robotin, joka pystyy muuraamaan kolmetuhatta tiiltä päivässä (kuva 5). Tuotavuus voi olla jopa viisinkertainen ihmistyöhön nähden. [15.]



Kuva 5. Sam-robotti muuraa työmaalla [15].

2.5 Virtuaalitekniikka

Virtuaalitekniikka on enimmäkseen tuttua pelimaailmasta tai elokuvien katselusta. Rakennusalalla virtuaalitekniikkaa käytetään asuntojen myynnissä.

Mahdolliset ostajat pääsevät näkemään kohteen juuri sellaisena, kun se tulee olemaan. Ostajat pääsevät myös testaamaan virtuaalisesti eri väri- ja materiaalivaihtoehtoja. Nykyään virtuaalitekniikan avulla voidaan availia, vaikka kaapin ovia. [16.]

Lähitulevaisuudessa virtuaalitekniikkaa tullaan hyödyntämään rakennustyömailla. Virtuaalitekniikan avulla pystytään havainnollistamaan tietomalleja ihan eri tasolla. 3D-kuvia ei enää katsota ruudulta, vaan ihminen itse kävelee virtuaalilasit päässä tietomallin sisällä.

2.6 Digitalisaation haasteet

ROTIn mukaan uudet digitaaliset palvelut perustuvat suurten tietomassojen käsittelyyn ja reaaliaikaisten tietojen hyödyntämiseen. Tietomäärien kasvaessa asettaa se vaati-

muksia tiedonsiirtonopeuksille ja tallennuskapasiteetille. Järjestelmien riittävyys ja luotettavuus korostuvat. Sovellus- ja palvelukehitykselle avainasemassa ovat rajapintojen avoimuus ja tiedon jakaminen. [2.]

Varsinkaan pienillä yrityksillä ei ole välttämättä riittävää ja resursseja tietotekniikan laajempaan hyödyntämiseen. Kokonaisymmärrys saattaa olla puutteellista esimerkiksi tietoturvassa. Yksittäisen laitteen heikko suojaus esimerkiksi rakennusautomaatiossa saattaa mahdollistaa pääsyn suuriin taustajärjestelmiin.

Yhtenä suurena haasteena voidaan pitää sitä, ettei tunnisteta digitalisaation tuomia hyötyjä ja mahdollisuuksia. Varsinkaan digitalisaatiosta saatavaa taloudellista hyötyä ei osata nähdä. Digitalisoituminen aiheuttaa alussa merkittäviä investointikustannuksia, joka on haasteellista. Digitalisaatio menee niin kovaa kyytiä eteenpäin, että yritysten digitalisoituminen saattaa vanhentua nopeasti, mikäli alaa ei seurata koko ajan.

3 Tietomallintaminen

Rakennusalalla on tehty kolmiulotteisia malleja jo ennen tietokoneiden keksimistä. Arkkitehdit tekivät rakennuksista pienoismalleja, jotka havainnollistivat tulevaa rakennusta. [17, s.12.]

3.1 Yleistä tietomallista

Rakennuksen tietomalli BIM (englanniksi *Building Information Model*) on digitaalisessa muodossa oleva kokonaisuus rakennuksesta ja koko rakennusprosessin elinkaaresta. Rakennuksen tietomalli sisältää geometriatiedon lisäksi osien ominaisuustietoja ja osien välisiä yhteyksiä toisiinsa. [17, s.13.] Tietomallintaminen on kolmiulotteista suunnittelua jolloin rakenneosat näyttävät juuri samanlaisilta, kun ne näyttävät todellisuudessa.

Tietomallintamisen tavoitteena on tehostaa suunnittelua, nostaa rakentamisen laatua ja tuottavuutta, antaa elinkaaren hallintaan toimivia työkaluja sekä saada lisäarvoa asiakasrajapintaan [18, s.11].

Kaksiulotteiseen piirustukseen verrattuna tietomalli sisältää huomattavasti paljon enemmän tietoa. Tietomallissa voi olla esimerkiksi informaatiota lujuslaskelmista, ääneneristyksestä, materiaalien valmistajista, eri materiaaleista. Kaikki oleellinen tieto on koottuna tietomalliin. Aiemmin kaikki sama tieto oli pirstaleina eri paikoissa ja tiedon etsimiseen meni aikaa. Mallintaminen liittää yhteen suunnittelussa, tuotevalmistuksessa, rakentamisessa, rakennuksen käytössä ja ylläpidossa tarvittavat tiedot (kuva 6).

Tietomallin ulottuvuudet voidaan jakaa eri osiin:

- ✓ 2D-malli (x, y): digitaaliset piirustukset
- ✓ 3D-malli (x, y, z): virtuaalisuus
- ✓ 4D-malli: 3D+aikaulottuvuus
- ✓ 5D-malli: 3D+aikaulottuvuus+kustannustieto
- ✓ 6D-malli: energia-analyysit
- ✓ 7D-malli: rakennuksen elinkaaren ylläpito. [46.]



Kuva 6. Tietomallitieto rakennusprosessissa [19].

3.2 Tietomallien formaatit

Tietomalleja tehdään erilaisilla ohjelmilla. Eri valmistajien ohjelmat tallentavat tiedostot erilaisiin tiedostomuotoihin ja ne eivät monestikaan ole yhteensopivia keskenään. Tällaista mallinnusohjelmiston omaa tiedostomuotoa kutsutaan natiivimalliksi. Esimerkiksi ArchiCADin tallennusmuoto on *.pln ja Tekla Structure *.db1.

Tiedostomuotojen yhteensopimattomuus voi joissain tapauksissa muodostua haasteelliseksi. Tiedostoja siirretään eri tahojen välillä ja käyttäjillä on käytössään erilaisia ohjelmia. Yhteensopimattomuus ongelman poistamiseksi kehitettiin tiedonsiirtoon yhteinen formaatti IFC (*Industry Foundation Classes*).

IFC:n kehitys alkoi vuonna 1995 amerikkalaisen yrityksen International Alliance for Interoperability:n toimesta (IAI). Building SMART International jatkaa nykyään IFC:n kehitystä. IFC:n periaate on se, että suunnitteluohjelma muuttaa oman tiedostomuodon IFC-muotoon. IFC-tiedosto lähetetään ja vastaanottava ohjelma muuttaa IFC-muotoisen tiedoston jälleen ohjelman omaan muotoon. Kun ohjelmistoihin on toteutettu IFC-rajapinnat, voidaan niillä lukea ja kirjoittaa IFC-muotoisia tietomalleja. IFC-mallia

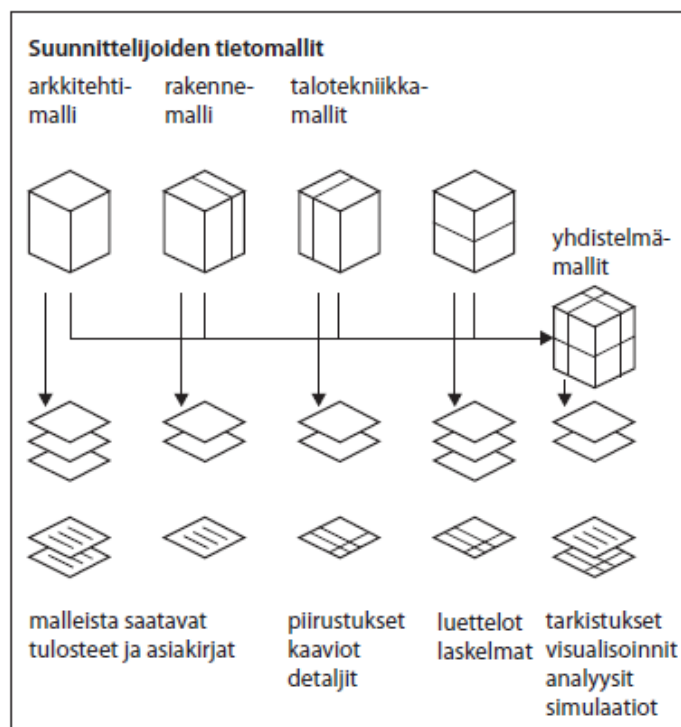
käytetään mm. mallien yhteensovittamiseen, törmäystarkasteluun, määrälaskentoihin ja mallien havainnollistamiseen.

3.3 Yhdistelmämallit

Arkkitehti-, rakenne-, geo-, sähkö- ja talotekniikkasuunnittelijat tekevät kohteesta omat mallinsa. Ennen hanketta määritellään yhteinen projektikoordinaatisto, jotta mallien yhdistäminen onnistuu.

Tietomallintamisessa suositellaan käytettäväksi tietomallikoordinaattoria, joka vastaa teknisestä hallinnoimisesta ja hankkeen koordinoimisesta. Tietomallikoordinaattori vastaa eri suunnittelijoiden tekemien mallien yhteensovittamisesta sekä aikataulusta

Eri suunnittelijoiden tekemät mallit kootaan yhdistelmämalliksi (kuva 7). Yhdistelmämallista tehdään törmäys, päällekkäisyys ja ristiin tarkistuksia.



Kuva 7. Suunnittelijoiden tietomallit yhdistelmämalliksi [20].

3.4 Tietomallien hyödyntäminen rakennustyömaalla

Tietomalleja on käytetty enimmäkseen suunnittelussa, mutta ne ovat kuitenkin jo saavuttaneet työmaatasonkin.

Älypuhelimille ja tableteille on saatavilla useita erilaisia sovelluksia tietomallien katselamiseen. Ilmaisista sovelluksista on riisuttu usein tärkeitä ominaisuuksia pois, mutta niillä on mahdollista perehtyä tietomallien käyttöön.

Keskeisiä tietomallintamisen hyötyjä on se, että kaikki rakentamisen elinkaaren aikana tarvittava tieto löytyy yhdestä paikasta sekä tieto on saatavilla ja haettavissa helposti [18, s.11].

Rakentaja voi käyttää tietomallia työsuunnitteluun. Malleja voi kommentoida ennen varsinaista rakentamista esimerkiksi rakennettavuudesta, lohkojaosta ja työmaan vaiheistamisesta. Rakennustyömaalla visuaalinen tarkastelu on merkittävin mallien hyödyntämistapa. Havainnollistamista käytetään kohteeseen ja rakenteisiin perehtymiseen, työjärjestyksen suunnitteluun ja eri töiden yhteensovittamiseen. Visuaalinen tarkastelu helpottaa suunnitelmien tulkintaa.

Mikäli tietomallinnus on tehty riittävällä tarkkuudella, sitä voidaan käyttää määrälaskennassa. Määrät saadaan tietomallista nopeasti ja tarkasti. Määräluetteloita käytetään hankintaan ja pohjana alihankintatarjouspyyntöihin.

Tietomalleja voidaan hyödyntää 3D-aluesuunnitelman tekemiseen. Aluesuunnitelmasa tulee olla esitettyinä samat asiat, kuin perinteisessä 2-ulotteisessa aluesuunnitelmassakin. Aluesuunnitelma antaa tiedon tontista, rakennuksista, nosturien sijoittamisesta, varastointialueista ja kulkureiteistä. Aluesuunnitelma antaa kuvan siitä, miten työmaatoiminnot sijoitetaan työmaalla. 3D-aluesuunnitelman avulla voidaan tehdä virtuaalikierron työmaalla ennen todellista kierrosta [17, s.69]. 3D-aluesuunnitelma voi olla osana perehdytystä. Aluesuunnitelmaa muutetaan ja täydennetään rakentamisen edetessä. Muutokset ja täydentäminen ovat tietomallintamisen avulla helppo tehdä ja on saman tien kaikkien nähtävillä. 3D-aluesuunnitelmia voidaan tehdä esimerkiksi Revit Architect, Tekla Structures tai SketchUp ohjelmistojen avulla (kuva 8).



Kuva 8. Aluesuunnitelma, joka on tehty tietomallintamisella [21].

Tietomallia voidaan hyödyntää työturvallisuuden suunnittelussa. Tietomallien avulla voidaan käydä läpi elementtien asennussuunnitelmat, työaikaiset tuennat, suojaukset ja materiaalien varastoinnit [17, s.67].

Lisäksi tietomallintamista työmaalla käytetään tuotannon aikataulutukseen ja seurantaan sekä toteumatilanteen havainnollistamiseen. Tietomallilla voidaan esimerkiksi suunnitella ja simuloida rakennuksen rungon asennusaikataulua. Tietomallin avulla kaikki saavat hyvän tilannekuvan työmaan toiminnasta. Tietomallintamisen avulla rakentamisen laatu paranee.

4 Työnjohtajan keskeiset tehtävät rakennustyömaalla

Työnjohtajan vastuualue rakennustyömaalla on melko laaja. Työnjohtajan toimintaa ohjaavat yrityksessä olevat tavoitteet sekä toimintatavat, asetetut lait, asetukset ja ohjeet.

4.1 Työturvallisuus

Työnjohtajan yksi tärkeimmistä tehtävistä on työturvallisuuden valvonta, ohjeistus ja noudattaminen. Työturvallisuus on tarkkaan säädetty Suomen laissa.

Rakennushankkeessa on rakennuttajan, suunnittelijan, työnantajan ja itsenäisen työsuorittajan yhdessä ja kunkin osaltaan huolehdittava siitä, ettei työstä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville eikä muille työn vaikutuspiirissä oleville henkilöille [22, § 3].

Työturvallisuuteen työmaalla kuuluu yleiset työturvallisuusperiaatteet, eri työvaiheiden työturvallisuus, henkilösuojainten käyttö, vaarallisten materiaalien säilytys ja käyttö sekä paloturvallisuus. Työturvallisuuteen kuuluu myös työmaan turvallisuussuunnittelu ja työturvallisuuden seuranta sekä yleinen siisteys työmaalla.

Päätoteuttajan on tehtävä ennen rakennustöiden aloittamista kirjallisesti työturvallisuutta koskevat suunnitelmat, joiden mukaan työt, työvaiheet ja niiden ajoitus järjestetään mahdollisimman turvallisiksi ja ettei niistä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville ja muille työn vaikutuspiirissä oleville. Tällöin päätoteuttajan on riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava työmaan yleisistä työtehtävistä, työolosuhteista ja työympäristöstä aiheutuvat rakennustyön vaara- ja haittatekijät. Vaara ja haittatekijät on poistettava asianmukaisesti sekä milloin niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työmaalla työskentelevien ja muille työn vaikutuspiirissä olevien turvallisuudelle ja terveydelle [22, § 10.].

Työnjohtajan työturvallisuuteen liittyvät tehtävät jakautuvat työmaalla liittyvään valvontaan, työntekijöille ja alihankkijoille opetettaviin asioihin sekä itse rakennustöiden suunnitteluun. Työturvallisuuden parantaminen lisää viihtyvyyttä ja turvallisuutta työmaalla sekä vähentää sairauspoissaoloista syntyneitä kuluja. Työturvallisuutta lisätään myös tietomallintamisen avulla esim. kaiteiden paikkojen ja aukkosuojausten suunnittelulla.

4.1.1 Perehdytys

Perehdyttämisessä annetaan työntekijälle ohjeet työturvallisuudesta, kerrotaan työmaan pelisäännöt ja erityisolosuhteet. Perehdyttämisvastuu yhteisillä rakennustyömaila kuuluu pääurakoitsijalle, jollei ole toisin sovittu.

Perehdytys on määritelty työturvallisuuslaissa ja -asetuksessa.

Työntekijä perehdytetään riittävästi työhön, työpaikan työolosuhteisiin, työ- ja tuotantomenetelmiin, työssä käytettäviin työvälineisiin ja niiden oikeaan käyttöön sekä turvallisiin työtapoihin erityisesti ennen uuden työn tai tehtävän aloittamista tai työtehtävien muuttuessa sekä ennen uusien työvälineiden ja työ- tai tuotantomenetelmien käyttöön ottamista [23, § 14].

Päätoteuttajan on huolehdittava perehdyttämällä ja opastamalla siitä, että kaikilla yhteisen rakennustyömaan työntekijöillä on riittävät tiedot turvallisesta työskentelestä ja että he tuntevat kyseessä olevan rakennustyömaan vaara- ja haittatekijät sekä niiden poistamiseen tarvittavat toimenpiteet [22, § 3].

Perehdytys tulee aina tehdä ennen varsinaisen työn aloittamista. Perehdytystä täydennetään tarpeen mukaan projektin aikana. Perehdyttämisen tärkein sisältö on työturvallisuus. Perehdytyksessä on hyvä käydä läpi rakennuskohteen perustiedot sekä kohteeseen liittyvät muut toiminnot ja erityispiirteet. Erityispiirteenä voidaan pitää esimerkiksi vanhainkotiä rakennustyömaan välittömässä läheisyydessä. Uuden työntekijän tulee tietää pääurakoitsijan organisaatio sekä työmaan valvontaorganisaatio.

Yrityksissä työmaiden turvallisuus- ja toimintaohjeista on yleensä tehty opas, joka annetaan perehdytyksen yhteydessä. Perehdytykseen kuuluu oleellisesti työmaakerros, jossa työntekijälle annetaan opastus työmaan aluesuunnitelmaan sekä työmaan eri tilojen sijaintiin. Työmaakerroksella saadaan alkukäsitys työmaan olosuhteista ja siellä työskentelevistä ihmisistä. Perehdytyksessä täytetään myös perehdytyslomake, tarkistetaan työturvallisuuskortin ja mahdollisen tulityöluvan voimassaoloajat. Harmaan talouden kitkemiseksi veronumeron oikeellisuus myös tarkistetaan. Tietomalleja voidaan käyttää perehdytyksessä visuaalisena apuvälineenä.

4.1.2 Työturvallisuusmittaus

TR-mittaus on talonrakennusalan työkalu viikoittaiseen työturvallisuustason mittaamiseen. Menetelmä kehitettiin 1990-luvulla Rakennusteollisuuden ja Työterveyslaitoksen yhteistyönä. Kehitystyöstä syntyi talonrakennustyömaan turvallisuustason mittausohjeistus, Ratu 309-L.

TR-mittarilla havainnoitavat asiat ovat:

- ✓ tikkaat, telineet ja kulkusillat
- ✓ putoamissuojaukset
- ✓ koneet sekä välineet
- ✓ työmaalla työskentely
- ✓ työmaan sähkö ja valaistus
- ✓ järjestys työmaalla
- ✓ työmaan pölyisyys [24].

TR-mittauksen suorittaa yleensä työsuojelupäällikkö, vastaava mestari, työnjohtaja tai työmaainsinööri. Mittaukseen pitäisi osallistua myös työntekijöiden edustaja. Tarkastuksessa käytetään vakiolomaketta, johon merkataan, onko mitattava asia kunnossa vai korjattava. Yksi merkintä vastaa yhtä havaintoa. Havaintoja täytyy olla riittävästi ja vastata todellista tilannetta. Isoilla työmailla havaintojen määrä saattaa nousta satoihin. Havaintokierroksen jälkeen lasketaan TR-taso. Laskennassa oikein tehdyt havaintomäärät jaetaan kaikilla havaintomäärillä ja saatu tulos kerrotaan 100:lla. Tästä saadaan turvallisuustaso prosentteina. Puutteet ja virheet ilmoitetaan vastuuhenkilölle joka korjaa ne. Liitteessä 1 on kuvattu TR-mittauksen hyväksymisperusteet.

TR-mittauksessa olennaista on se, että sillä tarkistetaan ja ohjataan työturvallisuutta. Mittaus pitää olla totuudenmukaista eikä lukuja saa vääristellä näyttämään hyviltä. MVR-mittaus on periaatteeltaan samanlainen, kuin TR-mittaus mutta se on suunnattu maa- ja vesirakennustyömaille.

MVR-mittarilla mitataan:

- ✓ koneenkäyttö ja työskentely
- ✓ työmaan suojaus ja varoalueet
- ✓ työmaan kulku- ja ajoväylät
- ✓ varastointi sekä järjestys
- ✓ kalustot.

4.2 Laatujohtaminen

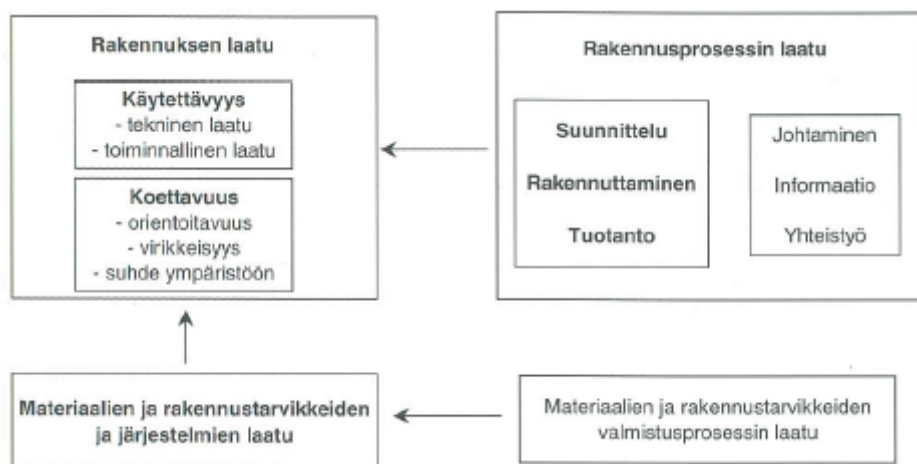
Laatu käsitteenä ymmärretään usealla eri tavalla.

Laatua määritellään:

- ✓ käyttäjän kannalta hyödykkeen soveltuvuus käyttöön
- ✓ nykyisten ja tulevien tarpeiden täyttäminen
- ✓ hyödykkeen ominaisuus jotka täyttävät asetetut vaatimukset
- ✓ arvo, joka tuotteesta tai palvelusta saadaan suhteessa hintaan ja toimitusaikaan [25, s. 6].

Rakentamisen laatu jaetaan rakennuksen laatuun sekä rakentamisprosessin laatuun eli toimintaan. Tyypillisesti rakennuksen laatu on sitä, miten hyvin se täyttää vaatimukset käytettävyydelle ja koettavuudelle.

Rakennusprosessin laatu on johtamisen, informaation ja yhteistyön laatua. Rakennusprosessi on yhteistyötä rakennuttajan, suunnittelijoiden, materiaalivalmistajien, urakoitsijoiden, viranomaisten ja loppukäyttäjien kanssa [25, s.27]. Kuvassa 9 on kuvattu rakentamisen laadun osatekijät.



Kuva 9. Rakentamisen laadun osatekijät [25, s.26].

Lopputuotteen laadun elementit ovat valmistus, suunnittelu, ympäristökeskeisyys ja asiakkaan havaitsema suhteellinen laatu.

Rakentamisen vaatimustasot ovat viime vuosina kiristyneet huomattavasti. Tähän ovat vaikuttaneet uudet materiaalit, kosteudenhallinta ja siihen liittyvät vuosia jatkuneet homeongelmat. Kiristyneet aikataulut ovat tuottaneet laatuvirheitä.

Laatu ei ole pelkästään tuotteen virheettömyyttä vaan se on kokonaisvaltaista liikkeenjohtamista. Laatujohtamisen lisäksi tarvitaan hyvää laatutekniikka ja työkaluja joilla kaikki voivat varmistaa työnsä laadun.

Useissa eri tutkimuksissa on tutkittu rakentamisen virhekustannusten suuruutta. Virheiden kustannukset ovat vaihdelleet 0,5-9 % rakennuskustannuksista. Täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että tulokset ovat suuntaa antavia. [25, s. 31.]

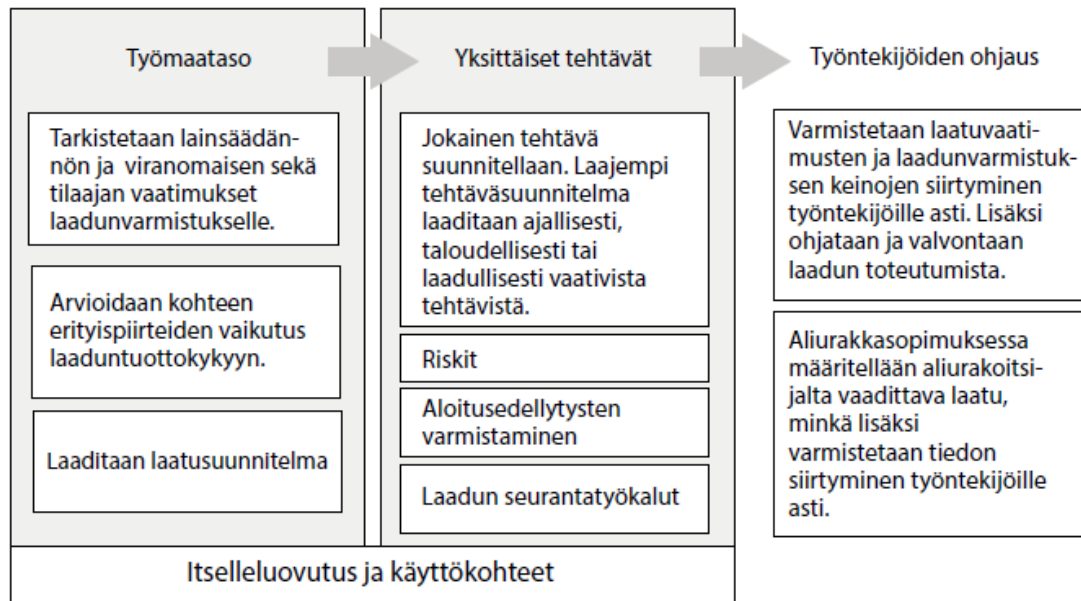
Laadunvarmistuksen dokumentoinnissa tulee varmistaa, että työsuoritusten ja rakenteiden oikea laatu voidaan todentaa jälkikäteen. Ennen dokumentointia on yksilöitävä vaadittavat laatudokumentit. Dokumentointiin liittyy myös se, miten dokumentoidaan. Tähän liittyy tarkastusten sisältö, vaatimukset, tarkastusten tulos, korjaavien toimenpiteiden suoritus, ajankohta ja osallistujat.

4.2.1 Laadunvarmistus työmaalla

Rakennustyömaalla laatu on valmistuskeskeistä laatua. Tämä tarkoittaa sitä, että rakennus on yhtenevä suunnitelma-asiakirjojen vaatimusten suhteen. Työmailla suoritetaan erilaisia laadunvarmistustoimenpiteitä, joilla varmistetaan laadun täytyminen. Laadunvarmistustoimenpiteitä ovat esimerkiksi laaduntarkastukset ja erilaiset mittaus-toimenpiteet. [25, s. 38.]

Dokumentointi on yksi oleellinen osa laadunvarmistusta. Dokumentoinnin avulla kirjataan puutteet sekä virheet ja käynnistetään toimenpiteen heti niiden korjaamiseksi. Dokumentit arkistoidaan ja ne on oltava kaikkien osapuolten nähtävillä.

Rakennustyön laatua on myös, että työ tehdään aikataulussa ja pysytään kustannuksissa. Rakennustöiden laatuun kuuluu oleellisena osana työturvallisuus ja se, että noudatetaan hyvää rakennustapaa. Kuvassa 10 on kuvattu tärkeimmät urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet.



Kuva 10. Tärkeimmät urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet [26].

4.2.2 Tarkastusasiakirja

Maankäyttö- ja rakennuslaki edellyttää rakennustyön tarkastusasiakirjaa. Tarkastusasiakirjassa esitetään suunnitelma työmaan laadunhallinnasta. Tarkastusasiakirja helpottaa sekä yhtenäistää rakentamisen valvontaa ja asiakokonaisuuksien kirjaamista. Tarkastusasiakirjassa kuvataan ne työvaiheet, joista laadunvarmistuksen dokumentointi tehdään.

Rakentamisen asianmukaisen toteuttamisen varmistamiseksi ja tarkastusten todentamiseksi rakennustyömaalla pidetään rakennustyön tarkastusasiakirjaa. Siihen tehdään merkinnät katselmuksista, viranomaisen toimittamista tarkastuksista sekä yksityisen vastattaviksi määräytyistä työn suorituksen tarkastuksista [27].

Tarkastusasiakirjaan laitetaan ainakin rakennuksen turvallisuuden, terveellisyyden sekä pitkäaikaiskestävyyden kannalta tärkeimmät tarkastukset. Keskeisiä dokumentoitavia asioita ovat kantavat rakenteet ja rakennustyön aikainen kosteudenhallinta.

Lisäksi tarkastusasiakirjaan merkitään eri työvaiheita koskevia tarkastuksia. Kaikki tarkastuksista syntyneet dokumentit liitetään tarkastusasiakirjaan.

4.2.3 Laadunvarmistusmatriisi ja tehtäväsuunnitelma

Laadunvarmistusmatriisi (kuva 11) on keskeinen laadunhallinnan työkalu. Matriisiin määritellään erityisvalvottavat tehtävät ja ne toimenpiteet, miten laadunvarmistusta tehdään.

Tehtäväsuunnitelman tarkoitus on suunnitella, ohjata ja valvoa tulevia tehtäviä. Tehtäväsuunnitelma tulee tehdä vähintään niistä töistä, jotka on määritelty laadunvarmistusmatriisiin. Tehtäväsuunnitelma tehdään yleensä niistä tehtävistä, jotka ovat aikataulultaan ja kustannukseltaan merkittäviä. Tällaisia tehtäviä ovat esimerkiksi rakennuksen rungon pystytys, vesikatot ja märkätilojen lattiat. [26, s. 21–22.]

Systemaattisen tehtäväsuunnittelun on todettu vähentävän merkittävästi kustannus-, aikataulu-, ja laatupoikkeamia. Vaikutus perustuu ennakkosuunnittelun voimaan sekä tavoitteisiin sitoutumiseen suunnittelun myötä.

Laadunvarmistusmatriisi									
Aikataulu-tehtävä	Laadunvarmistustoimi								
	Tehtäväsuunnitelma	Aloituspäivä	Mallityö	Tarkemittaus	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
Ikkuna-asennus		X	X	X					X
Väliseinätyö		X	X			X			X
Tasoite ja maalaus		X	X		X	X	X		X

Kuva 11. Esimerkki laadunvarmistusmatriisista [26, s.18].

Tyypillisiä tehtäväsuunnittelun virheitä ovat: niitä tehdään liian vähän, suunnitelmia tehdään liian myöhäisessä vaiheessa ja tehtäväsuunnitelmia tehdään vähemmän tärkeistä ja helpoista työlajeista. Myöskään tehtäväsuunnitelman laatuvaatimuksia ei ole yksilöity eikä suunnitelmien tiedot välity työntekijöille.

4.2.4 Mestan vastaanotto ja mallityö

Mesta tulee tarkistaa ja vastaanottaa, jotta laatua voidaan hallita. Mestan vastaanotto tapahtuu silloin, kun työvaihe on saatu valmiiksi. Mestan vastaanotto on tärkeää, koska edellisten työvaiheiden vaikutus voi olla suuri seuraavin työvaiheisiin. Laatuvirheet voivat kertaantua ja niitä on myöhemmin vaikeita korjata. Isoissa kohteissa pidetään osavastaanottoja esimerkiksi rapuittain tai kerroksittain. Mestan vastaanotoista pidetään pöytäkirjoja, joihin merkataan mahdolliset puutteet ja ajankohta korjauksille.

Mallityön tarkoituksena on määritellä työn laatutaso malliksi ja siinä puututaan havaittuihin virheisiin. Havaitut virheet tai poikkeamat korjataan haluttuun laatutasoon ja mallityö hyväksytään referenssiksi seuraaville kohteille. Ensimmäinen työkohde tarkistetaan tekijän ja työnjohdon toimesta. Riippuen kohteesta tarkastukseen osallistuvat myös valvoja, arkkitehti ja suunnittelija. [26, s.28.]

Kun urakoitsijan kanssa sovitaan mallityön tekemisestä, niin vältytään myöhemmin vaaditun laadun poikkeamilta.

4.2.5 Työvaiheen tarkastus ja Itselleluovutus

Työvaiheen tarkastuksella varmistetaan, että kohdetta tehdään sopimusten ja suunnitelmien mukaisesti. Työtä verrataan annettuihin laatuvaatimuksiin ja mallityöhön. Osavastaanotossa tehdään tarkastusmittauksia. Virheet ja puutteet kirjataan ylös ja sovitaan korjauksista.

Itselleluovutus tehdään ennen kuin kohde luovutetaan rakennuttajalle. Itselleluovutuksessa rakentaja asettaa itsensä tilaajan asemaan. Kohteesta tehdään virhe- ja puutelistat. Kohde voidaan luovuttaa eteenpäin, kun tarvittavat korjaustoimenpiteet on tehty. Viranomaistarkastukset ja katselmukset ovat osana laadunhallintaa rakennustyön aikana. Laadunvarmistukseen liittyvä dokumentaatio luovutetaan rakennuttajalle kohteen luovutuksen yhteydessä.

4.3 Ajallinen suunnittelu

Rakennushankkeen yksi keskeisimmistä osa-alueista on ajallinen suunnittelu ja sen ohjaaminen. Aikataulusuunnittelua varten tarvitaan paljon tietoa. Keskeisimmät tiedot ovat työsaavutukset, työmenekit sekä saatavilla olevat resurssit. Aikataulusuunnittelu alkaa hankesuunnitteluvaiheessa ja tarkentuu koko ajan, kun hanke etenee. [48 s.18-19.]

4.3.1 Yleisaikataulu

Yleisaikataulussa kuvataan rakennushankkeen työnkulku. Yleisaikataulu toimii ohjauksen mallina toteutukselle ja ajoitukselle sekä on lähtötietona resurssisuunnittelulle. Yleisaikataululla on toisistaan poikkeavia muotoja riippuen ajankohdasta, tarkkuustasosta ja käyttötarkoituksesta. Yleisaikataulun eri muotoja ovat: alustava yleistaulu, sopimusyleistaulu sekä työaikataulu. Työaikataulun nimi työmaalla on usein yleisaikataulu. [48 s.30.]

4.3.2 Rakentamisvaiheaikataulu

Rakentamisvaiheaikataulu tehdään jollekin 2-6 kuukauden ajanjaksolle tai rakentamisvaiheelle. Rakentamisvaiheaikataululla varmistetaan työaikataulun saavuttaminen. Rakentamisvaiheaikataulu laaditaan työmaalla ja se toimii työmaan keskeisenä ohjausvälineenä. Aikataulussa kuvataan tehtävät, tehtävien kestot, työryhmien koot, työmenekit, riippuvuudet ja ajoitukset. [48 s. 31-33.]

4.3.3 Viikkoaikataulu

Työnjohtajat tekevät viikkoaikataulun kolmeksi viikoksi eteenpäin. Ensimmäinen viikko suunnitellaan kaikista tarkimmin. Vastaava työnjohtaja sovittaa viikkoaikataulut yhteen. Viikkoaikataululla varmistetaan työmaan tavoitteiden toteuttaminen. Viikkoaikataulun toteutuminen vaatii sitä, että kaikki työn tekemisen edellytykset ovat kunnossa. Keskeisimmät edellytykset ovat: resurssit, aika, materiaalit, työkohteet, suunnitelmat ja kalustot. [48 s. 34.]

4.4 Hankinnat ja kustannusseuranta

Rakennushankkeessa hankinnalla tarkoitetaan työn, materiaalin ja palvelujen ostamista. Varsinkin suurissa rakennusliikkeissä on oma hankintaosasto, joka osallistuu taloudellisesti merkittäviin hankintoihin. Hankinnat kilpailutetaan ja valitaan hinnaltaan ja laadultaan parhaat vaihtoehdot. Hankintoihin vaikuttavat oleellisesti myös saatavuus ja toimitus työmaille.

Vastaava työnjohtaja vastaa työmaille hankinnoista ja sopimuksista. Tyypillisesti rakennusliikkeet tekevät tavarahankinnoista vuosisopimukset. Vastaavasti erilaiset työ ja palveluhankinnat ovat rakennusliikkeissä pitkälti työmaiden vastuulla. Tyypillisiä palveluhankintoja ovat erilaiset konepalvelut sekä lämmitys ja sähköistys.

Työnjohtajat hoitavat työmaiden pienhankinnat. Pienhankinnat hoidetaan tyypillisesti puhelimella siitä liikkeestä, johon sopimus on tehty. Tavaratoimittajat tuovat hankinnat suoraan työmaille. Työnjohtajat hoitavat myös hankintojen logistiikan ja varastoinnin. Logistiikan suunnittelu on erityisen tärkeää. Hyvällä suunnittelulla tehostetaan työmaan toimintaa ja alennetaan kustannuksia.

Rakennustyömaan yksi tärkeimpiä asioita on kustannusten seuranta ja hallinta. Urakalaskentavaiheessa tehdään hankkeelle kustannusarvio. Kustannusarviosta muodostetaan tavoitearvio, joka toimii lähtökohtana kustannushallinnalle. Tavoitearviossa kuvataan urakan tavoitteellisia kustannuksia. Syntyneitä kustannuksia seurataan ja verrataan tavoitearvioon koko hankkeen ajan. Syntyneiden kustannusten litterointi oikein on erityisen tärkeää, jotta saadaan oikea kuva syntyneistä kustannuksista. Kustannusseurannan avulla pyritään tekemään ohjausliikkeitä oikeaan suuntaan. Työmaalla vastaava työnjohtaja vastaa kustannusseurannasta.

4.5 Työnjohtajien kokoukset

Työmailla pidetään paljon kokouksia ja palavereita. Ne toimivat työmaalla tärkeinä viestintähetkinä ja yhteistyötilaisuuksina.

Urakkasopimuksissa työmaakokous määritellään viralliseksi kokoukseksi, joka pidetään 1-2 kuukauden välein. Kokoukseen osallistuvat rakennuttaja, pää- ja sivu-urakoitsijat sekä suunnittelijat. Työmaakokoukseen käsiteltäviä asioita ovat tyypillisesti suunnittelu, työtilanteet, tekniset asiat ja talous. Käsiteltäviä asioita ovat myös lisä- ja muutostyöt ja reklamaatiot.

Varsinkin suurilla työmailla urakoitsijapalavereita pidetään viikoittain. Palaverien tarkoitus on selvittää työmaalla olevia ongelmia, suunnitelmapuutteita, aikatauluja sekä eri urakoitsijoiden välistä yhteensovittamista. Palaverissa tehdään varmistukset rakennustöiden etenemisestä.

Mestarinpalavereissa käydään läpi työnjohtajien työvaiheet ja yhteensovittaminen. Keskeisiä asioita ovat aikataulu, resurssit, laatu, työturvallisuus ja työmaan erilaiset ongelmat.

5 Mobiiliohjelmistot

Lujatalolla on käytössä useita työnjohdolle suunnattuja mobiiliohjelmistoja. Ohjelmistot voidaan ryhmitellä niiden käyttötarkoitusten mukaan.

Laadunhallintaan ja työturvallisuuteen liittyvät ohjelmistot ovat KymppiPro, PhoneApp, TurvaApp, LujavireApp. Tähän ryhmään kuuluu myös Congrid, joka ei kuulu Lujatalon ohjelmistoihin, mutta on otettu työhön mukaan.

IFC-tietomallien katseluun tutkittavista ohjelmistoista kuuluu Tekla Field3D -sovellus.

Digitaalisten piirustusten ja mallien katseluun olevat ohjelmat ovat Acad 360 sekä BIMx.

Projektipankkeihin kuuluvat SokoPro ja kyselytutkimuksessa mukana oleva Builder.com.

Tiedostojen jakamiseen tutkittavista sovelluksista kuuluu Sharefile ja kalustohallintaan Työmaaweb.

5.1 Laitteet

Ohjelmien testausta suoritettiin älypuhelimella ja tabletilla.

Puhelin Samsung Galaxy Xcover 4 (kuva 12), muistia 16 Gt, käyttöjärjestelmänä Android 7.0 ja 4G-puhelinliittymä.

Tabletti Samsung Galaxy Tab A10.1 (kuva 12), muistia 16 Gt, käyttöjärjestelmänä Android 7.0 ja 4G-puhelinliittymänä.



Kuva 12. Ohjelmistojen testausalustat [28].

5.2 Mobiililaitteiden ohjelmistotyypit

Mobiililaitteiden ohjelmistotyypit voidaan jakaa kolmeen eri osa-alueeseen: natiivi-, web- ja hybridisovelluksiin.

5.2.1 Natiivisovellus

Natiivisovellus on ohjelma, joka on kehitetty käytettäväksi tietyssä alustassa tai laitteessa [29]. Tyypillisimpiä laitealustoja ovat Applen iOS, Googlen Android ja Windows Phone. Natiivisovelluksen suurin hyöty on sen suorituskyky. Laitteen ja alustan ominaisuudet saadaan hyödynnettyä ja optimoitua [30]. Sovellukset on myös helppo löytää sovelluskaupoista.

Haittapuolena on se, että eri alustat eivät ole yhteensopivia keskenään. Sovelluskehitys voi tulla kalliiksi, koska jokaiselle alustalle täytyy ohjelmisto tehdä erikseen. Lisäksi natiivisovellus vie mobiililaitteen tallennustilaa, koska se asennetaan laitteeseen.

5.2.2 Web-sovellus

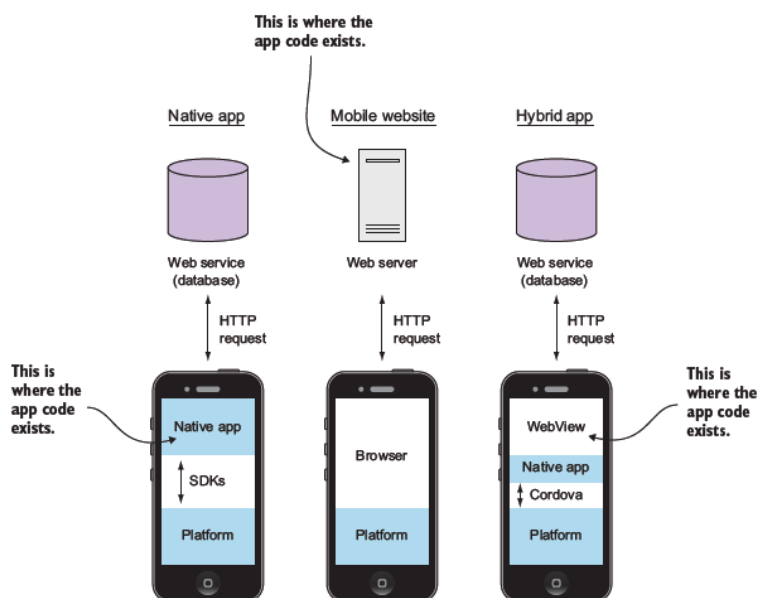
Web-sovellukset toimivat internet-selainten avulla. Hyvänä ominaisuutena on se, että sovellus toimii kaikilla alustoilla missä on vain internet-selain ja täten säästää myös kehittämiskustannuksia. Sovellus on internetin välityksellä ajan tasalla.

Huonoa web-sovelluksissa on se, että ne eivät voi hyödyntää puhelinten ominaisuuksia. Tästä syystä suurin heikkous onkin suorituskyky.

5.2.3 Hybridisovellus

Hybridisovellukset ovat natiivi- sekä web-sovellusten yhdistelmiä. Sovelluksessa yhdistetään natiivi- ja web-sovellusten parhaita puolia. Uudet kehitystyökalut, selainten ominaisuudet sekä laitteiden suorituskyvyn paraneminen ovat tehneet hybridisovelluksista kilpailukykyisiä. Natiivisovellukseen verrattuna ohjelmiston kehitys on nopeampaa ja helpompaa. Hybridisovellus ladataan sovelluskaupasta ja se näyttää ulkoasultaan natiivisovellukselta. [31.]

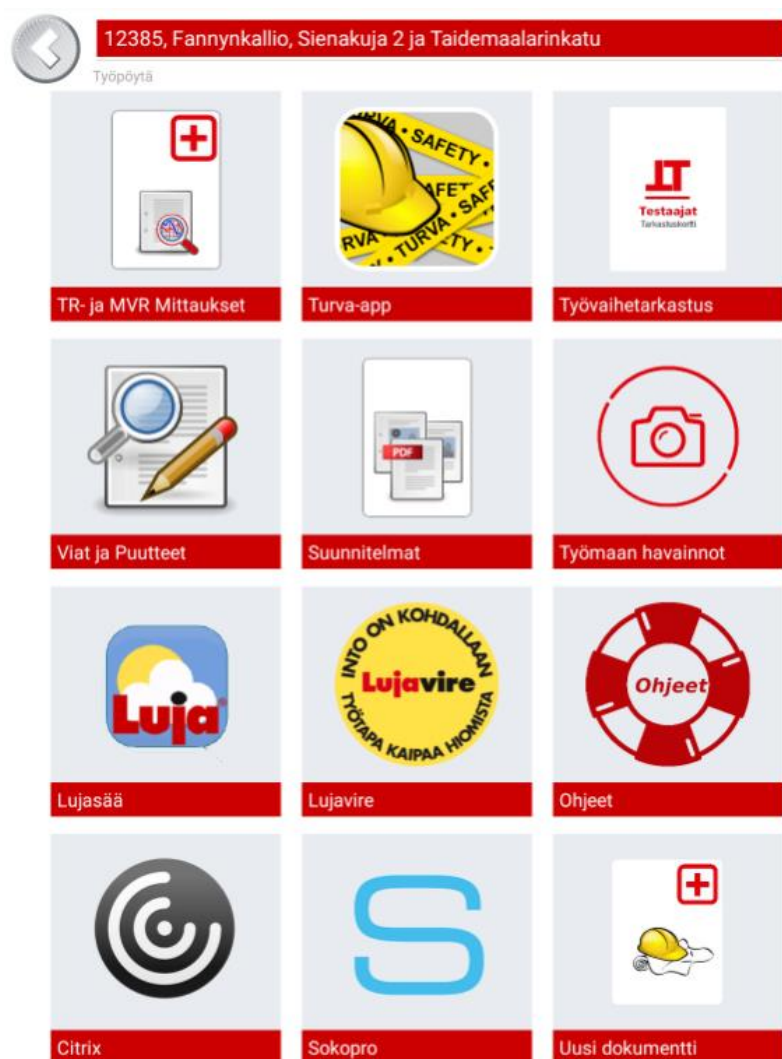
Kuvassa 13 on yhteenvetona sovellusten erot.



Kuva 13. Natiivi-, web- ja hybridi-sovellusten erot [32, s. 4].

5.3 KymppiPro

KymppiPro on Weego Softwaren kehittämä ohjelmisto. **Ohjelmalla tehdään turvallisuus- ja laadunvarmistusdokumentointia mobiililaitteilla.** KymppiPro on ladattavissa sovelluskaupasta ja on maksullinen. Ohjelmisto koostuu KymppiPro mobiilisovelluksesta ja nettipohjaisesta raportointityökalusta. Lujatalolla ohjelma toimii siten, että dokumentit tehdään mobiililaitteilla ja ne tallentuvat kohdetiedostoon, joka on eräänlainen yrityksen sisäinen projektipankki. Kuvassa 14 on kuvakaappaus KymppiPro:n etusivusta.



Kuva 14. KymppiPro:n etusivu

Ohjelmalla voi tehdä viikoittaiset TR- ja MVR-mittaukset digitaalisesti. Virhe- ja puutelistojen hallinnointia voi tehdä itselleluovutukseen, jälkitarkastukseen ja muihin tarkastuksiin. Digitaalisiin pohjapiirustuksiin voidaan suoraan merkata missä kohdin virhe tai puute on havaittu. Havaintoon voidaan lisätä valokuvia, tehdä selostus puutteesta ja lähettää puute vastuuhenkilölle. Vastuuhenkilö saa sähköpostin kohteen puutteista ja voi kuitata puutteet korjatuiksi. Havainnon tekijä voi seurata mobiililaitteeltaan onko puutteet korjattu. Virhe- ja puutelistojen täyttöön on mahdollista antaa oikeuksia myös Lujatalon ulkopuolisille henkilöille, kuten valvojille ja aliurakoitsijoille.

KymppiPro:ssa on eri työvaiheiden laadunmittauksiin omat laadunmittauskortit, joihin voi liittää valokuvia ja kommentteja. Sovelluksella voidaan tehdä erilaisia poikkeamailmoituksia. Poikkeamailmoitusten sisältö voi olla esim. suunnitelmapuute, aikatauluviiästä, sopimusvelvoitteen laiminlyönti tai resurssipuute.

KymppiPro:n keskeiset ominaisuudet:

- ✓ TR – ja MVR-mittaukset
- ✓ Työvaihetarkastus
 - Malliasennus
 - Työvaihetarkastus
 - Mestan tarkastus
 - Vastaanottotarkastus
- ✓ Virhe- ja puutelistat
 - Itselleluovutus
 - Jälkitarkastus
 - Muu tarkastus
- ✓ Dokumenttien tarkasteleminen
 - Suunnitelmat
 - Piirustukset
 - Muu dokumentaatio
- ✓ Poikkeamailmoitusten tekeminen
 - Aliurakoitsijalle
 - Tavaratoimittajalle
- ✓ Työmaan valokuvat
- ✓ Muistiinpanojen tekeminen

KymppiPro sovellukseen on integroitu linkit TurvaApp, Lujasää, Lujavire, Citrix ja So-koPro sovelluksiin helpottamaan keskeisten sovellusten löytymistä samasta paikasta.

5.4 PhoneApp

PhoneApp-sovelluksella (kuva 15) tehdään työmaan erilaisia havaintoja. Havainnot on jaoteltu lisä- ja muutostöihin, ympäristö- ja laatuhavaintoihin. Lisäksi sovelluksella voi tehdä poikkeamailmoituksia, dokumentoida tuotehyväksyntöjä ja valokuvia. Sovellus on selainpohjainen ja siihen tarvitaan erilliset käyttäjätunnukset ja salasanat. Käyttäjä pääsee tekemään havaintoja niille työmaille, joille hänellä on kulkulupaoikeus ja tunnukset ohjelmaan. Havainnot tallentuvat Lujatalon omaan kohdetiedostojärjestelmään. Havainnot voidaan jakaa sähköpostilla suoraan puhelimesta. PhoneApp toimii internet-selaimella.



Työmaan nimi

Fannynkallio, Sienakuja 2 ja Taidemaalarikatu




Havainnon aihe

-- Valitse --

- Valokuvat
- Lisä- ja muutostyöt
- Poikkeamailmoitus
- Laatuhavainto
- CE-merkintä
- Ympäristöhavainto
- Lujakoti

1. havainnon kuvaus (max. 350 merkkiä)

Kuva 15. Etusivu PhoneApp-sovelluksesta.

5.5 TurvaApp

Turvallisuuden parantaminen on rakennusalalla yksi keskeisimpiä asioita. **TurvaApp on natiivisovellus (kuva 16), jota käytetään työmailla turvallisuushavaintojen tekemiseen.** Ohjelma on ladattavissa sovelluskaupoista ja on maksullinen. Turvallisuushavaintoja Lujatalolla tehtiin vuonna 2016 2234 kpl ja kasvua edelliseen vuoteen nähden oli 54 %. Turvallisuushavaintojen kasvua selittää osaltaan puhelinsovellus, joka on kaikkien saatavilla [35].

The screenshot shows the TurvaApp interface for reporting a safety incident. It includes the following elements:



- Työmaanumero:** A text input field containing the number 12385.
- Työmaan nimi:** A greyed-out text field containing the address "Fannynkallio, Sienakuja 2 ja Taidemaalarikatu".
- Selostus turvallisuushavainnosta:** A section with two icons: a camera icon and a photo gallery icon.
- Kuvaus:** A large empty text area for describing the incident.
- Green button:** A green button with a sad face icon, likely for reporting a safety issue.
- Jatkokäsittelyn vastuuhenkilö:** A dropdown menu currently showing "-- Valitse --".
- Riskin aiheutti:** A list of risk causes:
 - Henkilökohtaisen suojavälineen puute
 - Valvonnan puute
 - Riittämätön työopastus
 - Puutteellinen siisteys
- Näytä kaikki:** A red button to expand the list of risk causes.
- Confirmation button:** A red button with a white checkmark.
- Tietoja:** A small text link at the bottom.

Kuva 16. Näkymä TurvaApp-etusivusta.

Turvallisuushavainnoilla pyritään ennaltaehkäisemään työtaturmia ja täten edistämään työturvallisuutta. Työturvallisuus on kaikkien vastuulla ja kaikilla on velvollisuus puuttua vaarallisiin työmenetelmiin sekä työympäristön vaaroihin. Mobiilisovellus alentaa kynnystä tehdä havaintoja. Kaikki ilmoitukset tulee käydä läpi ja tehdä korjaavat toimenpiteet.

Sovellukseen pääsevät kirjautumaan kaikki ne henkilöt, jotka on perehdytetty työmaalle ja löytyvät työmaan kulkulupalistalta. Kirjautuminen tapahtuu omalla puhelinnumerolla ja PIN-koodilla. Henkilöt saattavat työskennellä useallakin eri työmaalla, joten työmaanumerolla kohdistetaan havainto oikeaan paikkaan. Sovelluksessa tehdään kuvaus turvallisuushavainnosta ja siihen voidaan liittää mukaan kuvia. Jatkokäsittelyn vastuuhenkilö saa sähköpostiin ilmoituksen turvallisuushavainnosta ja hänen tulee se sähköisesti kuitata, kun asia on hoidettu kuntoon. Työmaan vastaava mestari saa myös sähköpostin tehdyistä turvallisuushavainnoista. Ohjelmistolla on myös offline-tuki eli se toimii, mikäli internetyhteyttä ei havaintohetkellä ole saatavilla. Ohjelma lähettää jälleen havainnot eteenpäin, kun internetyhteys on saavutettu.

Havainnot voivat olla myös positiivisia asioita, joiden avulla voidaan muita kannustaa ottamaan oppia. Turvallisuushavainnot tallentuvat työmaan kohdetiedostoon. Kohdetiedosto on Lujatalon kehittämä projektipankkijärjestelmä, jossa säilytetään kohteen kaikki tärkeä dokumentaatio aina laskentavaiheesta takuuajan asiakirjoihin. Kuvassa 17 on listaus turvallisuushavainnoista yrityksen järjestelmässä.

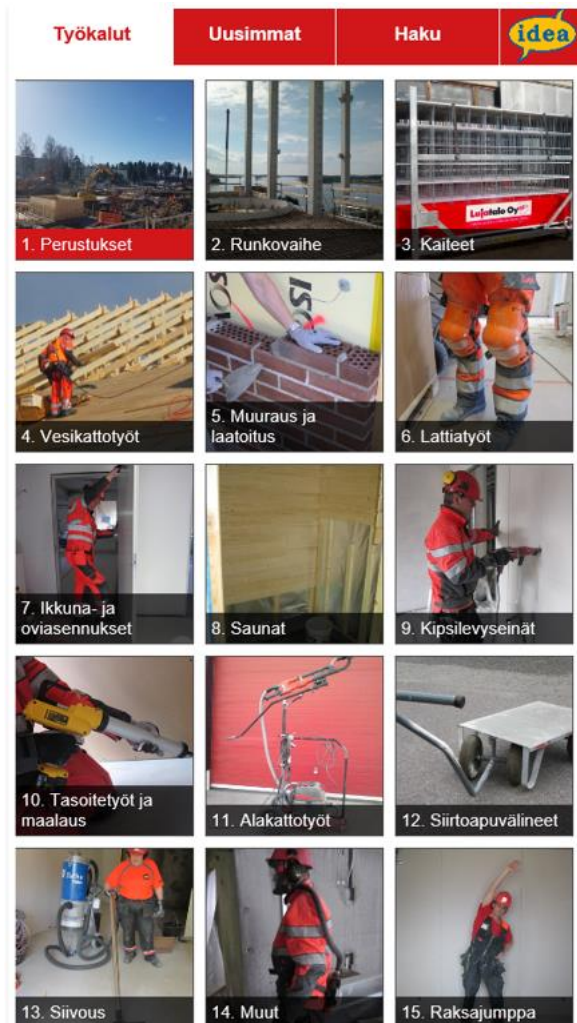
Turvallisuushavainnot					
Havaintohetki	Laji	Havaittaja	Vastuuhenkilö	Tapahtuma	Kuva
28.11.2017	positiivinen turvallisuushavai...	JHIP	JSAA	Holvityössä valjaat käytössä	
28.11.2017	positiivinen turvallisuushavai...	JHIP	JHIP	Kemikaali-ilmoitus tehty	
28.11.2017	turvallisuushavainto	JHIP	JSAA	Kompastumisvaara raudoituksiin	
28.11.2017	positiivinen turvallisuushavai...	JHIP	KKOS	Sammuttimet kaasupullojen mukana	
04.11.2017	turvallisuushavainto	AAPE	AAPE	TurvaApp	
21.10.2017	turvallisuushavainto	AAPE	AAPE	TurvaApp	

Kuva 17. Listaus turvallisuushavainnoista yrityksen kohdetiedosto järjestelmässä.

5.6 LujavireApp

LujavireApp (kuva 18) on selainpohjainen tietopankki, joka sisältää työn kuormitusta keventäviä tai sujuvoittavia työkaluja. Lisäksi LujavireApp sisältää työtapoja, työmenetelmiä tai apuvälineitä työntekoon ja työturvallisuuteen. Kaikki tietopankin asiat ovat testattu ja hyväksi havaittu Lujatalon työmailla.

Tietopankin tavoitteena on kannustaa työmaita löytämään ja hyödyntämään työtä keventäviä, mutta silti työn laadusta kiinni pitäviä työmenetelmiä ja työkaluja. Tietopankin ajatuksena on se, kun jossain työmaalla keksitään uusi idea helpottamaan työtä, niin se voidaan jakaa kaikille käyttöön saman tien. Lujavirettä voi käyttää kuka tahansa Lujatalon työntekijä älypuhelimella tai tabletilla. [1.]



Kuva 18. Näkymä LujavireApp-etusivusta.

Lujavire hankkeen kautta on jo löydetty yli 140 asiaa ja toimintatapaa tietopankkiin [34]. Lujatalo voitti keväällä 2017 Euroopan työterveys- ja turvallisuusviraston Hyvien käytäntöjen kilpailun. Lujavire-toiminta sai vastaavassa eri teeman kilpailussa kunniamaininnan 2013.

5.7 Congrid

Congrid Oy on vuonna 2013 perustettu yritys. **Mobiiliohjelmisto on tehty rakennus- tuotannon laadun ja turvallisuuden hallintaan.**

Congrid-ohjelmisto jakaantuu kahteen osa-alueeseen Congrid-mobiilisovellukseen sekä Congrid-live-palveluun (kuva 19). Ohjelmistokokonaisuus on maksullinen.



Kuva 19. Congrid-mobiilisovellus ja live-palvelu [38].

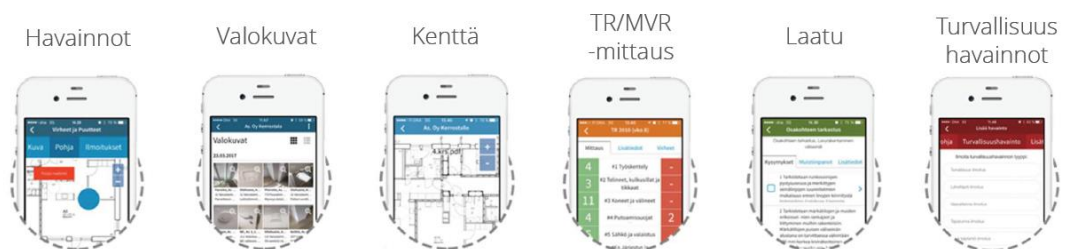
Mobiilisovellus sisältää useita työkaluja. TR/MVR-mittauksella pystyy tekemään lakisääteisen työturvallisuusmittauksen ja sovelluksella voi lähettää puutteet tiedoksi urakoitsijoille. Mittauksen tueksi virrehavainnot voi merkitä pohjapiirustukseen ja havainnollistaa valokuvilla.

Havaintotyökalulla kirjataan rakennusprojektin virheet ja puutteet. Puutteet voi merkata suoraan pohjapiirustuksiin sekä kohdentaa ne esim. korjaajalle. Korjaaja kuittaa tehdyn työn, mikäli työ ei ole tehty oikein voidaan se ohjelmiston avulla lähettää takaisin tehtäväksi. Ohjelma näyttää reaaliajassa kuittaamattomien havaintojen määrän

Laatutyökalua käytetään laadunvarmistusmatriisiin määrittämiin tarkastuksiin ja katselmuksiin. Tarkastus osa-alueet ovat mestan vastaanotto, malliasennustarkastus, osakohteen tarkastus ja työvaiheenvastaanotto. Tarkastusten tukena ovat RATU:n tekniset laatuvaatimukset.

Kenttätyökalu sisältää työmaan suunnitelmat ja valokuvat. Valokuva työkalulla arkistoidaan työmaan valokuvia. Turvallisuushavainto työkalua käytetään nimensä mukaisesti turvallisuushavaintojen tekemiseen työmaalla. Turvallisuushavainto voidaan kohdentaa suoraan vastuuyritykselle ja asettaa vaadittavalle korjaukselle toimenpiteen aikarajan.

Kuvaan 20 on koottu Congrid-mobiilisovelluksen eri toiminnot.



Kuva 20. Congrid-mobiilisovelluksen eri toiminnot [38].

Congrid Live-palvelu on työkalu tarkastusten ja mittausten hallinnointiin. Live-palveluun ladataan työmaan kuvat ja suunnitelmat. Palvelusta seurataan raportteja, havaintoja ja tarkastuksia sekä keskeneräisten asioiden tilaa. Palveluun tallentuvat myös työmaalla otetut valokuvat, sekä mahdollisuus tehdä työmaapäiväkirja. Live-palvelua on mahdollista käyttää urakoitsijat, suunnittelijat ja valvojat.

Congrid-ohjelmisto on suunnattu työnjohdolle ja CongridLite-työkalu työntekijöille ja alihankkijoille. Työntekijät ja alihankkijat pääsevät näkemään esim. tehtävät korjaukset ja kun ne voidaan kuitata tehdyksi ohjelman välityksellä. Työnjohtaja näkee saman tien, että työ on valmis eikä sitä tarvitse erikseen kiertää kyselemässä.

5.8 Tekla Field3D

Tekla Oyj on perustettu Suomessa vuonna 1966. Vuonna 2011 Teklasta tuli osa yhdysvaltalaisista Trimble konsernia ja kantaa nyt nimeä Trimble Solution Oy.

Tekla Field3D on mobiililaitteille tarkoitettu IFC-tietomallien katselusovellus. Sovelluksella voi katsella ja liikkua tietomallissa, jakaa malleja projektiosapuolille sekä kommunikoida mallia eri projektiosapuolten kesken. [33.] Sovellus toimii Android ja Applen iOS alustoilla. Sovellukset ovat ladattavissa Google Playsta tai Apple App Storesta. Sovelluksesta on saatavilla kaksi vaihtoehtoa: Free tai Enterprise.

Ilmaisessa versiossa toimintoja on rajattu huomattavasti. Ilmainen versio sopii lähinnä ohjelman tutustumiseen ja kooltaan pienten mallien katseluun. Ilmaisessa versiossa tietomallien siirtäminen laitteelle on melko työlästä, koska ne täytyy siirtää laitteelle yksitellen esimerkiksi sähköpostin avulla. Versio tukee: ifc, ifczip (ei XML), 3ds ja obj tiedostomuotoja.

Enterprise-versiossa tulee mukana Teklan oma pilvipalvelu, josta mallien lataaminen onnistuu helposti. Pilvipalvelu mahdollistaa suurten tietomäärien varastoinnin samaan paikkaan kaikkien projektissa olevien saataville. Enterprise-versiossa malleja voidaan yhdistää keskenään, joka helpottaa mallien kokonaisvaltaista tarkastelua. Maksullisen version ominaisuuksiin kuuluu myös leikkausten ottaminen mallista, mittaustyökalu, mallien kommentointi projektin eri osapuolille, rakenneosien hakeminen ja rajaaminen sekä tiedostomuotojen: dwg (2 & 3D), dgn, skp, dae (kmz), askel, stp, stl, iges ja igs - käsittely. Enterprise-versiossa mallia on mahdollista tarkastella myös eri pisteistä ruudukon avulla, jos se vietään malliin. Kuvassa 21 on otettu kuvakaappaus tabletista Tekla Field3D:stä.



Kuva 21. Näkymä Field3D-ohjelmasta. Tukimuurin ominaisuudet.

5.9 Acad 360

A360 on Autodeskin kehittämä piirustusten ja mallien katseluohjelmisto. Lisäksi ohjelmalla voi merkata sekä kommentoida tiedostoja ja jakaa kommentit eteenpäin. Katseluohjelma tukee yli 50 eri CAD-tiedostomuotoa, kuten esimerkiksi DWG, DWF, Navisworks ja Revit. Sovelluksen voi ladata ilmaiseksi joko Google Playsta tai Apple App Storesta. CAD-malleja voi ladata sähköpostin liitetiedostoista tai käyttää pilvipalveluja kuten Dropbox ja Buzzaw. Kuvassa 22 on kuvakaappaus tabletissa A360-ohjelmasta.



Kuva 22. Näkymä A360-mallista

5.10 BIMx

BIM Explorer eli BIMx on Graphisoftin kehittämä ohjelmisto. **BIMx on tarkoitettu ArchiCAD-suunnitteluohjelmalla tehtyjen mallien katseluun.** Kuvassa 23 on kuva-kaappaus tabletissa olevasta BIMx-ohjelmasta.

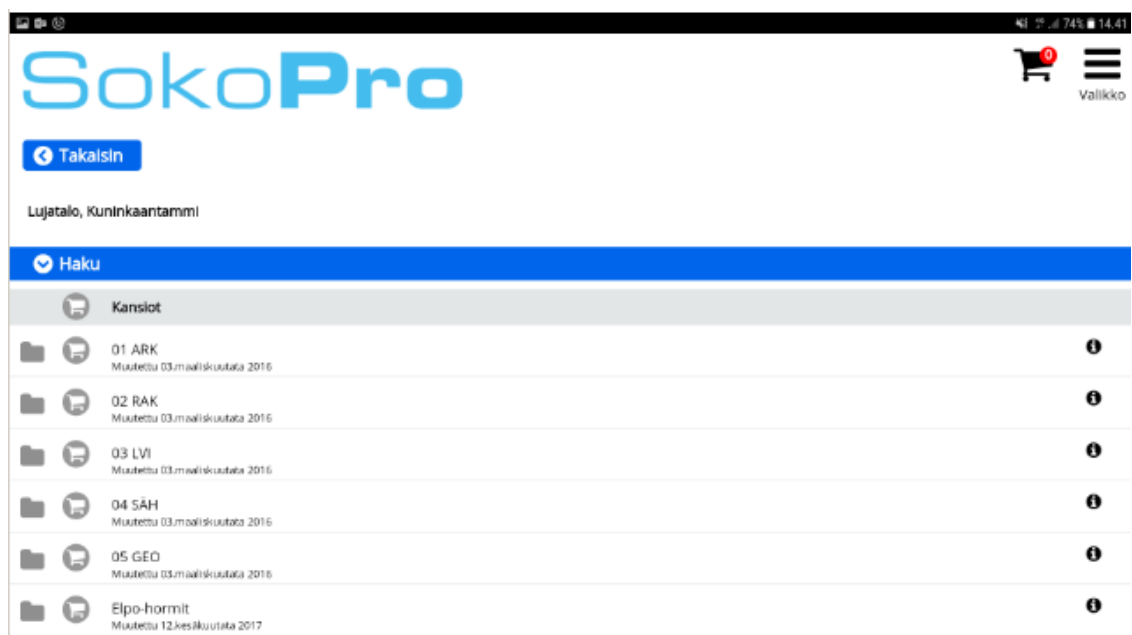


Kuva 23. Näkymä BIMx-sovelluksesta.

Sovelluksesta löytyy versiot Android- ja iOS-käyttöjärjestelmille sekä Windows-alustoille. Ilmainen versio soveltuu vain kolmiulotteisten mallien katseluun. Maksullisessa versiossa tulevat mukaan pilvipalvelujen käyttömahdollisuus sekä katselumahdollisuus 2D-kuville. Huonoja puolia ohjelmassa on, että se ei tue IFC-malleja, joten BIMx ei ole soveltuva nykyisiltä osin yhdistelmämallien käyttöön.

5.11 SokoPro

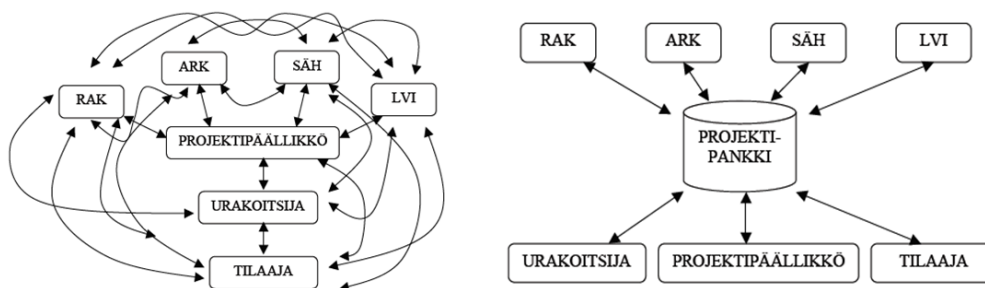
SokoPro on projektipankki, johon tallennetaan rakennusprojektin suunnitelmat sähköiseen muotoon. Palvelua käytetään tiedostojen arkistointiin, jakamiseen ja hallintoihin SokoProta käytetään internetiselaimella tai älylaitteissa erillisen sovelluksen kautta. Sovellus on maksullinen. Käyttäjinä on Suomessa yli 40 000 rakennusalan ammattilaista. [36.] SokoPro (kuva 24) on yksi Crano Oy:n tuotteista. Työmailla Crano on entuudestaan tuttu kuvien tulostamisesta ja toimittamisesta.



Kuva 24. Kuvakaappaus SokoPro-ohjelmasta.

Ennen projektipankkien tulemistä tiedonsiirto oli kankeaa. Aikoinaan piirustuksia läheteltiin etanapostilla edestakaisin ja sähköpostin keksimisen jälkeen edestakaisin sähköisesti. Sähköpostien määrä oli suuri ja oli olemassa riski, että suunnittelijat eivät saaneet jonkun toisen suunnittelijan viimeisintä versiota ennen oman työn aloittamista.

Kuva 25 esittää, miten rakennusalan dokumentaatio liikkui ennen projektipankin tuloa ja miten se liikkuu nyt.



Kuva 25. Tiedon liikkumisen vertaileminen.

Projektipankin etu on se, että dokumentit ovat saatavilla heti kun ne sinne tallennetaan ja saatavilla on aina tuoreimmat kuvat. Projektipankista näkee heti kun sinne ilmestyy uusia dokumentteja. Ohjelmiston kautta pystytään myös tilaamaan kuvat työmaalle paperiversiona. SokoPro:ssa voidaan tilata myös lisäyökalut 3D-tietomallien katseluun, TR-mittauksen sekä virhe- ja puutelistojen teko ominaisuudet.

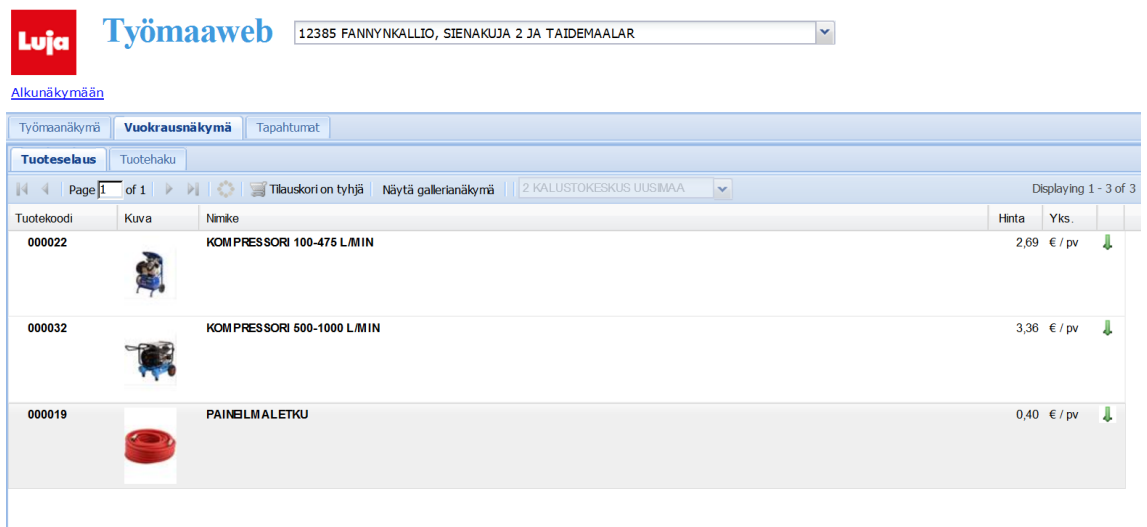
5.12 Sharefile

Sharefile on perustettu vuonna 2005 ja vuonna 2011 se myytiin Citrix Systemille. **Sharefile on tiedostojen jakamiseen tarkoitettu ohjelmisto.** Sharefile perustuu pilvipohjaiseen alustaan joka mahdollistaa suurtenkin tiedostojen jakamisen siellä missä on vain internet käytössä. Sharefile toimii selainpohjaisena sekä sovelluskaupasta ladattavalla ohjelmistolla. Ohjelmisto on maksullinen.




Monesti sähköpostien liitetiedostojen koko on rajoitettu. Sharefilessä tätä ongelmaa ei tule helposti vastaan. Haluttu tiedosto viedään pilvipalveluun ja vastaanottaja saa sähköpostiinsa ilmoituksen, jonka jälkeen hän voi ladata lähetetyn tiedoston itselleen. Ohjelmistoa voidaan käyttää projektityöskentelyyn, jossa ihmiset mahdollisesti käsittelevät samoja tiedostoja. Sharefilessä on myös kysy lähettää ja vastaanottaa e-allekirjoituksia asiakirjoihin.

5.13 Työmaaweb

Lujatalo on kehittänyt kalustopalvelulle selainpohjaisen ohjelman. **Työmaaweb on (kuva 26) työmaiden kaluston seurantaan ja sähköiseen asiointiin tarkoitettu ohjelmisto.** Ohjelmalla työmaat voivat seurata työmaalla olevaa kalustoa, tehdä sähköisesti kaluston palautustilauksen kalustokeskukselle sekä tilata kalustoa kalustokeskuskelta verkkokauppa periaatteella. Ohjelmistosta on kehitteillä mobiiliversio.



The screenshot shows the Työmaaweb web application interface. At the top left is the Luja logo. The main header includes the text 'Työmaaweb' and a location dropdown menu set to '12385 FANNYNKALLIO, SIENAKUJA 2 JA TAIDEMAALAR'. Below the header are navigation tabs: 'Työmaanäkymä', 'Vuokrausnäkyvä', and 'Tapahtumat'. The main content area is titled 'Tuoteselaus' and 'Tuotehaku'. It features a search bar, a shopping cart icon indicating 'Tilaukset on tyhjä', and a view selector set to 'Näytä gallerianäkymä'. The product list shows three items:

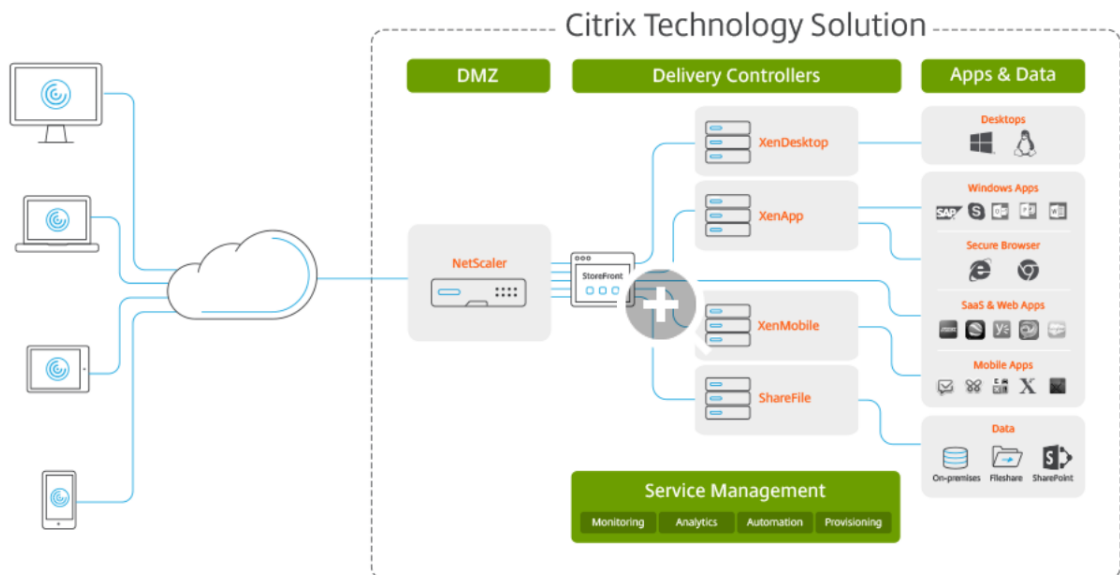
Tuotekoodi	Kuva	Nimike	Hinta	Yks.	
000022		KOMPRESSORI 100-475 L/MIN	2,69	€/pv	↓
000032		KOMPRESSORI 500-1000 L/MIN	3,36	€/pv	↓
000019		PAINELMALETKU	0,40	€/pv	↓

Kuva 26. Kuvakaappaus Työmaaweb-ohjelmistosta.

5.14 Citrix Receiver

Citrix Systems on amerikkalainen yritys, joka on perustettu 1989. Yrityksen alkuperäinen nimi oli Citrus, mutta nimi jouduttiin vaihtamaan toisen yrityksen omistaessa tavaramerkit Citrus-nimeen. Nykyinen nimi on yhdistelmä Citrus ja Unix.

Citrix on palvelinohjelmisto. Ohjelmisto sisältää erilaisia ratkaisuja, joilla voidaan virtualisoida yrityksen palvelinympäristö, sovellukset ja työpöytä. Citrix mahdollistaa sen, että älypuhelimilla, tableteilla tai tietokoneilla päästään käyttämään yrityksen järjestelmiä etäyhteytenä. Käytettävään laitteeseen ladataan Citrix Receiver -ohjelmisto ja sitä pystyy käyttämään lähes kaikilla käyttöjärjestelmillä. [37.] Kuvassa 27 on esitettyä Citrix Receiverin toimintaperiaate.



Kuva 27. Citrixin toimintaperiaate [37].

5.15 Muut sovellukset

Lujatalon työnjohtajien käytössä on ilmatieteen laitoksen sääennustepalvelu. Palvelusta saa tarkat paikkakuntakohtaiset säätiedot suoraan mobiililaitteisiin. Tarkka säätieto helpottaa esimerkiksi betonoinnin työsuunnittelua.

Lisäksi on lukuisia maksuttomia sovelluksia, joita työnjohtajat lataavat sovelluskaupoista oman tarpeen ja mieltymyksen mukaan. Yksi tällainen sovellus on esimerkiksi Bosch GLM 50 C -etäisyysmittarille saatava sovellus. Sovelluksen avulla etäisyysmittarilla otetut mitat saadaan mobiililaitteeseen bluetooth-yhteyden kautta. Otetut mitat voidaan liittää mobiililaitteilla otettuihin valokuviin.

Mittaviiva Oy on kehittänyt mobiililaitteisiin maksuttoman työmenekki haun. Sovellus on helppokäyttöinen ja soveltuu hyvin yksittäisten menekkitietojen hakemiseen. Sovelluksesta on tulossa myös maksullinen versio, jossa menekeistä saadaan tarkempaa tietoa. Maksullisessa sovelluksessa pystytään merkkamaan työlajeille omat suoritemäärät.

Digia Oyj on kehittänyt 112 Suomi -mobiilisovelluksen. Sovellus on tarkoitettu hätäpaikantamiseen. Hätätilanteen sattuessa mobiiliohjelmistolla soitetään hätäkeskukseen, jolloin soittajan tarkka sijaintitieto välittyy automaattisesti (paikannus pitää olla päällä) hätäkeskukseen. Avun saanti paikalle nopeutuu, kun sijainti on tarkasti tiedossa. Sovelluksen pitäisi olla ehdottomasti jokaisen työnjohtajan käytössä.

5.16 Mobiililaitteiden ja -sovellusten hyödyt työmaalla

Rakennusalalla hukataan paljon aikaa turhaan, tehottomaan ja tarpeettomaan työhön. Tarvittavaa tietoa ei ole aina saatavilla tai sitä toimitetaan useaan eri paikkaan ja moneen eri kertaan. Laadunvalvonta vaatii paljon dokumentointia ja seurantaa. Rakennusprojekteissa on tyypillisesti mukana paljon eri ihmisiä erilaisissa rooleissa ja yrityksissä. Tiedonsiirron saumaton siirtyminen nopeasti on erityisen tärkeää.

Jokainen työnjohtaja oppii käyttämään mobiililaitteita ja valokuvaus on helpoin tapa lähteä liikkeelle. Mobiililaitteilla valokuvaaminen on tehty hyvin yksinkertaiseksi ja muutamalla napin painalluksella saadaan laadukkaita digitaalisia valokuvia. Melkoinen

harppaus siitä, kun ensimmäinen valokuva otettiin vuonna 1825 ranskalaisen Joseph-Nicéphore Niépceen toimesta [39]. Tuolloin yhden kuvan valotusaika oli peräti 8 tuntia ja alkuaikoina valokuvien kehitykseen käytettiin terveydelle vaarallista elohopea öljyä. Rakennustyömaalla kannattaa ja pitää ottaa valokuvia. Valokuvista on suurta hyötyä varsinkin siinä vaiheessa, kun aletaan tutkia sisälle jääneitä rakenteita. Ilman valokuvia on vaikea tarkistaa esimerkiksi betonivaluista missä putket kulkevat, jos ne ovat asennettuna väärään paikkaan ja betonia täytyy piikata pois.

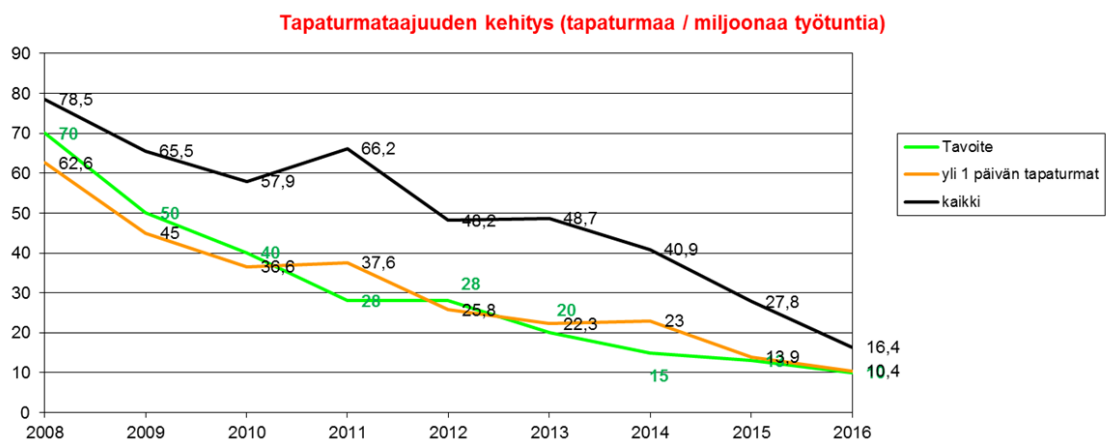
Mobiililaitteissa olevia valokuvia ja muuta dokumentaatiota lähetetään yleensä eteenpäin sähköpostin liitetiedostoina. Ongelmaksi saattaa nousta se, että kuvat saattavat olla kooltaan suuria tai niitä on paljon. Työnjohtaja joutuu tällöin lähettämään useita liitetiedostoja. Sharefile on hyvä työkalu erilaisen dokumentaation jakamiseen. Haluttu tiedosto viedään pilvipalveluun ja vastaanottaja saa sähköpostiinsa ilmoituksen, jonka jälkeen hän voi ladata lähetetyn tiedoston itselleen.

Perinteisesti laadunhallinnan mittauspöytäkirjat tulostetaan työmaatoimistolla ja ne täytetään kynällä työmaalla. Mittausten tai tarkastusten jälkeen pöytäkirjat puhtaaksikirjoitetaan. Puhtaaksikirjoittamisen jälkeen dokumentteihin hankitaan allekirjoitukset ja tallennetaan yritysten järjestelmiin. Dokumentit vielä lähetetään asianomaisille sähköpostin liitetiedostoina.

Mobiilisovellukset KymppiPro ja Congrid tuovat merkittäviä hyötyjä rakennusalan laadunhallintaan ja tukevat laadunhallinnan dokumentointia. Sovelluksissa on eri työvaiheiden laadunmittauksiin omat laadunmittauskortit, joihin voi liittää valokuvia ja kommentteja. Sovelluksella voidaan tehdä erilaisia poikkeamailmoituksia. Mobiilisovellukset vähentävät unohdusten syntymistä, koska ne voi tehdä suoraan paikan päällä lopulliseen muotoonsa. Mobiilisovelluksilla tehdyt laadunmittaukset ja muu dokumentaatio mahdollistavat sen, että ne tehdään yhdenmukaisesti ja ovat heti tallessa sekä kaikkien saatavilla. Tiedonkulku nopeutuu, aikaa ja rahaa säästyy.

Mobiilisovellusten iso etu on tiedon ajantasaisuus. Digitaaliset virhe- ja puutelistat ovat erittäin havainnollisia. Digitaalisiin pohjapiirustuksiin voidaan suoraan kohdistaa, missä kohdin virhe tai puute on havaittu ja mukaan liitetyillä valokuvilla voidaan asiaa vielä tarkentaa. Kuittausominaisuuksilla varustetuilla virhe- ja puutelistoilla voidaan reaaliaikaisesti seurata hoidettujen ja hoitamattomien töiden tilaa. Dokumentointia helpottavat työkalut antavat työnjohtajille enemmän aikaa keskittyä johtamaan itse työmaata.

Digitaaliset TR-mittaustyökalut ja turvallisuushavainnot ovat tuoneet turvallisuusmittaukseen ihan uuden aikakauden. TR-mittauksia ei tarvitse kirjata työmaatoimistolla tietokoneelle uudestaan, kun ne voidaan heti arkistoida pilvipalveluun. Mittauksen lisäksi dokumenttiin on helppo liittää digitaalisia valokuvia ja tieto havaituista ongelmista siirtyy heti niille henkilöille, jotka ovat alueesta vastuussa. Ohjelmistot laskevat tehdyistä havainnoista automaattisesti turvallisuustasot. Digitaalinen mittaus helpottaa työnjohtajan työtä rakennustyömaalla. Säästyy aikaa, virheiden mahdollisuus pienenee ja tieto on heti kaikkien nähtävillä. Johdon on helppo seurata reaaliaikaisesti eri työmaiden turvallisuustasoa koneiltaan, ilman että niitä lähetellään erikseen sähköposteilla. Digitaaliset työkalut ovat osaltaan edesauttaneet sitä, että Lujatalolla tapaturmataajuuden kehityksessä on tapahtunut huomattavaa paranemista (kuva 28).



Kuva 28. Tapaturmataajuuden kehitys Lujatalolla [34].

Mobiililaitteilla tehtävät turvallisuushavainnot madaltavat kynnystä havaintojen tekemiseen. Työnjohtajat pystyvät TurvaApp-sovelluksella ohjaamaan tehdyn havainnon suoraan jatkokäsittelyn vastuuhenkilölle. Vastuuhenkilö saa sähköpostiinsa ilmoituksen turvallisuushavainnosta ja korjatun työn voi kuitata tehdyksi sähköisen linkin kautta. Tämä helpottaa työnjohtajaa, kun havaintoja ei tarvitse erikseen lähettää sähköpostilla tai soittamalla. Lisäksi havaintojen tilaa voi seurata omalta mobiililaitteelta. Vastaava työnjohtaja saa havainnoista oman ilmoituksen sähköpostiin.

Digitaaliset projektipankit, kuten SokoPro hyödyntävät projektin kaikkia osapuolia. Dokumentit ovat ajan tasalla sekä ovat kaikkien saatavilla siellä, missä internet yhteys toimii. Työnjohtajilta säästyy paljon aikaa, kun kuvat ovat mobiililaitteissa aina mukana.

Tekla Field3D soveltuu hyvin tietomallien visuaaliseen tarkasteluun työmaalla. Sovellus tukee työnjohdon työtä. Työnjohtajat näkevät mobiililaitteeltaan millaiselta kohteen pitäisi näyttää, tietomallista saadaan erilaista informaatiota ja tietomallia voi kommentoida suoraan työmaalla. Mallin leikkaustyökalut toimivat todella hyvin. Kokonaisvaltaiseen määrälaskentaan ohjelmaa ei voi käyttää. Yksittäisistä objekteista esim. seinästä saadaan katsottua helposti ominaisuuksia, kuten materiaaleja ja mittoja, jos ne mallinnettu oikein. Tietomallista pisteestä pisteeseen mittaaminen on epätarkkaa ja hankalaa.

Acad 360 ja BIMx -sovellukset soveltuvat hyvin mallin visuaaliseen tarkasteluun ja piirustusten katseluun. Haittapuolena ohjelmissa on se, että ne eivät toistaiseksi tue IFC-formaattia, joten mallien kokonaisvaltainen tarkastelu jää vajavaiseksi.

Kalustopalveluun kehitetty Työmaaweb on suhteellisen uusi sovellus. Hyötynä tästä sovelluksesta työnjohdolle on se, että kalustotilaukset voidaan tehdä suoraan työmaalla. Tämä säästää aikaa, kun ei tarvitse erikseen konttorille kävellä tekemään tilausta. Hyötynä on myös se, että tilaus voidaan tehdä heti kun tilaustarve havaitaan, joten unohduksen määrä pienenee. Monesti kalustoa jää työmaalle lojumaan, vaikka niitä ei enää käytetä. Sovelluksen avulla työnjohto pystyy helposti hahmottamaan työmaan kalustomäärän.

Lähes kaikilla on jo mukanaan jokin mobiililaitte. Toki vielä perinteistenkin puhelimien kannattajia löytyy. Mobiililaitteet ovat suhteellisen tehokkaita ja niillä pystyy jo monia hyviä asioita tekemään, jotka hyödyntävät työnjohtoa rakennustyömaalla.

5.17 Haasteet mobiililaitteiden ja -sovellusten käytössä

Helsingin Sanomat julkaisi tutkimuksen ”It-järjestelmät ahdistavat työpaikoilla alaan, ikään ja sukupuoleen katsomatta”. Vastaajia oli 301. Peräti 46 % vastaajista oli sitä mieltä, että tietotekniikan aiheuttamat haitat ovat suuremmat kuin hyödyt. Yleisenä ongelmana oli ohjelmistojen keskeneräisyys, ohjelmistojen jatkuvia päivittäminen ja uu-

delleen opettelu. Loppukäyttäjät haluavat helppokäyttöisiä ohjelmia ja tätä ei oteta tarpeeksi huomioon. Tutkimuksessa kiinnitettiin huomioon myös siihen, että ohjelmistosuunnittelijat eivät aina ymmärrä käytettävyyden päälle. [40.]

Mobiilisovellusten käyttöönotto työnjohtajilla on kaksijakoista. Ne jotka käyttävät muutenkin mobiililaitteita ottavat innokkaasti sovelluksia käyttöön. Varsinkin nuoret ja juuri koulusta valmistuneet tarttuvat mobiililaitteiden käyttöön helposti.

Pitkään rakennusalalla olleet, jotka eivät ole tottuneita tietotekniikan käyttäjiä eivät tee mielellään töitä mobiililaitteilla. Heidän on myös vaikea nähdä konkreettisia hyötyjä, koska aina on tehty toisella tavalla. Muutosvastarinta on tietyllä tavalla ihmisen luonnollista käyttäytymistä. Muutokset voidaan kokea pelottavina ja saatetaan hävetä sitä, että osataanko laitteita ja sovelluksia käyttää. Rakennusalan konkareilla saattaa ilmetä alemmuuden tunnetta, jos nuori noviisi osaakin jonkun asian paremmin. Harvoin kuitenkaan tapahtuu sellaista, että toinen arvostelee toisen osaamattomuutta. Ihminen on vain taipuvainen miettimään miltä näyttää toisten silmissä.

Mobiililaitteita ja -ohjelmistoja ei myöskään käytetä, koska ei ole pakko. Mobiiliteknologia on vielä sen verran uutta, ettei sen koeta vielä kuuluvan osaksi normaalia rakentamista.

Helpoin lähestymistapa mobiililaitteisiin on valokuvaaminen, digitaalisten kuvien katselu ja TR-mittaus. Ongelmallista TR-mittausten suhteen on se, että yleensä se on yhden tai muutaman ihmisen vastuulla. Tämä johtaa väistämättä siihen tilanteeseen, että muut eivät tee, eivätkä opi tekemään TR-mittausta mobiililaitteilla.

Yhtenä mobiilisovellusten ongelmana on niiden keskeneräisyys, eivätkä ne välttämättä ole käyttäjäystävällisiä. Mikäli sovellukset eivät heti toimi, laskee käyttäjien mielenkiinto niihin välittömästi. Negatiivinen käyttäjäkokemus leviää nopeasti kahvipöytäkeskusteluissa ja sitä saatetaan pitää sellaisena asiana, että toinen ei viitsi edes yrittää. Onneksi ohjelmistoja koko ajan kehitetään.

Tämän opinnäytetyön aikana KymppiPro:ssa on tapahtunut paljon kehitystä ja parannuksia. Havaituista vioista ja puutteista olen ollut yhteydessä, niin ohjelmistokehittäjään, kuin Lujatalon ohjelmistoasiantuntijoihin. Ohjelmistossa havaitut puutteet ja viat

ovat suurimmalta osin korjattu uuteen versioon. Suurin parannus on ollut ohjelmiston ulkoasuun liittyvä selkeys ja virhe- ja puutelistojen toimivuuteen liittyvät asiat.

Rakennustyömaa on olosuhteiltaan haastava paikka mobiililaitteiden käytölle. Työmaat ovat usein pölyisiä ja mobiililaitteet ovat koko ajan alttiina kolhuille. Suomen sääolosuhteet ovat myös hyvin vaihtelevia. Kovassa pakkasessa tai vesisateessa mobiililaitteiden käyttäminen ei ole kovin mielekästä, eivätkä laitteet yleensä ole tehty sellaisiin olosuhteisiin.

Yhtenä ongelmana mobiiliohjelmistojen käytössä on se, että ne saattavat vaatia laitteelta sellaista suorituskykyä johon ne eivät pysty. Tämä tulee esille eteenkin tietomallinnusohjelmien käytössä. Tabletin perusmuistimäärillä ei voi katsella kokonaisen kerrostalon yhdistelmämallia. Kerrostasoiseen tarkasteluun peruskapasiteetti vielä riittää. Usea ohjelma vaatii myös internet yhteyden. Tämä asettaa haasteita rakennustyömaille, joissa yhteys ei aina ole saatavilla. Onneksi ohjelmistokehittäjät ovat ruvenneet tuomaan ohjelmistoihin myös off-line-käyttömahdollisuuksia.

Citrix Receiverin avulla voidaan tuoda mobiililaitteisiin kaikki Lujatalon Citrix-ympäristössä olevat ohjelmat. Virtuaaliympäristön käyttäminen mobiililaitteilla on todella haastavaa ja osittain jopa mahdotonta. Virtuaaliympäristössä on toistaiseksi rajallisesti ohjelmia, jotka toimivat moitteettomasti.

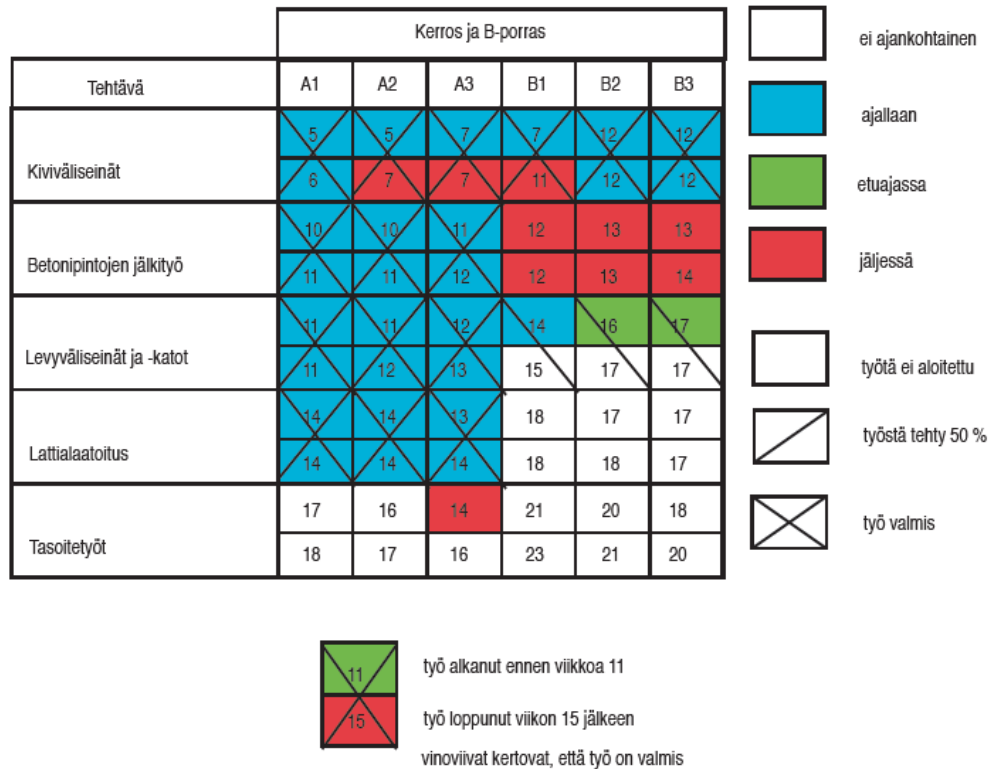
Tällä hetkellä mobiililaitteet tulevat loppukäyttäjille tehdasasennuksilla. Käyttäjän vastuulle jää se, mitä laitteisiin asennetaan. Mobiililaitteiden ongelmana on se, että mikäli niihin halutaan asentaa ohjelmia, niin koneisiin on luotava käyttäjätili sovelluskauppaa varten. Android-laitteille tarvitaan Google-tili ja Apple-laitteille Apple ID. Tällä hetkellä tietohallinto ei voi suoraan esiasentaa koneita, koska mitään yhtenäistä tiliä laitteisiin ei voida asentaa. Ongelmana on myös se, että loppukäyttäjillä on erilainen tarve ohjelmistoille. Kaikki työntekijät eivät välttämättä ole käyttäneet mobiililaitteita, joten niiden käyttö ja ohjelmistojen asentaminen voi olla haastavaa.

Lujatalolla loppukäyttäjän on asennettava mobiililaitteelle AirWatch-ohjelmisto, joka mahdollistaa mobiililaitteiden etähallinnan ja sovellusten jakamisen.

5.18 Mobiiliohjelmistojen puutteet ja päällekkäisyydet

Työnjohtajat tekevät paljon ajallista suunnittelua. Ajalliseen suunnitteluun ei ole olemassa helppokäyttöistä mobiilisovellusta. Työnjohtaja kiertää työmaalla kartoittamassa eri työvaiheita ja tekee niiden pohjalta kolmiviikkoisaikataulun, resurssikartoitusta, alihankinnan ohjausta ja tavarahankintaa. Kolmiviikkoisaikataulu tehdään työmaatoimistolla omien muistiinpanojen ja muistamisen pohjalta. Mobiililaitteella saman asian voisi tehdä työmaalla sitä mukaa, kun asioita tulee eteen. Samaan ohjelmistoon voisi integroida materiaalihankintaan liittyviä asioita, kuten määriä. Tulevaisuuden työnjohtajat varmaan pystyvät tilamaan tarvittavat tuotteet yhdellä mobiilisovelluksella. Ongelmana on se, että tavaraa tilataan monesta paikasta. Tilausten yhdistäminen yhden sovelluksen alle on melkoisen suuri haaste.

Valvontavinjettiä (kuva 29) käytetään eri työvaiheiden valmiusasteiden seurantaan. Valvontavinjetistä näkee helposti ja nopeasti mitkä työt on aloitettu, valmiit, ajallaan ja jäljessä. Valvontavinjetti tehdään yleensä Excel-ohjelmistolla. Mobiililaitteella vastaava ohjelmaa ei ole, vaikka valvontavinjettiä kuitenkin työmailla käytetään paljon. Mobiililaitteessa toimiva valvontavinjetti helpoittasi työnjohtoa valmiusasteiden tekemisessä reaaliaikaisesti ja kaikki muut näkisivät saman tiedon omilta mobiililaitteiltaan. Tämä helpottaisi töiden suunnittelua ja yhteensovittamista. Mobiililaitteilla oleva valvontavinjetti voitaisiin sitoa tehtäväksi suoraan pohjakuviin.



Kuva 29. Esimerkki valvontavinjetistä [50, s. 31].

PhoneApp-sovelluksessa on päällekkäisyyttä KymppiPro:n kanssa. Molemmat sovellukset ovat saman valmistajan tuotteita. PhoneApp-sovelluksen toimintoja tulisi yhdenmukaistaa ja selkeyttää.

LujavireApp joudutaan pitämään selainpohjaisena sovelluksena. Syynä tähän on se, että ohjelmiston tietokanta on kooltaan niin suuri, että se veisi liian paljon mobiililaitteen muistia. TurvaApp-sovellus myös pidettävä tällä hetkellä omana sovelluksenaan, koska sitä käyttää myös muut työntekijät, kuin pelkästään työnjohto. KymppiPro:hon integroituna haasteeksi nousisi käyttäjätunnusten ja salasanojen hallinnointi sekä jakaminen.

Uusimpaan KymppiPro-sovellukseen on tehty linkit TurvaApp, LujavireApp, SokoPro, Lujasää ja Citrix Receiver -sovelluksiin. Tämä helpottaa huomattavasti ohjelmistojen hallintaa ja löytämistä.

5.19 Ohjelmistojen käytön tehostaminen ja käyttöoikeudet

Keskeinen asia ohjelmistojen käytön tehostamiseksi on koulutus ja mobiiliohjelmistojen tunnetuksi tekeminen. Uusien ohjelmistojen koulutusta on Lujatalolla hyvin saatavilla. Ohjelmistojen kouluttaminen pitäisi olla kuitenkin säännöllisempää, koska uutta työjohtoa palkataan työmaille. Koulutusta pitäisi viedä myös työmaille, jotta sitä saataisiin myös niille jotka ovat vastahakoisempia koulutuksille ja mobiiliohjelmistojen käytölle.

Tieto käytössä olevista ohjelmistoista on hyvin hajanaista. Käyttöohjeita ja neuvoja on vaikea löytää. Lujatalon intranettiin pitäisi kerätä keskitetysti käytössä olevista mobiiliohjelmistoista selkeät kansiot, joista käyttäjät saisivat tarvittavat tiedot. Olennaisiin tietoihin kuuluvat saatavilla olevat ohjelmistot, kuvaukset ohjelmistojen sisällöstä, käyttäjä-tunnusten ja lisenssien hankinta, käyttöohjeet sekä muut neuvot ja avut.

Tällä hetkellä ohjelmien käyttöoikeuksien jakaminen menee pääsääntöisesti niille, jotka niitä tarvitsevat ja pyytävät. Käyttöoikeuksia annetaan siis tarpeen mukaan. Harvemmin tulee eteen sellaisia tilanteita, että käyttöoikeuksia pyydettäisiin ihan hivin vuoksi. Käytäntö on siis suhteellisen toimiva. Ongelmana ei niinkään ole käyttöoikeuksien jakaminen vaan se, että työjohtajat eivät välttämättä osaa pyytää käyttöoikeuksia saatavilla oleviin ohjelmiin.

Eniten ongelmia käyttöoikeuksien jakamisesta aiheuttaa projektipankit. Työmaille on erilaisia käytäntöjä sen suhteen, annetaanko projektipankkeihin käyttöoikeuksia myös työntekijöille ja eteenkin alihankkijoiden työntekijöille. Ongelmalliseksi tilanteen tekee se, että alihankkijoiden työntekijöille saattaa olla käytössään työmaalla todella vanhoja paperisia piirustuksia. Vanhat piirustukset aiheuttavat vain kustannuksia. Projektipankkien oikeuksien jakamiseen pitäisi tehdä yhtenäisempi linjaus. Lukuoikeus projektipankkeihin pitäisi olla kaikilla työmaan työntekijöillä. Vaikea nähdä sellaista tilannetta, että lukuoikeuksien saaneet käyttäisivät projektipankkia jotenkin väärin. Ainoa ongelma saattaa syntyä silloin, jos suomen kieltä ei osata lukea ja se aiheuttaa vääriä tulkintoja.

6 Kyselytutkimus ja haastattelut

6.1 Kyselytutkimus

Opinnäytetyötä varten tehtiin kyselytutkimus (liite 2) Lujatalon henkilökunnalle. Kyselytutkimuksessa kartoitettiin mobiililaitteiden ja -ohjelmistojen sekä tietomallien käyttöä työmailla. Kyselytutkimuksessa kartoitettiin sitä, että tunnustetaanko opinnäytetyössä tutkittavia ohjelmistoja, käytetäänkö niitä ja millainen koulutustarve niihin on. Kyselytutkimuksella haettiin myös suoraa palautetta ohjelmistojen toimivuudesta ja kehitystarpeista. KymppiPro:n osalta tutkittiin myös sitä, että mihin tarkoitukseen sitä käytetään.

Tietomallien osalta kartoitettiin sitä, että mihin niitä työmailla käytetään, millaista tietomallien käyttö on ja käytetäänkö tietomalleja, digitaalisia piirustuksia vai perinteisiä paperikuvia.

Vastauksia saatiin kaiken kaikkiaan 62 kpl. Tästä määrästä työmaan työnjohtoa on 48 kpl. Tähän ryhmään kuuluvat vastaavat mestarit, työnjohtajat ja työmaainsinöörit. Täysin tarkkaa vastausprosenttia on vaikea saada, koska kyselytutkimus lähti osittain myös sellaisille ihmisille joita kyselytutkimus ei koskenut ja sähköpostien jakelulistoissa oli puutteita. Arvioitu määrä, joita kyselytutkimus koski oli 120 ihmistä. Suhteellisen tarkaksi vastausprosentiksi tuli 52,5 %, jota voin pitää kohtalaisen hyvänä. Virhemarginaali on n. 10 %. Tämä on riittävä tarkkuus tässä opinnäytetyössä halutun tuloksen saavuttamiseksi.

6.2 Kyselytutkimuksen tulokset

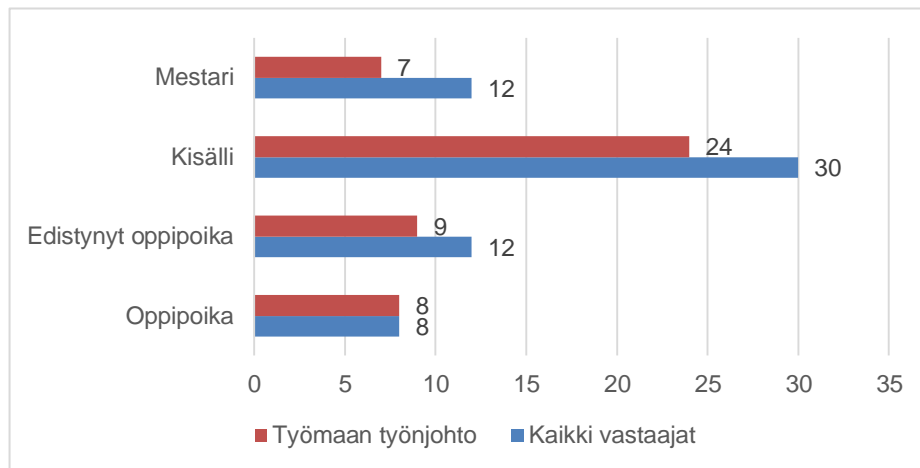
Kyselytutkimuksen tarkat tulokset on kuvattu liitteessä 3. Tarkat tulokset ovat vain Lujatalon käyttöön ja poistettu julkisesta versiosta.

Vastanneiden ikäjakauma jakaantui melko tasaisesti lukuun ottamatta alle 25- ja yli 60-vuotiaista. Työkokemuksen perusteella ahkerimmat vastaajat olivat alle 5 vuotta ja yli 20 vuotta työskennelleet.

Suurin osa vastaajista kokee olevansa hyviä tietokoneiden ja mobiililaitteiden osaajia (taulukko 1). Tulosta voidaan pitää hyvänä. Työnjohtajat arvioivat osaamistason hei-

kommaksi suhteessa kaikkiin vastaajiin. Kyselytutkimuksessa on kuitenkin pyydetty arvioimaan itseään ja tällä on vaikea arvioida todellista osaamista.

Taulukko 1. Oma kokemus mobiililaitteiden ja tietokoneiden osaamisesta.

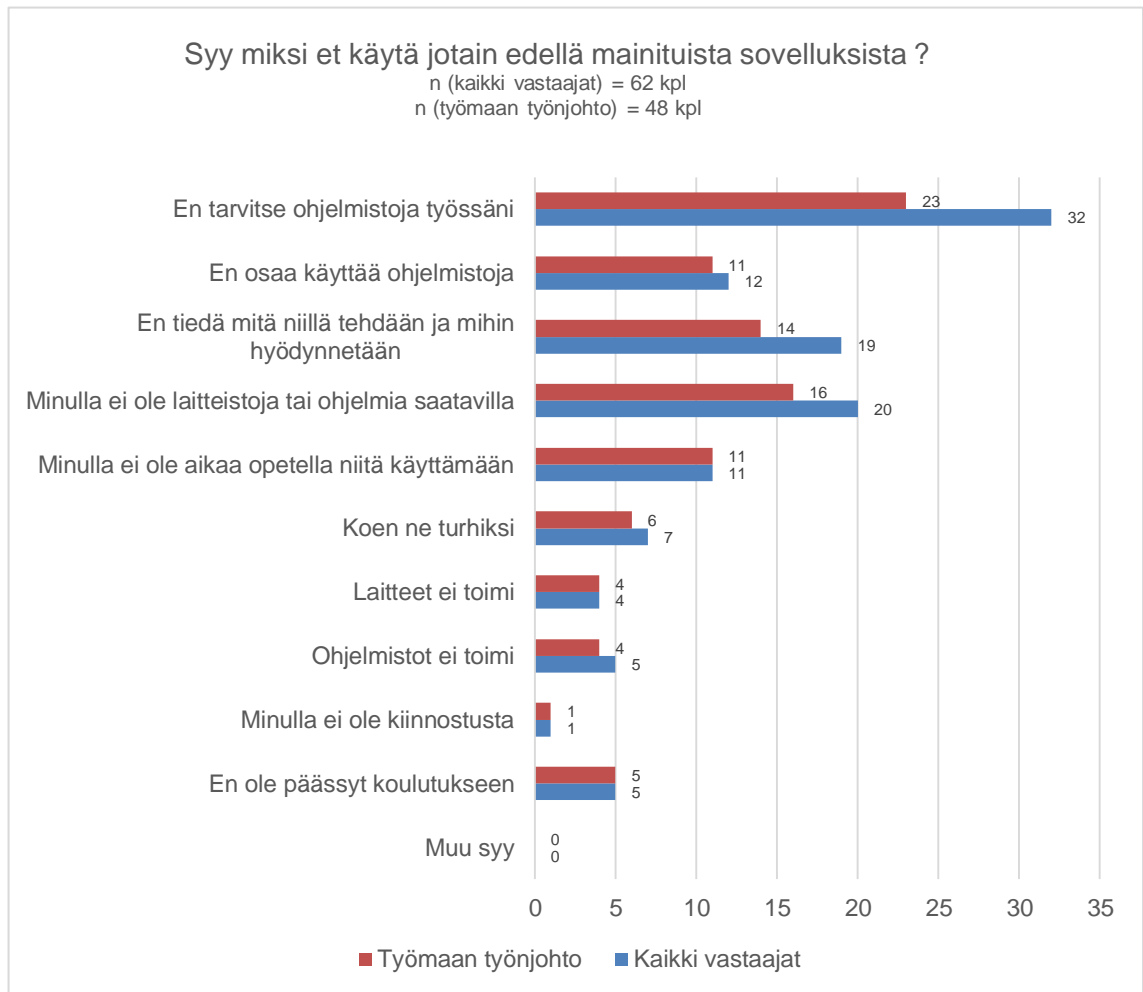


Kyselytutkimus osoittaa, että erityisen hyvin ohjelmistoista tunnetaan projektipankit ja Citrix Receiver -ohjelmisto. Työturvallisuuteen ja laadunhallintaan liittyvät ohjelmistot: KymppiPro, LujavireApp ja TurvaApp tunnetaan myös hyvin. Huonosti ohjelmistoista tunnetaan Acad360 ja BIMx. Osaltaan sitä selittää se, että kuvia katsellaan projektipankkien kautta sekä tietomallit ovat jo usein IFC formaatteja, joita kyseiset ohjelmat eivät tue. BIMx ja Acad360 ovat työnjohtajien keskuudessa mitä ilmeisimmin hyvin marginaalisen ryhmän käytössä.

Kyselytutkimuksesta selviää, että mobiililaitteissa käytetään eniten KymppiPro-, TurvaApp- ja projektipankkisovelluksia. Työnjohtajista 56 % käyttää KymppiPro-sovellusta tabletissa. Tutkimus kuitenkin osoittaa, että kaiken kaikkiaan mobiiliohjelmistoja käytetään vielä huonosti.

Pääsyy siihen, miksi mobiiliohjelmistoja ei vielä käytetä, on, ettei niitä koeta tarvittavan (taulukko 2). Kysymyksessä ei kuitenkaan eritelty eri ohjelmistoja, joten voi hyvin olla, että vastaajat eivät tarvitse jotain tiettyä mobiiliohjelmaa. Ohjelmistojen tunnettavuuteen liittyvä seikka on se, että n. 30 % vastaajista ei tiedä mihin ohjelmia käytetään. Työnjohtajat kokevat myös kiireen merkittäväksi syyksi, miksi ohjelmia ei opetella käyttämään. Iso osa vastaajista kokee myös niin, että ohjelmistoja ja laitteita ei ole saatavilla.

Taulukko 2. Ohjelmistojen käyttämättömyyden syitä.

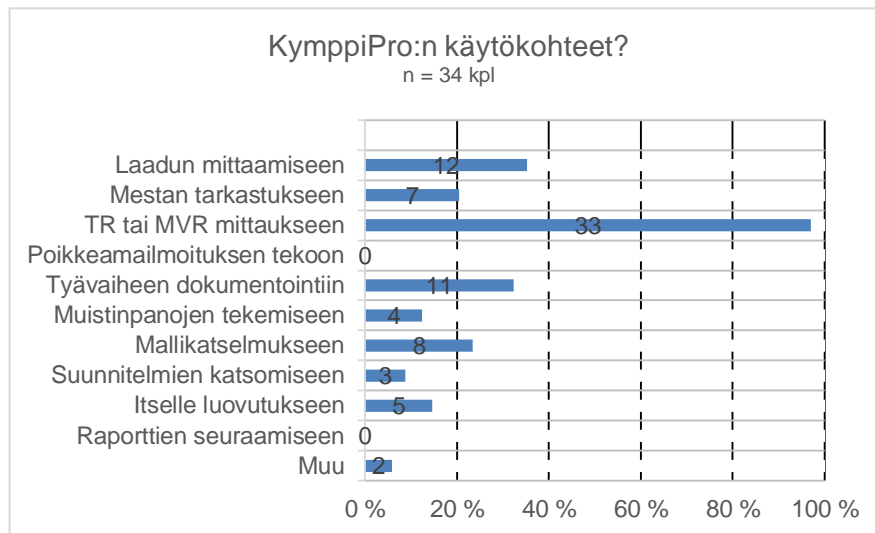


Eniten vastaajat kokevat saavansa hyötyä projektipankki, Citrix Receiver, KymppiPro ja TurvaApp -sovelluksista. Tämä korreloi hyvin siihen tulokseen, mitä ohjelmistoja eniten käytetään.

Kyselytutkimus osoittaa, että selkeää koulustarvetta mobiiliohjelmistojen käyttöön on olemassa. Eniten toivotaan käyttökoulutusta Tekla Field3D -sovellukseen. Tämä kuvastaa osaltaan sitä, että tietomallit ovat saavuttaneet työmaatason ja hyötyjä pikkuhiljaa ymmärretään.

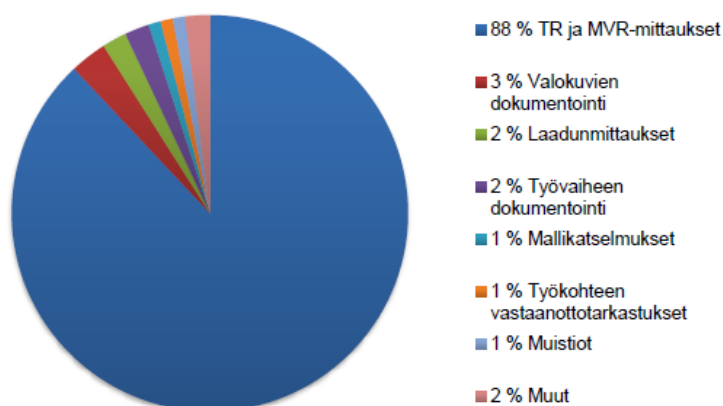
Vastaajista 34 eli 55 % käyttää työssään KymppiPro-sovellusta. Näistä käyttäjistä lähes kaikki käyttävät sovellusta TR- ja MVR-mittausten tekemiseen (taulukko 3). Lähes 40 % sovelluksen käyttäjistä käyttää sovellusta myös laadun mittaamiseen ja 32 % työvaiheiden dokumentointiin. Poikkeamailmoituksia ei kukaan vastaajista sanonut tekevänsä.

Taulukko 3. KymppiPro:n käyttökohteet.



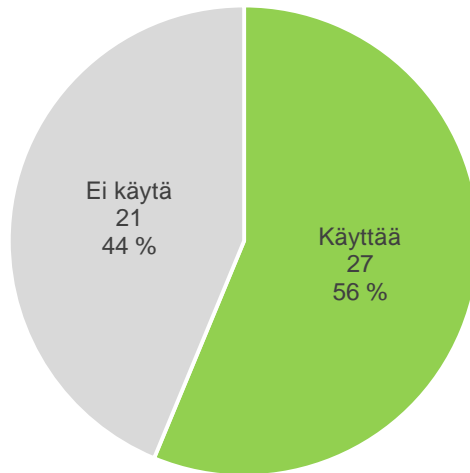
Ossi Koniel on tutkinut aiemmin opinnäytetyössään KymppiPro:n käyttökohteita (taulukko 4). Nykyisiin tuloksiin verrattuna huomataan selkeää kehitystä KymppiPro:n käyttökohteissa kaikilla osa-alueilla.

Taulukko 4. KymppiPro:n käyttökohteet vuoden 2017 alussa n=30 [49].



Työnjohtajista 56 % käyttää tietomalleja työmaalla (taulukko 5).

Taulukko 5. Tietomallien käyttö työmaalla n=48.



Kyselytutkimukseen vastanneet käyttävät eniten tietomalleja työmaalla visuaaliseen tarkasteluun ja mittojen ottamiseen.

Kyselytutkimuksesta saatiin selville myös se, että 80 % työnjohdosta käyttää TR-mittaukseen mobiililaitetta. Tulosta voidaan pitää melko hyvänä.

Kyselytutkimuksessa saatiin selville, että vastaajista 89 % käyttää perinteisiä paperisia piirustuksia, 82 % digitaalisia kuvia ja 48 % tietomalleja kuvien katseluun.

6.3 Haastattelut

Haastateltavilta kysyttiin miten edistyneenä he näkevät digitalisaation rakennusalalla ja kuinka digitaaliset työkalut vastaavat tarpeeseen. Haastateltavia on pyydetty myös miettimään sitä, miten he näkevät tulevaisuuden rakennusalalla digitalisaation osalta. Lisäksi haastateltavilta on pyydetty mielipidettä mobiiliohjelmistojen toimivuuksista ja niiden tuomista haasteista.

6.3.1 Ville Vatanen, Lujatalo Oy

Ville Vatanen toimii Lujatalolla työturvallisuuspäällikkönä. Hänellä on erilaista rakennusalan työkokemusta eri yrityksissä vuodesta 2006 lähtien. Vatanen on valmistunut vuonna 2015 rakennusmestariksi. Hän on toiminut Lujatalolla työnjohtajana ja nykyisessä työturvallisuuspäällikön tehtävässään syksystä 2017 lähtien.

Haastattelussa Vatanen harmittelee sitä, että, rakennusosalalla digitalisaation jalkautuminen on ollut hidasta. Pienet rakennusliikkeet tulevat kaukana perässä mobiililaitteiden, ohjelmistojen ja tietokoneen käytön osalta verrattuna suuriin rakennusliikkeisiin.

Vatanen kokee, että digitaalisten työkalujen kehitys on tällä hetkellä hieman pidemmällä, kuin rakennustyömaiden ammattilaisten käyttötaidot niiden osalta. Erityisen tärkeää olisi järjestää käyttökoulutusta ja saada rutiinia mobiiliohjelmistojen käyttöön. Käyttäjiltä pitäisi saada suoraa palautetta ohjelmistoista, jotta niitä voitaisiin kehittää.

Vatanen iloitsee siitä, kuinka paljon mobiiliohjelmistot helpottavat esimerkiksi TR-mittauksia. Eteenkin suurilla työmailla hyöty on tuntuva. Havainnot kootaan helposti sähköiseen kansioon ja lähetetään tarvittaessa automaattisesti asianomaisille vastuuhenkilöille. Mittaus voidaan tehdä nopeammin ja paperimapeista päästään eroon. Vatanen toivoo, ettei mittauksia ja turvallisuushavaintoja enää tehtäisi ollenkaan paperilla. Ohjelmistojen avulla tehdyt mittaukset ja havainnot saadaan laajempaan tietouteen. Paluuta perinteiseen paperilla tehtyyn TR-mittaukseen ei enää ole.

Haasteena Vatanen pitää digitalisaation laajempaa jalkauttamista rakennustyömaille. Vasta tehokkaan ja kattavan käyttöönoton jälkeen ohjelmistokehitys jatkaa urallaan eteenpäin kunnon harppauksin. Mobiilisovellusten kehittäjät ovat oman alansa ammattilaisia ja rakentajat rakentamisen ammattilaisia, jotka tietävät parhaiten, miten työmaa todellisuudessa toimii. Haaste on saada ohjelmistokehittäjien tekemät tuotteet laajalti rakennusalan ammattilaisten aktiivikäyttöön. Vasta tämän jälkeen voidaan tehokkaasti antaa kehitysehdotuksia takaisin sovellusten kehittäjille ja tämänlaisella yhteistyöllä työkaluista saadaan oikeasti työmaata palvelevat.

Vataseen mielestä nykyiset ohjelmistot ovat pääsääntöisesti hyvin toteutettu. Hän on huomannut, että nuoremmat työnjohtajat suhtautuvat työturvallisuuteen ja mobiilityökaluihin usein paremmin, kuin vanhempi sukupolvi. Ajan saatossa rakennusala tulee tie-

tysti kehittymään tälläkin osa-alueella, mutta muutosta pitää vauhdittaa aktiivisen kehitystyön ja kouluttamisen avulla.

Ennen kaikkea Vatanen toivoo turvallisuuskulttuurin muutosta. Tarvitaan pitkäjänteistä asennekasvatusta, jotta ihmiset saadaan ajattelemaan oman turvallisuutensa lisäksi myös omien tehtäviensä muille aiheuttamat riskit ja seuraukset. Yhtenä hänen digitalisaatioon liittyvistä tavoitteistaan on lisätä Lujatalolla ohjelmistojen ja mobiililaitteiden käyttöastetta sekä tehokkuutta työturvallisuustyössä. [42.]

6.3.2 Timo Hörkkö, Lujatalo Oy

Timo Hörkkö toimii Lujatalolla mikrotukihenkilönä. Tehtävässään hän on ollut noin 15 vuotta. Hän on pitkään päässyt seuraamaan aitiopaikalta it-sektorin kehitystä työmailla.

Hörkön mielestä vasta nyt rupeaa olemaan sellaiset laitteet ja ohjelmistot työmailla, jotka mahdollistavat niiden todellisen hyödyn. Työmaaparakeissa on ollut it-laitteita pitkään, mutta nyt laitteita voi käyttää itse rakentamisen ytimessä.

Hörkkö kokee, että nuoret työnjohtajat lähestyvät laitteita ja ohjelmistoja helpommin, kuin vanhemmat työnjohtajat. Niille, jotka ovat 20–30 vuotta paperisia kuvia tottuneet katsomaan, on vaikea lähteä muuttamaan ajatusmaailmaa. Digitaalisten laitteiden käyttäminen vaatii uuden ajattelumallin. Toki vähäiselläkin it-kokemuksella olevia työnjohtajia on lähtenyt laitteita ja ohjelmistoja kokeilemaan.

Hörkkö on sitä mieltä, että mobiiliohjelmistoista on hyötyä, mutta se riippuu myös käyttäjän omasta asenteesta ja halusta. Mobiililaitteilla tehtävä TR-mittaus on saanut eniten positiivista palautetta. Paperikuvia ei pitäisi siinä vaiheessa olla ollenkaan, kun 3D-tietomalleja aletaan oikeasti käyttää. Digitaalinen kuvakin voi olla jo vanha siinä vaiheessa, kun se tulostetaan paperille. Muutaman vuoden kuluttua päästään siihen, että asiat tehdään tietomalleja hyödyntäen ja asioita voidaan tehdä samankaltaisesti.

Hörkkö kokee, että ihmiset osaavat hyvin käyttää perusohjelmistoja, kuten Microsoftin tuotteet, koska peruskäyttäjätukea ei enää juurikaan niihin tarvitse antaa. Nykyisin kyselyjä tulee ohjelmistojen virhetiloihin liittyen, printtereiden hakemiseen ja salasana asioihin. Mobiiliohjelmistojen käyttämiseen tarvittaisiin lisää koulutusta. Koulutus pitäisi

olla myös jatkuvaa eikä niin, että niitä järjestetään ohjelmiston ilmestyessä ja sitten asia jää unholaan. [43.]

6.3.3 Reijo Takkinen, Lujatalo Oy

Reijo Takkinen toimii Lujatalolla hankekehityspäällikkönä. Hän on toiminut Lujalla 29 vuotta ja nykyisessä tehtävässään 7 vuotta.

Takkinen kokee, että digitalisaatio rakennusalaalla on vielä lapsen kengissä. Lujaa vauhtia kuitenkin mennään eteenpäin ja lähivuosina edistys tulee olemaan nopeaa. Digitaaliset työkalut eivät vastaa vielä hyvin tarpeisiin. Kehitystä tapahtuu usealla yrityksellä. Tietomallien tarkastelussa ongelmana on se, että jokaisessa sovelluksessa mallit muutetaan hieman erilaisiksi, jotta niitä voidaan käyttää kyseisellä ohjelmalla. Yhteiset standardit puuttuvat.

Rakennusalan digitalisaatiossa tulee tapahtumaan edistystä niin nopeasti, että työmaila uusien asioiden omaksumisessa on haasteita. Digitalisaatio tulee tulevaisuudessa auttamaan työmaila. Mobiiliohjelmistojen toimivuudessa on haasteita. jokainen yritys kehittää ohjelmistojaan niin nopeasti, että toiminnallisuus ei pysy aina mukana. Haasteena on yhteisten standardien puute, jolloin ohjelmien yhteensovitus on hankalaa. [44.]

6.3.4 Oskar Smeds, Congrid Oy

Oskar Smeds haastattelussa kertoi, kuinka Suomessa on otettu tämän vuosikymmenen loppupuolella jättiharppauksia eteenpäin rakennusalan digitalisaatiossa. Muihin aloihin verrattuna rakennusalan digitalisaatiota hyödynnetään vähän, tosin liikkeelle on lähdetty myöhään. Nykyiset sovellukset ovat paljon edellä siihen verrattuna, mitä ne olivat viisi vuotta sitten.

Tarve ja työkalut lähentyvät koko ajan toisiaan. Haahtela teki vuonna 2003 ensimmäisen ViPu-työkalun, jolla tehtiin merkintöjä pohjakuviin. Moni yritys on vuosien saatossa käynnistänyt erilaisia digitaalisia projekteja, koska ei ole ollut tuotteita, joilla rakennusliikkeiden ongelmat olisivat ratkenneet. Smeds näkee edelleen suurina ongelmina manuaalisen tiedonsiirron järjestelmistä toiseen sekä tiedon ja panttaamisen eri toimijoi-

den välillä. Tieto on edelleen läpinäkymätöntä. Työmaan tieto ei kulje suunnittelijoille ja virheistä ei opita. Tietoa joudutaan edelleen etsimään ja suodattamaan paljon. Ei ole rakennettu niin täydellistä tietosysteemiä, että tieto tavoittaisi aina oikeat tahot automaattisesti.

Tulevaisuudesta rakennusalan digitalisaation suhteen Smedsillä on paljon ajatuksia. Tärkeänä seikkana hän näkee 3D/4D/5D/?D-tietomallien ottamisen kaikkeen tuotantoon. Tulevaisuudessa mallit kertovat mitä rakennusosat mihinkin tulee asentaa, milloin ja mitä on asennettu. Tietomalleista saadaan tarkat tiedot valmistuspäivästä ja käytetyistä materiaaleista. Tulevaisuuden tietomallit kertovat mikä projektin tilanteen pitäisi olla ja mihin päädytään, jos korjausliikkeitä ei tehdä.

Työmailta kerääntyy jo nyt valtavat määrät tietoa. Tätä tietoa on opittava visualisoimaan, kohdentamaan ja käyttämään päätöksenteon tukena. Tätä kautta tietoisuus asioista ja kehityskohteista kasvaa.

Smeds visioi, että alussa tekoäly pystyy tuomaan halutun tiedon käyttäjälle nanosekunneissa. Pikkuhilaa tekoälyt kehittynevät niin, että ne pystyvät tekemään itsenäisiä päätöksiä ja niitä voidaan hyödyntää päätöksenteon tukena. Mahdollisuudet tekoälyn suhteen ovat varmaan rajattomat ja se tulee vaikuttamaan kaikkeen.

Anturit tulevat kehittymään ja halpenemaan. Tämä mahdollistaa ympäristön havainnoimisen mitä moninaisimmilla tavoilla. Rakentamisen aikana voidaan seurata olosuhteita, kuten betonin kuivumista ja kovuutta sekä kosteushavaintoja. Energian kulutusta voidaan optimoida itsestään säätyvillä puhaltimilla ja lämmittimillä. Kiinteistön käytön aikana anturiteknologiaa voidaan hyödyntää tilojen käyttöasteen mukaan, optimoida energian kulutusta ja havainnoida mahdollisia kosteusvaurioita.

AR-tekniikka (*Augmented Reality*) eli lisätty todellisuus tulee myös rakennusalalle. Tulevaisuuden rakennusmiehellä on varmaankin kypärä, jonka avulla näkee mihin väliseinien rangat asennetaan ja missä IV-putket kulkevat. Valvoja näkee oman kypäränsä välityksellä työmaalla kulkiessaan, mitä hänen huomioidensa eteen on tehty.

Paikkatietoisuus on erittäin tärkeä infran tiehankkeissa. Asunto- ja toimitilarakentamisessa tilakohtainen tieto auttaisi LEAN-ajattelun jalkautumisessa. Prosessit tehostuisivat ja sitä kautta kustannukset alenisivat yrityksille ja loppukäyttäjille.

Smeds toivoo, että tulevaisuuden tiedonkulku olisi saumatonta. Esimerkiksi hän nostaa tilanteen, jossa työntekijä tekee havainnon, niin se kulkeutuisi esim. mallin kautta myös suunnittelijoiden pöydälle. Nykyään kaikki eivät saa tärkeää tietoa. Smeds näkee isona ongelmana alustat. Eri alustojen kirjo tekee ongelmaksi sen, että tieto on pirstaloitunut moneen paikkaan. Digitalisaatiossa otettaisiin iso loikka eteenpäin, jos olisi olemassa vain yksi yhteinen alusta.

Smeds ihmettelee sitä, miksi Google on ollut niin hiljaa rakennusalalla. Google perusti jo 6 vuotta sitten rakennusalan mahdollisuuksia luotaavan yksikön. Smeds arvelee, että rakennusala on niin omaleimainen ala, että sitä ei oteta haltuun pelkällä teknologiaosaamisella. Tällä hetkellä Googlen tapainen yritys saa parempaa tuottoa muualta. Toinen suuri teknologiayritys Tesla on kehittänyt jo kattotiiliä, jotka toimivat myös aurinkopaneeleina. [41.]

6.3.5 Haastattelujen yhteenveto

Haastatteluista tuli ilmi, että digitalisaation kehitys rakennusalalla on ollut hidasta. Muut alat ovat digitalisaatiossa paljon pidemmällä. Rakennusalalla digitalisaatiossa ollaan vielä alkuvaiheessa, mutta lähitulevaisuudessa kehitys tulee olemaan nopeaa.

Mobiiliohjelmistoista on jo nyt selkeää hyötyä, vaikka digitaaliset työkalut eivät vielä täysin vastaa tarpeisiin. Tarve sekä työkalut lähentyvät koko ajan toisiaan. Työmaiden haasteena on uusien asioiden omaksuminen ja digitalisaation laajempi jalkauttaminen.

Mobiiliohjelmistojen haasteena on niiden toiminnallisuus ja yhteisten standardien puute. Tieto on edelleen läpinäkymätöntä. Tieto ei vielä kulje saumattomasti kaikille osapuolille.

Haastatteluista nousee selkeästi esille vanhemman sukupolven kielteinen suhtautuminen uusiin digitaalisiin työkaluihin. Vanhojen asenteiden muuttamisessa on tekemistä. Keskeiseksi kehitysassiaksi nousi mobiiliohjelmistojen kouluttaminen ja jalkauttaminen työmaille.

Kaikista haastateltavista huokui hyvin odottavainen ja toiveikas asenne rakennusalan digitalisaatioon. Haastatteluissa nousi ajatuksia siihen, että lähivuosina rakennusalan

digitalisaatio tulee kehittymään paljon. Keskeiset kehitysasiat digitalisaatiossa tulevat olemaan tietomallinnus, esineiden internet, lisätty todellisuus ja paikkatietoisuus.

7 Kehitysehdotuksia

7.1 Perehdytys

Työnjohtajilta perehdytykseen paperitöineen menee äkkiä yli puoli tuntia aikaa. Isolla työmaalla alihankkijoita tulee ja vaihtuu jatkuvasti. Lain mukaan jokainen työmaalla työskentelevä tulee perehdyttää ennen töiden aloittamista.

Rakennusteollisuus on julkaissut syyskuussa 2017 e-perehdytyksen. E-perehdytyksen tarkoituksena on suorittaa etukäteen yleisperehdytys, joka jäisi työmailta pois. Työpaikkakohtainen perehdyttäminen pitäisi silti tehdä. Perehdytys on voimassa vuoden ja maksaa 24 €. Rakennusteollisuuden jäsenyritykset saavat alennusta -50 %. Menettely säästää aikaa ja kustannuksia kaikilta osapuolilta. [47.]

Ehdotukseni on, että Lujatalolla asiaa tutkittaisiin ja testattaisiin. Hyvinkin voisi olla niin, että jo alihankintasopimukset edellyttäisivät sitä, että e-perehdytys olisi voimassa ennen työmaalle menoa.

7.2 Betonoinnin dokumentointi mobiililaitteilla

Betonointipöytäkirjojen ja -suunnitelmien laadintaan menee työnjohtajilta paljon aikaa. Nykyään tyypillinen tilanne on se, että betonointipöytäkirjat tehdään sitten jossain vaiheessa betonoinnin jälkeen. Säätietoja ei välttämättä muisteta ja rahtikirjat ovat taskunpohjalla ryttyisinä. Rahtikirjoja saattaa olla myös useita, koska tyypillisesti samalla työnjohtajalla saattaa olla useita valukohteita.

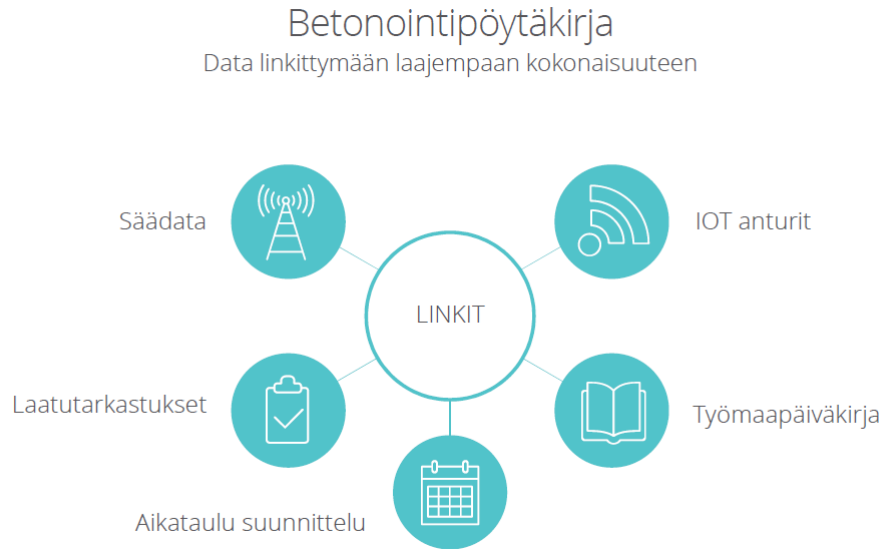
Työnjohtajalla pääpaino on itse betonoinnin valvomisessa eikä dokumenttien tekemisessä. Dokumenttien tekeminen on kuitenkin tärkeä osatekijä laadunhallinnan kannalta. Suomessa on laajasti uutisoitu betonoinnin ongelmista ja etsitty kiivaasti syitä niihin. Ilman riittävää dokumentointia on ongelmatilanteissa mahdotonta päästä kiinni kaikkiin asioihin.

Betonointipöytäkirjojen tekeminen pitäisi olla mahdollista mobiililaitteilla betonivalun yhteydessä. Kuormakirjojen kuuluisi tulla automaattisesti mobiililaitteisiin. Sää ja paikatietojen kirjaus pitäisi olla myös automatisoitua betonointipöytäkirjoihin. Kuvassa 30 on kuvattu betonointi dokumentoinnin ongelmat.



Kuva 30. Betonointipöytäkirjan tekemisen ongelmat [38].

Congrid on juuri kehittämässä digitaalista betonointipöytäkirjaa. Siinä betonitoimittajan tilausjärjestelmä lähettää jokaisen betonikuljetuksen kuormakirjan projektin tietovarastoon. Työnjohtaja luo mobiililaitteella pöytäkirjan, johon kuormakirja linkittyy. Pöytäkirjat ovat saatavilla sähköisesti koko rakennuksen elinkaaren ajan. Tällä hetkellä Congridilla yhteistyö betonitoimittajista on Ruduksen kanssa. Kehitystyön tarkoituksena on saada betonointipöytäkirja linkittymään laajempaan kokonaisuuteen, kuva 31.



Kuva 31. Visiot betonointipöytäkirjasta [38].

Ehdotukseni on, että Lujatalolla tutkittaisiin sähköisen betonointipöytäkirjan tekemistä ja käyttöönottamista mobiililaitteille. Sähköisestä betonointipöytäkirjasta olisi mitä suurimmassa määrin hyötyä työmaan työnjohdolle.

8 Pohdintaa

Digitalisaatio rakennusalalla kasvaa. Erilaisten mobiilisovellusten käyttäminen arjessa madaltaa kynnystä käyttää mobiililaitteita ja sovelluksia myös työmaalla.

Perinteisten menetelmien kannattajia löytyy yhä. Asenne ”näin on aina tehty” on joillakin rakennusalalla hyvin syvälle pinnittynyt ajatusmaailma. Mikäli uusia toimintatapoja ei haluta opetella käyttämään, on se suuri hidaste rakennusalan digitalisoitumiselle.

Digitalisaatiolla voidaan tukea paljon rakentamisvaihetta. Työkaluja on saatavilla työturvallisuuteen, laadunhallintaan, logistiikkaan, hankintoihin ja henkilöstöhallintaan.

Pelkät hienot sanat kuten BIM, IoT, digitalisaatio tai virtuaalisuus ei paljon työnjohtoa lämmitä. Ne kätkevät kuitenkin sisälleen paljon mahdollisuuksia. Työnjohtajilla on tulevaisuudessakin vastuu työturvallisuudesta, aikatauluista, resursseista, kustannuksista ja laadunhallinnasta. Digitaaliset työkalut tuovat työnjohtajan työhön helpotusta.

Uskon siihen, että lähitulevaisuudessa työntekijöiden ja työnjohtajien tiedonsiirto helpottuu ja automatisoituu. Tällä tulee olemaan merkittävä vaikutus rakennusalalla. Työntekijät kuittaavat mobiililaitteilla tehtyjä töitä, jolloin työnjohtajan on helpompi seurata tilannetta omalta laitteeltaan. Tätä tehdään jo nyt mutta kaikki on niin alkutaipaleella. Laitteet eivät poista vastuuta laadusta, mutta helpottavat laadun hallinnointia.

Tulevaisuudessa tietomallintamisessa tulee olemaan suuri taloudellinen hyöty, kun sitä voidaan hyödyntää aina suunnittelusta koko rakennuksen elinkaareen saakka. Käytön ja ylläpidon saavuttamat hyödyt mallintamisesta tulee olemaan suuret, kun siihen yhdistyy vielä IoT-tekniikka.

Esineiden internet, taloautomaatio ja tekoäly mahdollistavat tulevaisuudessa sen, että toteumadataa voidaan hyödyntää suunnittelussa ja rakentamisessa. Tämä mahdollistaa terveempien ja energiatehokkaimpien rakennusten syntyyn. Mahdollisuuksia siis on, mutta tutkimusta ja kehitystyötä tarvitaan jokaisella sektorilla.

Robottiikkaa on selkeästi kehitteillä työmaille. On kuitenkin vielä pitkä matka siihen, ennen kuin robotit rakentavat kokonaan talot. Joka tapauksessa robottikin tarvitsee

ihmisen tuekseen ja toimiakseen. Voi olla, että jossain vaiheessa rakennusalan ammattilaiset ohjelmoivat päivittäin robotteja, jotka rakentavat taloja.

Avainasemassa digitalisaation onnistumiselle on se, kuinka tehokkaasti valtavia data-määriä voidaan hyödyntää ja kuinka helposti ne saadaan kommunikoimaan keskenään.

Miksi rakennusala laahaa digitalisaatiossa näin jäljessä muihin aloihin verrattuna, on mielenkiintoinen kysymys. Helppo olisi sanoa, että alaa ei kiinnosta tai ala ei ole tunnistanut tarvetta uusille sovelluksille. Yksi syy voi olla, että ala omaleimaisuutensa johdosta ei ole houkutellut ohjelmistokehittäjiä, joilla ei ole kosketuspintaa rakennusalaan. Ohjelmistokehittäjät eivät ole yksinkertaisesti kyenneet hahmottamaan tai rakentajat eivät ole onnistuneet selittämään tarpeitaan, minkä johdosta suuria onnistumisia ei ole nähty.

Joka tapauksessa digitalisaatio ei missään nimessä ole ohikiitävä asia vaan tulee multistamaan tulevaisuuden. Rakennusalan digitalisoituminen tulee nostamaan rakennusalan niin heikkoa tuottavuutta. Digitalisaatio vaatii kuitenkin vielä paljon kehitys- ja yhteistyötä ennen kuin se on tehokkaasti kaikkien käytössä.

9 Yhteenveto

Insinööriyössä tutkittiin, kuinka mobiiliohjelmistot tukevat työnjohdon tehtäviä Lujatalon rakennustyömailla. Työssä tutkittiin työnjohtajien käytössä olevien mobiiliohjelmistojen tunnettavuuksia, käyttöasteita, hyötyjä ja koulutustarpeita.

Opinnäytetyön tavoite oli selvittää, kuinka ohjelmistojen käyttöä tulisi tehostaa työmaalla, tutkia ohjelmistojen päällekkäisyyksiä ja puutteita. Tavoitteena oli myös tutkia ohjelmien yhdistämistä samalle alustalle ja ohjelmien käyttöoikeuksien jakamista.

Teoreettisessa tutkimuksessa tutustuttiin alan kirjallisuuteen, artikkeleihin, internet sivuihin ja luettiin aihealueen aikaisempia opinnäytetöitä. Empiirinen tutkimus suoritettiin kyselytutkimuksella, haastatteluilla ja ohjelmien testauksilla.

Laadunvalvonta vaatii paljon dokumentointia, seuranta ja valvontaa. Tarkastusten, virhe- ja puutelistojen sekä poikkeamailmoitusten dokumentointi onnistuu hyvin KymppiPro:lla. Tieto on heti tallessa pilvipalvelussa, ajan tasalla ja kaikkien saatavilla. Työnjohtajat säästävät paljon aikaa ja tiedonkulku nopeutuu. Lisäksi dokumentit ovat yhdenmukaisia ja mobiiliohjelmistot vähentävät unohdusten syntyä.

Mobiiliohjelmistoista työnjohtajat ovat parhaiten ottaneet käyttöön digitaalisen TR-mittauksen. Ohjelmisto helpottaa konkreettisesti TR-mittausta ja säästää aikaa. Mittaaminen on tehty helpoksi, mittauks tulokset ovat heti tallessa, laskettu oikein ja kaikkien nähtävillä. Digitaaliset mittaukset ovat myös havainnollisia, kun niihin voidaan liittää valokuvia. Mobiililaitteilla tehdyt TR-mittaukset ja turvallisuushavainnot kohdentuvat heti oikeille vastuuhenkilöille. Kuittausominaisuudet mahdollistavat sen, että työnjohtajat pystyvät seuraamaan mobiililaitteiltaan korjauspyyntöjen tilaa.

LujavireApp-sovelluksen avulla työnjohtajat voivat löytää uusia työtapoja, työmenetelmiä tai apuvälineitä työntekoon ja työturvallisuuteen. Mikäli omalla työmaalla on keksitty jotain uusia edellä mainittuja asioita, niin sovelluksen avulla ne voidaan jakaa muiden työmaiden tietoisuuteen.

Digitaaliset projektipankit säästävät työnjohtajan aikaa, kun kuvat ovat mobiililaitteissa aina mukana. Suurena etuna on kuvien ajantasaisuus ja yhdenmukaisuus.

Tekla Field3D soveltuu hyvin tietomallien visuaaliseen tarkasteluun työmaalla. Sovellus tukee työnjohdon työtä. Työnjohtajat näkevät mobiililaitteeltaan millaiselta kohteen pitäisi näyttää, tietomallista saadaan erilaista informaatiota ja tietomallia voi kommentoida suoraan työmaalla. Acad 360 ja BIMx -sovellukset soveltuvat hyvin mallin visuaaliseen tarkasteluun ja piirustusten katseluun.

Kalustopalvelu Työmaaweb -mobiilisovelluksen avulla työnjohtajat voivat tehdä kalustotilauksen työmaalle heti, kun tarve havaitaan. Sovelluksen avulla työnjohto pystyy myös seuraamaan työmaalla olevan kalustomäärän.

Yhteenvetona voidaan sanoa, että lähes kaikki käytössä olevat mobiiliohjelmistot tukevat työnjohtoa rakennustyömaalla.

Tutkimustulokset osoittivat, että keskeiset käytössä olevat mobiiliohjelmistot tunnetaan kohtuullisen hyvin. Kokonaisuutena mobiiliohjelmistojen tunnettavuudessa on kuitenkin puutteita.

KymppiPro:ta käyttää 56 %, projektipankkeja 41 % ja TurvaApp-sovellusta n. 30 % työmaan työnjohtajista. Muita ohjelmistoja käytetään melko huonosti. Pääsyyt mobiiliohjelmistojen käyttämättömyyteen ovat: ei koeta tarvetta, ei tiedetä, mitä niillä tehdään ja mihin hyödynnetään sekä vastaajien mielestä ohjelmistoja tai laitteita ei ole saatavilla.

Tutkimustulokset osoittivat, että mobiiliohjelmistoista on työnjohdolle hyötyä. Työnjohtajat kokevat saavansa eniten hyötyä projektipankki, Citrix Receiver, KymppiPro ja TurvaApp -sovelluksista. KymppiPro:ta käytetään pääsääntöisesti TR- ja MVR-mittausten tekemiseen. Työmailla kuitenkin 20 % vastanneista työnjohtajista käyttää vielä paperilla tapahtuvaa TR-mittaamista. KymppiPro:ta käytetään myös kohtuullisesti laadun mittaamiseen ja työvaiheiden dokumentointiin.

Tulokset osoittivat myös selkeän koulutustarpeen mobiiliohjelmistojen käytölle. Haasteena mobiilisovellusten käyttöönotolle on ohjelmistojen jalkauttaminen työmaille ja siihen liittyvä muutosvastarinta.

Mobiiliohjelmistojen käyttöä työnjohtajilla voidaan tehostaa koulutuksilla. Koulutustilaisuuksien täytyy olla säännöllisiä ja niitä pitää jalkauttaa työmaille. Keskeisten ohjelmis-

tojen koulutusten kuten KymppiPro ja TurvaApp pitäisi olla pakollista kaikille. Tällä tavalla saataisiin ohjelmistoihin tunnettavuutta ja näkökantaa myös niille, jotka ohjelmistojia eivät halua käyttää.

Käytössä olevia mobiilisovelluksia ei voida yhdistää suoraan samalla alustalla toimiviksi. Syy tähän on tietokantojen koko, salasanojen sekä käyttäjätunnusten hallinnointi ja eri yritysten tekemät sovellukset. KymppiPro:hon on luotu linkit keskeisimpiin sovelluksiin, jotka helpottavat sovellusten löytymistä.

Mobiilisovellusten käyttöoikeuksien jakaminen voidaan pitää niin, että niitä annetaan tarpeen mukaan. Ainoaksi haasteeksi nousivat projektipankkien käyttäjätunnukset, johon pitää saada yhtenäisempi linjaus kenelle käyttäjätunnus annetaan. Suotavaa olisi, että tunnukset olisivat kaikilla työntekijöillä, jotka piirustuksia työssään joutuvat käyttämään.

Kehitystarpeiksi opinnäytetyössä mobiililaitteille nousi e-perehdytyksen käyttöönotto ja sähköisen betonointipöytäkirjan tekeminen. Lisäksi mobiiliohjelmistoista puuttuivat aikataulujen kuten kolmiviikkoisaikataulujen tekemiseen sekä valvontavinjetin tekemiseen liittyvät ohjelmistot.

Lähteet

- 1 Lujatalon verkkosivut <http://www.lujatalo.fi/>, luettu 20.10.2017.
- 2 Rakennetun omaisuuden tila verkkosivut <http://roti.fi/tiiviisti-2/yhteenvedo-suosituksista/>, luettu 2.12.2017.
- 3 Rakennetun omaisuuden tila julkaisu http://roti.fi/wp-content/uploads/2015/12/ROTI_2017_Paneelit_DIGI.pdf, luettu 2.12.2017.
- 4 Kira-digi kotisivut <http://www.kiradigi.fi/etusivu.html>, luettu 10.11.2017.
- 5 Digibarometrin verkkosivut http://www.digibarometri.fi/uploads/5/8/8/7/58877615/digibarometri_2017.pdf, luettu 2.11.2017.
- 6 Rakennetun omaisuuden tila (ROTI) raportti <http://roti.fi/wp-content/uploads/2015/12/ROTI-2017-raportti-1.pdf>, luettu 2.11.2017.
- 7 Rakennustiedon kotisivut <https://www.rakennustieto.fi/index/ajankohtaista/teohanke.html.stx>, luettu 5.12.2017.
- 8 KPMG:n verkkosivut <https://home.kpmg.com/fi/fi/home/uutiset-ja-julkaisut/2016/01/digitalisaatio-etenee--vaikutukset-rakennusalaan-.html>, luettu 1.11.2017.
- 9 Collin Jari & Saarelainen Ari. Teollinen internet. Talentum 2016.
- 10 Rakennuslehti nro. 30 2017.
- 11 IT expertise wiki verkkosivut, <https://www.itewiki.fi/julkaisu/integralin-ja-el-siten-kehittama-aly-seuranta-rakennustyomaille>, luettu 2.1.2018.
- 12 Abloy Pulse esite, [https://www.abloy.fi/Abloy/Abloy.fi%20\(OW2\)/Ratkaisut/PULSE/Abloy_pulse_brochure_V2_FINAL_LR.PDF](https://www.abloy.fi/Abloy/Abloy.fi%20(OW2)/Ratkaisut/PULSE/Abloy_pulse_brochure_V2_FINAL_LR.PDF), luettu 3.1.2018.
- 13 Hiltin verkkosivut, [https://www.abloy.fi/Abloy/Abloy.fi%20\(OW2\)/Ratkaisut/PULSE/Abloy_pulse_brochure_V2_FINAL_LR.](https://www.abloy.fi/Abloy/Abloy.fi%20(OW2)/Ratkaisut/PULSE/Abloy_pulse_brochure_V2_FINAL_LR.), luettu 5.1.2018.
- 14 Fimatec verkkosivut, <http://fimatec.fi/wp-content/uploads/2017/05/Lehdist%C3%B6tiedote-5.5.2017.pdf>, luettu 5.1.2018.

- 15 Rakennuslehti nro. 10 2017.
- 16 Tekniikka & talous lehden verkkosivut. <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/rakennus/2003-02-07/Rakennussuunnittelu-loikkaa-suurin-toivein-virtuaaliin-3289678.html>), luettu 6.11.
- 17 Jäväjä & Lehtoviita. Tietomallintaminen rakennustyömaalla. Rakennustieto 2016.
- 18 Penttilä Hannu. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa: yleiset periaatteet. Rakennustieto 2006.
- 19 VTT:n verkkosivut <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/>, luettu 22.11.2018.
- 20 RT kortti 10–10992, Tietomallinnettava rakennushanke.
- 21 Teklan verkkosivut, <https://www.tekla.com/fi/referenssit/sosiaali-ja-terveyskeskus-just>, luettu 20.12.2017.
- 22 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009. Annettu Helsingissä 26.3.2009. Saatavilla sähköisesti osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>
- 23 Työturvallisuuslaki 2007/738, § 14. Annettu Helsingissä 23.8.2002. Saatavilla sähköisesti osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>
- 24 Työsuojeluhallinnon verkkosivut <http://www.tyosuojelu.fi/tyosuojelu-tyopaikalla/tyoolosuohdemittarit/tr-mittari->, luettu 16.11.2017.
- 25 Kankainen & Junnonen. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot. Rakennustieto 2001.
- 26 Rakennustöiden laatu 2017. Rakennustieto 2016.
- 27 Maankäyttö- ja rakennuslaki. Rakennustyön tarkastusasiakirja, § 150. Annettu Helsingissä 17.1.2014 Saatavilla sähköisesti osoitteessa <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L20P150f>.
- 28 Samsung verkkosivut <http://www.samsung.com/fi/>, luettu 1.12.2017.
- 29 Techtarget verkkosivut <http://searchsoftwarequality.techtarget.com/definition/native-application-native-app>, luettu 3.1.2018.

- 30 Tommi Ristolan blogi kirjoitus, <https://ristola.wordpress.com/tag/natiivi/>, luettu 3.1.2018.
- 31 City Dev Labs verkkosivut, <https://citydevlabs.fi/kolme-tapaa-kehittaa-mobiilisovellus/>, luettu 5.1.2018.
- 32 Wilken Jeremyj. Ionic in Action: Hybrid Mobile Apps with Ionic and AngularJS. Mannig Publications, 2015.
- 33 Teklan verkkosivut, <https://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-field3d>, luettu 17.11.2017.
- 34 Lujatalon intranet, Lunetti. Luettu 13.11.2017.
- 35 Lujatalon verkkosivut, <http://www.luja.fi/sosiaalinen-vastuu>, luettu 16.12.2017.
- 36 Granon verkkosivut, <https://www.grano.fi/ajankohtaista/4-syytä-valita-SokoPro-projektipankki>, luettu 20.11.2017.
- 37 Citrixin verkkosivut, <https://www.citrix.com/>, luettu 19.12.2017.
- 38 Congridin verkkosivut, <http://www.congrid.fi/>, luettu 11.12.2017.
- 39 Historia verkkosivut, <http://historianet.fi/kulttuuri/valokuvauksen-historia-nain-valokuvaus-tuli-kaikkien-ulottuville>, luettu 22.12.2017.
- 40 Helsingin sanomat 4.11.2017, osa B14.
- 41 Haastattelu Oskar Semds, Congrid Oy. 12.12.2017.
- 42 Haastattelu Ville Vatanen, Lujatalo Oy. 18.1.2017.
- 43 Haastattelu Timo Hörkkö, Lujatalo Oy. 11.1.2017.
- 44 Haastattelu Reijo Takkinen, Lujatalo Oy. 25.1.2018
- 45 Tiia Palvimon LinkedIn sivusto, <https://www.linkedin.com/pulse/digital-construction-week-n%C3%A4kemyksi%C3%A4-rakennusalan-tiia-palvimo>, luettu 2.1.2018.
- 46 BIMestimate verkkosivusto, <http://bimestimate.eu/en/the-theory-of-evolution-bim-3d-7d/>, luettu 11.12.2017

- 47 Rakennusteollisuuden verkkosivusto, <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Tyoturvallisuus/eperehdytys/>, luettu 2.1.2018
- 48 Ratu KI-6028. Aikataulukirja 2016.
- 49 Ossi Koniel, opinnäytetyö. Mobiililaitteiden käyttö työnjohdon välineenä työmaalla.
- 50 Ratu KI-6031. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017.

TR-mittauksen hyväksymisperusteet

TR-mittauskohteet	Havaintojen määrä	Hyväksymisperusteet
1. TYÖSKENTELY <ul style="list-style-type: none"> • suojainten käyttö ja riskinotto 	<ul style="list-style-type: none"> • yksi jokaisesta työntekijästä 	<ul style="list-style-type: none"> • käyttää aina kypärää, silmiensuojaimia, turvajalkineita, heijastavaa varoitusvaatetusta sekä tarvittaessa muita suojaimia • ei ota ilmeistä riskiä (esim. putoamisvaara, viallisen laitteen käyttö, sammutusvälineiden puute tulityössä) • käyttää aina henkilökohtaisia putoamissuojaimia puominostimen henkilönostokorissa tai jos putoamiskorkeus on yli 2 m, runkovaiheessa asennustyötä tekevillä ja avustavilla työntekijöillä oltava valjaat käytössä (päälle puettuna tai välittömässä läheisyydessä)
2. TELINEET, KULKUSILLAT JA TIKKAAT <ul style="list-style-type: none"> • rakennusaikaiset kulkusillat ja portaat • siirrettävät telineet • kiinteän telineen kerrosväli • työpukit ja tikkaat 	<ul style="list-style-type: none"> • yksi jokaisesta erillisestä rakenteesta ja välineestä • kiinteä teline: yksi kustakin työtasosta ja putoamissuojauksesta yhteensä, yksi perustamisesta, yksi rungon lujuudesta, yksi nousuteistä 	<ul style="list-style-type: none"> • kulkutie asianmukainen, kaiteet ja katos tarvittaessa • telineen perustus ja tuenta riittävä, rakenne asennusohjeen mukainen (tarkastettu), telineessä askelmallinen nousutie ja työtasot kunnossa, yli 2 m korkeassa telineessä kaiteet ja jalkalistat • työpukit ja tikkaat ehjät ja tukevat, työpukissa molemminpuoliset nousutiet tai putoamisvaarallisella puolella ohi astumisen estävä rakenne • A-tikkaat rakennustyöhön soveltuvat ja max sallittu työskentelykorkeus 1 m, vakavuusvaatimukset täyttyvillä A-tikkailla (alatukipalkki tms.) kuitenkin max 2 m
3. KONEET JA VÄLINEET <ul style="list-style-type: none"> • rakennussahat, kaasuhitsauslaitteet, hiomakoneet, elementtifakit, betonisiilot, henkilönostimet, ajoneuvonosturit, nostoapuvälineet, betonipumppuautot 	<ul style="list-style-type: none"> • yksi jokaisesta laitteesta 	<ul style="list-style-type: none"> • perustus ja tuenta • sijoituspaikka • rakenne ja varustus, kunto • säädetyt tarkastukset tehty • kaikissa hiomakoneissa kohdepoisto
4. PUTOAMISSUOJAUS <ul style="list-style-type: none"> • tasojen vapaat reunat, kun putoamiskorkeus on 2 m • portaiden vapaat reunat • aukot • kaivannot 	<ul style="list-style-type: none"> • yksi jokaisesta erillisestä reunasta • yksi jokaisesta aukosta • yksi kerrosta kohden portaiden reunoista • yksi kaivannosta 	<ul style="list-style-type: none"> • tukevat kaiteet, kaikissa putoamissuojakaiteissa 3 johdetta tai verkkokaide • jalanmentävät aukot suojattu • aukkosuojat merkitty ja siirtyminen estetty • pääsy putoamisvaaralliselle alueelle estetty • kaivannon sortuminen estetty
5. SÄHKÖ JA VALAISTUS <ul style="list-style-type: none"> • työpisteen keinovalaistus • ruudun yleinen keinovalaistus kulkuteitä painottaen • rakennusaikaiset sähkökeskukset (≥16A) ja -kaapelit 	<ul style="list-style-type: none"> • yksi jokaisen työpisteen valaistuksesta • yksi ruudun yleisvalaistuksesta • yksi ruudun sähköistyksestä 	<ul style="list-style-type: none"> • keinovalaistus riittävä turvallisen liikkumisen ja laadun kannalta (jos päivänvalo riittää ei havaintoa tehdä) • sähkökeskukset ja kaapelit sijoitettu ja suojattu tarkoituksenmukaisesti (tarvittaessa ripustettu)
6. JÄRJESTYS JA JÄTEHUOLTO <p>6. a</p> <ul style="list-style-type: none"> • ruudun yleisjärjestys • työpisteen järjestys • jätteastiat • kiinteiden telineiden työtasojen järjestys <p>6. b</p> <ul style="list-style-type: none"> • ruudun pölyisyys 	<ul style="list-style-type: none"> • yksi ruudun yleisjärjestyksestä • yksi jokaisesta työpisteestä • yksi jokaisesta jätteastiasta • yksi telineen työtasosta • yksi ruudun pölyisyydestä 	<ul style="list-style-type: none"> • ruudussa ja telineen työtasolla ei jätettä, järjestys hyvä liikkumisen ja tavaroiden siirron kannalta • työpisteessä järjestys hyvä turvallisuuden ja laadun kannalta • jätteastiaan sopii lisää jätettä, jätteet lajiteltu tarvittaessa • ei työvaiheeseen kuulumatonta selvästi näkyvää pölyä

1. Työtehtävä

Vastaava mestari	Työnjohtaja	Työmaainsinööri	Projekti-insinööri	Työpäällikkö	Tuotantoinsinööri	Harjoittelija	Lopputyöntekijä	Muu
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Alue jossa työskentelet

Uusimaa	Kaakkois-Suomi	Pirkanmaa ja Häme	Itä- ja Keski-Suomi	Pohjanmaa	Pohjois-Suomi
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Ika

Alle 25	25-29	30-39	40-49	50-59	yli 60
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Työkokoemus

Alle 5 vuotta	5-10 vuotta	11-15 vuotta	16-20 vuotta	Yli 20 vuotta
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Olen mobiililaitteiden ja tietokoneen käytössä

Oppipoika	Edistynyt oppipoika	Kisälli	Mestari	En käytä
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Tunnistatko ohjelman ?

	Kyllä	En
KymppiPRO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekla Field3D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acad360	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
BIMx	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LujavireApp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PhoneApp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TurvaApp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sharefile, pilvipalvelu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projektipankki Sokopro tai Buildercom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Citrix receiver	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kalustopalvelu Työsaaweb	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Käytätkö jotain seuraavista ohjelmista työmaalla älypuhelimessa ?

	Kyllä	En
KymppiPRO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekla Field3D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acad360	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
BIMx	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LujavireApp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PhoneApp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TurvaApp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sharefile, pilvipalvelu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projektipankki Sokopro tai Buildercom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Citrix receiver	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kalustopalvelu Työsaaweb	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Käytätkö jotain seuraavista ohjelmista työmaalla tabletissa ?

	Kyllä	En
KymppiPRO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekla Field3D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acad360	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
BIMx	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LujavireApp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PhoneApp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TurvaApp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sharefile, pilvipalvelu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projektipankki Sokopro tai Buildercom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Citrix receiver	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kalustopalvelu Työmaaweb	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Syy miksi et käytä jotain edellä mainituista sovelluksista ?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> En tarvitse ohjelmistoja työssäni | <input type="checkbox"/> Laitteet ei toimi |
| <input type="checkbox"/> En osaa käyttää ohjelmistoja | <input type="checkbox"/> Ohjelmistot ei toimi |
| <input type="checkbox"/> En tiedä mitä niillä tehdään ja mihin hyödynnetään | <input type="checkbox"/> Minulla ei ole kiinnostusta |
| <input type="checkbox"/> Minulla ei ole laitteistoja tai ohjelmia saatavilla | <input type="checkbox"/> En ole päässyt koulutukseen |
| <input type="checkbox"/> Minulla ei ole aikaa opetella niitä käyttämään | <input type="checkbox"/> Muu syy |
| <input type="checkbox"/> Koen ne turhiksi | |

10. Minulle on hyötyä työssäni seuraavista ohjelmista

	Kyllä	Ei
KymppiPRO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekla Field3D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acad360	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
BIMx	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LujavireApp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PhoneApp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TurvaApp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sharefile, pilvipalvelu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projektipankki Sokopro tai Buildercom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Citrix receiver	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kalustopalvelu Työmaaweb	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Oletko saanut koulutusta ohjelmien käyttöön ?

	Kyllä	En
KymppiPRO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekla Field3D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acad360	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
BIMx	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LujavireApp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PhoneApp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TurvaApp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sharefile, pilvipalvelu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projektipankki Sokopro tai Buildercom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Citrix receiver	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kalustopalvelu Työmaaweb	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Tarvitseen koulutusta

	Kyllä	En
KymppiPRO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekla Field3D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acad360	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
BIMx	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LujavireApp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PhoneApp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TurvaApp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sharefile, pilvipalvelu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projektipankki Sokopro tai Buildercom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Citrix receiver	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kalustopalvelu Työmaaweb	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Viat, puutteet, kehitysideat ja muu palaute ohjelmistoista?

	Kirjoita teksti tähän
KymppiPRO	<input type="text"/>
Tekla Field3D	<input type="text"/>
Acad360	<input type="text"/>
BIMx	<input type="text"/>
LujavireApp	<input type="text"/>
PhoneApp	<input type="text"/>
TurvaApp	<input type="text"/>
Sharefile, pilvipalvelu	<input type="text"/>
Projektipankki Sokopro tai Buildercom	<input type="text"/>
Citrix receiver	<input type="text"/>
Kalustopalvelu Työmaaweb	<input type="text"/>

14. Mihin tarkoitukseen käytät KymppiPRO sovellusta?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> En käytä | <input type="checkbox"/> Muistiinpanojen tekemiseen |
| <input type="checkbox"/> Laadun mittaukseen | <input type="checkbox"/> Mallikatselmukseen |
| <input type="checkbox"/> Mestän tarkastukseen | <input type="checkbox"/> Suunnitelmien katsomiseen |
| <input type="checkbox"/> TR tai MVR mittaukseen | <input type="checkbox"/> Itselleluovutukseen |
| <input type="checkbox"/> Poikkeamailmoituksen tekoon | <input type="checkbox"/> Raporttien seuraamiseen |
| <input type="checkbox"/> Työvaiheen dokumentointiin | <input type="checkbox"/> Muuhun |

15. TR- tai MVR-mittauksien tekeminen paperille vai mobiililaitteella?

- | | | |
|--|----------------------------------|-----------------------|
| En tee TR- tai MVR-mittauksia työssäni | Tukkimiehen kirjanpito paperille | Mobiililaitte |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

16. Mihin käytät tietomallinnusta työmaalla?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> En käytä | <input type="checkbox"/> Työturvallisuuden suunnitteluun |
| <input type="checkbox"/> Määrälaskentaan | <input type="checkbox"/> Aluesuunnitelman tekoon |
| <input type="checkbox"/> Visuaaliseen tarkasteluun | <input type="checkbox"/> Perehdytykseen |
| <input type="checkbox"/> Mittojen ottamiseen | <input type="checkbox"/> Aikataulusuunnitteluun |
| <input type="checkbox"/> Törmäystarkasteluun | <input type="checkbox"/> Muuhun |
| <input type="checkbox"/> Alihankkijat tarvitsevat tietoa | |

17. Millaista tietomallien käyttö on ?

- | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Erittäin helppoa | Helppoa | Vaikeaa | Erittäin vaikeaa | En osaa sanoa |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

18. Käytätkö tehtävissäsi tietomalleja, digitaalisia piirustuksia, perinteisiä paperikuvia?

- | |
|--|
| <input type="checkbox"/> Tietomallia |
| <input type="checkbox"/> Digitaalisia piirustuksia |
| <input type="checkbox"/> Perinteisiä kuvia |

19. Mitä toiveita sinulla on mobiililaitteiden ja ohjelmistojen suhteen ?
esim. sellainen ohjelmiston ominaisuus josta olisi apua työssäsi



Liite 3:n sisältö on poistettu julkisesta versiosta.