

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Tietojärjestelmien kehitys

Iiro Sorvali ja Miro Metelinen

## **Rakennuksen tietomallin käyttö mobiililaitteilla**

Opinnäytetyö 2014

## Tiivistelmä

Iiro Sorvali, Miro Metelinen

Rakennuksen tietomallin käyttö mobiililaitteilla, 38 sivua, 1 liite

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Tietotekniikan koulutusohjelma

Tietojärjestelmien kehitys

Opinnäytetyö 2014

Ohjaaja: lehtori Mikko Huhtanen, Saimaan ammattikorkeakoulu

Opinnäytetyössä oli tavoitteena tutkia ja selvittää rakennuksen tietomallien käyttöä mobiililaitteilla. Työssä vertailtiin tietomallikäyttöön soveltuvia laitteita ja sovelluksia käyttäen tutkimusmenetelminä havainnointia ja mittauksia. Työn tavoitteena oli selvittää erihintaisten ja ominaisuuksiltaan erilaisten mobiililaitteiden soveltuvuus rakennusten tietomallien katseluun ja käsittelyyn työmaaolosuhteissa. Työn tilaajana toimi Saimaan ammattikorkeakoulun rakennustekniikan lehtori Timo Lehtoviita. Timo Lehtoviita on mukana TOKA-projektissa, jonka tarkoituksena on luoda pysyvää tietomalliosaamista Etelä-Karjalan alueella.

Työ aloitettiin pitämällä suunnittelupalaveri TOKA-projektin yhteyshenkilöiden kanssa. Palaverissa käytiin läpi tiedossa olevia tietomallien katseluun soveltuvia sovelluksia ja saatavilla olevia laitteita testausten suorittamista varten. Myöhemmissä palavereissa työn kuvaa tarkennettiin sen osalta, mihin ominaisuuksiin ja toiminnollisuuksiin etenkin työmaaolosuhteissa tuli kiinnittää huomiota. Seuraavaksi testaukseen valittiin edellä mainittuihin tarkoitukseen parhaiten soveltuvat laitteet ja sovellukset. Laitte- ja sovellustestejä varten laadittiin testaus suunnitelma, joka sisälsi testitapauksia, joiden perusteella suoritettiin varsinaiset mittaukset ja testit. Mittaukset ja testit kuvattiin suurnopeuskameralla. Kuvattu data analysoitiin ja siitä saatiin testitulokset.

Testattavaksi sovellukseksi valittiin Tekla Field3D, koska se tarjosi riittävän määrän ominaisuuksia työmaakäyttöön ja se oli mobiililaitteiden tehoille tarpeeksi kevyt. Kyseinen sovellus toimi ainoastaan Applen iOS-pohjaisissa laitteissa, joten testeistä karsiutuivat pois muilla käyttöjärjestelmillä olevat laitteet. Apple iPad 2 suoriutui testeistä huomattavasti Apple iPad Airia heikommin. Apple iPad Air avasi tietomallit nopeammin ja oli käyttökokemukseltaan yleisesti sulavampi. Yritys ja laitteen loppukäyttäjänä toimiva työntekijä hyötyvät paremmin toimivasta laitteesta toiminnan tehostumisena ja ajankäytön kohdistumisena varsinaiseen työhön, eikä aikaa kulu turhaan odotteluun.

Asiasanat: mobiililaitte, rakennuksen tietomalli, langaton tiedonsiirto, Tekla, iOS, Android

## **Abstract**

Iiro Sorvali, Miro Metelinen

Usage of building information models on mobile devices, 38 pages, 1 appendix

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree Programme in Information Technology

Information System Development

Bachelor's Thesis 2014

Instructor: Senior Lecturer Mikko Huhtanen, Saimaa University of Applied Sciences

The objective of the study was to investigate usage of the building information models on mobile devices. Different devices and applications were compared using observation and measurements as research methods. The objective was to find out suitability for viewing and reading building information models with a number of mobile devices and applications with different price ranges and specifications. The study was ordered by senior lecturer Timo Lehtoviita of Saimaa University of Applied Sciences. Timo Lehtoviita is involved in TOKA-project, the purpose of which is to create permanent knowledge and skill of usage in building information models in South Karelia.

The study was initiated with a planning meeting with TOKA-project contact personnel. The meeting presented applications suitable for viewing building information models and different mobile devices available for study were also explored. In subsequent meetings Tekla Field3D was chosen for testing because it offered enough functionality for worksite usage, but it was still light and easy enough to be used in mobile devices. Tekla Field3D only works in Apple manufactured iOS-devices, thus it limited testing to iOS-devices in the proposal, which were Apple iPad 2 and Apple iPad Air.

In tests Apple iPad Air performed notably faster compared to the older Apple iPad 2. Apple iPad Air opened building information models faster and it was in overall more smoother in practical use, such as rotating the model. Employee acting as an end user of the device will notice this as more efficient use of time used for the actual work and without wasting time for waiting for the device to respond to commands.

Keywords: mobile device, building information model, Tekla, iOS, Android, wireless communication

## Sisältö

Termit ja Käsitteet .....	5
1 Johdanto .....	6
2 Saimaan ammattikorkeakoulu .....	7
3 Tekla .....	7
4 Rakennuksen tietomallit yleisesti .....	8
4.1 Tietomallin tiedot ja niiden käyttäminen .....	8
4.2 Tietomallin formaatti .....	9
5 Rakennuksen tietomallit työmaalla .....	10
6 Ohjelmat .....	10
6.1 Tekla BIMsight .....	11
6.2 Tekla BIMsight Note .....	12
6.3 Tekla Field3D .....	13
7 Testeihin saatavilla olevat laitteet .....	14
7.1 HP ElitePad 900 .....	15
7.2 Samsung Ativ .....	16
7.3 Microsoft Surface .....	17
7.4 Samsung Galaxy Tab 3 .....	18
7.5 Samsung Galaxy S4 i9506 .....	19
7.6 Samsung Galaxy Note 3 N9005 .....	20
7.7 Apple iPad 2 WiFi .....	20
7.8 Apple iPad Air 16GB WiFi/LTE .....	21
7.9 Apple iPhone 4S 8GB .....	22
7.10 Yhteenveto laitteista .....	23
8 Saatavilla olevan laitekannan käyttöjärjestelmät .....	24
8.1 iOS .....	24
8.2 Android .....	25
8.3 Windows RT .....	25
8.4 Windows Phone .....	26
8.5 Yhteenveto käyttöjärjestelmistä .....	26
9 Langaton tiedonsiirto .....	27
9.1 Kolmannen sukupolven matkapuhelinteknologia 3G (UMTS) .....	27
9.2 Neljännen sukupolven matkapuhelinteknologia 4G .....	27
9.3 Langaton lähiverkkoteniikka WLAN .....	28
9.4 Mobiiliverkko-operaattorit .....	29
10 Testaukseen valitut laitteet ja ohjelmat .....	30
11 Testauksen suunnittelu .....	31
12 Testitulokset .....	31
13 Yhteenveto ja pohdinta .....	34
Kuvat .....	36
Taulukot .....	36
Kuvaajat .....	36
Lähteet .....	36

## Liitteet

Liite 1 Testaussuunnitelma/raportti

## Termit ja Käsitteet

Corning Gorilla Glass 2	Corning Incorporatedin valmistama kestävä mobiililaitteissa käytetty näyttölasia.
Dropbox	Verkkotallennuspalvelu. Tiedostot voidaan synkronoida Dropbox-sovelluksella verkkoon.
Keskusmuisti	Laitteen työmuisti, johon latautuvat suoritetut sovellukset, käyttöjärjestelmä ja näiden käyttämät tiedot (engl. RAM, Random Access Memory).
Millisekunti	Sekunnin tuhannesosa. 1 sekunti on 1000 millisekuntia. Tunnus on ms.
Mobiililaitte	Mukana kulkeva päätelaite. Esimerkiksi matkapuhelin tai taulutietokone.
Näytönohjain	Laitteen komponentti joka piirtää grafiikan tietokoneen näyttölaitteelle.
Olio-ohjelmointi	Ohjelmointitapa, joka sisältää olioita. Nämä oliot ovat tiedoiltaan ja toiminnoiltaan samankaltaisia.
Renderöinti	Kuvan luominen mallista sovelluksen avulla.
Suoritin	Laitteen komponentti, joka suorittaa ohjelmien sisältämät konekieliset käskyt.

# 1 Johdanto

Rakennusteollisuus on murrosvaiheessa. Tulevaisuudessa rakennusteollisuuden alalla tullaan siirtymään yleisellä tasolla tietomallien käyttöön laajassa mittakaavassa. Osittain tämä siirtymä on jo tapahtunut. Skanska Oy on siirtynyt käyttämään rakennuksen tietomalleja toiminnassaan. Paikallisena esimerkkinä työmaakohteesta, jossa rakennuksen tietomalleja käytetään, voidaan mainita Kaupakeskus Iso-Kristiinan laajennustyömaa Lappeenrannassa. Tämän työmaan pääurakoitsijana toimii kiinteistökehitys- ja rakennuskonserni Skanska Oy. Rakennuksen tietomallien käyttöön siirtymistä suuremmassa mittakaavassa hidastavat kustannuskysymykset. Toistaiseksi pienten rakennusyritysten kohdalla rakennusten tietomallien ja tietomallisovellusten käyttöönotto ei ole kustannustehokas vaihtoehto. Rakennuksen tietomallin käyttö suunnittelun, toteutuksen ja rakennuksen elinkaaren pohjana lisää tällä hetkellä työmäärää noin 35 – 40 prosenttia perinteisiin menetelmiin nähden (Rakennustieto 2013). Kiinnostusta asiaa kohtaan kuitenkin löytyy, ja asian eteenpäin ajamiseksi on perustettu Lappeenrannassa TOKA-projekti, jonka tarkoituksena on luoda rakentamisen tietomallintamisen osaamisverkosto ja saada pysyvä osaamis pohja tietomallipohjaiselle toimintatavalle Etelä-Karjalan alueella (Saimaan ammattikorkeakoulu 2013).

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia ja selvittää rakennuksen tietomallien käyttöä mobiililaitteilla. Työssä vertaillaan tietomallikäyttöön soveltuvia laitteita ja sovelluksia käyttäen tutkimusmenetelminä havainnointia ja mittauksia. Työn tavoitteena on selvittää erihintaisten ja ominaisuuksiltaan erilaisten mobiililaitteiden soveltuvuus rakennusten tietomallien katseluun ja käsittelyyn työmaolosuhteissa. Työ aloitetaan pitämällä TOKA-projektin yhteyshenkilöiden kanssa suunnittelupalaveri, jossa käydään läpi saatavilla olevaa sovellus- ja laitekantaa. Palaverien aikana tarkennetaan, mitkä ominaisuudet ja toiminnollisuudet ovat työmaakäytössä etusijalla. Tämän jälkeen testaukseen valitaan näihin tarkoitukseen parhaiten soveltuvat laitteet ja ohjelmat. Lopuksi laaditaan testaussuunnitelma testitapauksineen, jonka mukaan suoritetaan varsinaiset mittaukset ja testit. Testit kuvataan suurnopeuskameralla, jonka jälkeen kuvattu data analysoidaan ja siitä saadaan muodostettua testien tulokset. Testien tuloksien pohjalta

voidaan tehdä johtopäätöksiä laitteiden ja sovellusten soveltuvuudesta tietomallien käyttöön ja käsittelyyn.

## **2 Saimaan ammattikorkeakoulu**

Saimaan ammattikorkeakoulu on Etelä-Karjalan maakunnassa Lappeenrannassa ja Imatralla toimiva ammattikorkeakoulu. Vuoteen 2009 se tunnettiin nimellä Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulu. Saimaan ammattikorkeakoulussa on viisi koulutusala. Koulutusalat ovat tekniikka, sosiaali- ja terveysala, liiketalous, hotelli- ja ravintola-ala sekä kuvataide. Lisäksi Saimaan ammattikorkeakoululla on mahdollisuus opiskella kokonaan englanninkielinen tutkinto yhteensä neljältä eri alalta. Opiskelijoita ammattikorkeakoulussa on noin 3000 ja henkilökuntaa noin 300. Koulutuskampukset sijaitsevat Skinnarilassa Lappeenrannassa ja Linnalassa Imatralla. Skinnarilan kampus sijaitsee Lappeenrannan teknillisen yliopiston kanssa osittain samoissa tiloissa ja koulutuslaitokset tekevät tiivistä yhteistyötä. Saimaan ammattikorkeakoulussa on vaihto-opiskelijoita eri puolilta maailmaa ja koulu tarjoaa opiskelijoille mahdollisuuden lähteä ulkomaille vaihto-opiskelemaan tai suorittamaan työharjoittelua. Saimaan ammattikorkeakoululla on tiiviit yhteydet lähialueen yrityksiin. Tämä hyödyttää opiskelijoita työharjoittelupaikan etsimisessä ja valmistumisen jälkeisessä työllistymisprosessissa. Saimaan ammattikorkeakoulu Oy:n omistaa Etelä-Karjalan koulutuskuntayhtymä. (Saimaan ammattikorkeakoulu 2010.)

## **3 Tekla**

Tekla on suomalainen vuonna 1966 perustettu ohjelmistoalan yritys, jonka pääkonttori sijaitsee Espoon Tapiolassa. Johtuen kasvavasta laskentatyön määrästä ja resurssien puutteesta ryhmä insinööritoimistoja perustivat yhteisen ohjelmistoalan yrityksen vastaamaan näihin tarpeisiin. Tämän seurauksena syntyi Teknillinen laskenta Oy - Tekla. Teknillinen laskenta Oy vaihdettiin virallisesti Teklaksi vuonna 1980. Tekla on erikoistunut valmistamaan mallipohjaiseen olioteknologiin perustuvia suunnitteluohjelmistoja ja tietojärjestelmiä. Vuonna 2000 Tekla listautui Helsingin pörssiin. Teklan omistaa nykyään yhdysvaltalainen Trimble

Inc., joka on maanmittauslaitteita ja GPS-järjestelmiä valmistava yritys. Trimble Inc. osti Teklan vuonna 2011. Tämän seurauksena Tekla poistui Helsingin pörs-sistä vuotta myöhemmin. (Tekla 2013.)

## **4 Rakennuksen tietomallit yleisesti**

Rakennuksen tietomalli (BIM, engl. Building Information Model) digitaalisessa muodossa oleva kokonaisuus, joka sisältää tiedon rakennuksesta ja koko rakennusprosessista sen koko elinkaaren osalta. Tämä sisältää rakennuksen geometrian määrittämisen ja esittämisen kolmiulotteisesti, mahdollistaen havainnollisuuden ja erilaiset simulointitarpeet. Tietomalliajattelu pohjautuu Suomessa jo 1980-luvun lopulla tehtyihin perustutkimuksiin, mutta sitä on alettu ottaa käyttöön useissa yksittäisissä rakennushankkeissa 2000-luvun alkupuolella. (Kolari 2012, 12.)

Aiemmin on puhuttu niin kutsutusta Rakennuksen tuotemallista eli tuotetietomallista (engl. product model, product data model), joka on kuvannut rakennuksen rakennetta ja sisältänyt sen tuotteistamiseen, suunnitteluun ja rakentamiseen sekä käyttämiseen tarvittavia tietoja. Rakennuksesta muodostetaan kolmiulotteinen malli, joka sisältää edellä mainittuja tietoja, joita voivat olla esimerkiksi tuotetunnisteet, materiaalin valmistajat, pintakäsittelyt, mitat, lujuuslaskelmat, arvioitu käyttöikä, palonkesto, äänen- ja lämmöneristävyys. Näin ollen tietomalli on helpokäyttöisempi ja sisältää enemmän informaatiota kuin kaksiulotteinen rakennuspiirustus vastaavasta kohteesta. Nykyisin käyttöön on yleistynyt englanninkielinen termi building information model (lyh. BIM), joka kuvaa nimenomaan rakennuksen tietoja. Tätä termiä tai muitakaan mallintamiseen liittyvää sanastoa ei ole standardisoitu. Kyseisellä termillä siis kuvataan tarkoituksenmukaisesti toimintaa jonka pohjalta rakennus rakennetaan, ei niinkään itse kohdetta. (Kolari 2012, 12.)

### **4.1 Tietomallin tiedot ja niiden käyttäminen**

Rakennushankkeen määrittelytiedot ja suunnitteluvaiheen eri suunnittelualojen 3D-mallit ovat tietomallin sisällön perusta. Tietomallin sisältöön lisätään raken-



nusprosessi toteutuneet ja rakennuksen käytön aikaiset tiedot. Näitä tietoja voidaan hyödyntää myöhemmin esimerkiksi rakennuksen peruskorjaushankkeen määrittelyssä, suunnittelussa ja toteuttamisessa. Toteutustietoja päivitetään tarpeen mukaan esimerkiksi peruskorjaushankkeen päätyttyä ja palataan rakennuksen käytön aikaisten tietojen keräämiseen ja tallennukseen. Tietomallia hyödynnetään mahdollisesti myös siinä vaiheessa kun rakennusta puretaan tai käytetään jotain muuta tapaa rakennuksen käytöstä poistamiseen. Tietomalli on siis ikään kuin oliopohjainen tietokanta rakennuksesta. Kuten olio-ohjelmoinnissakin, samaa tietoa ei kopioida useaan paikkaan, mikä varmistaa helpon päivitettävyyden ja minimoi riskejä väärän tiedon esittämisestä. (Kainulainen 2014a.)

## **4.2 Tietomallin formaatti**

Ideaalinen paikka tietomallin tallennussijainniksi olisi integroitu tietomallipalvelin, eli tietokanta, joka sisältäisi kaiken tietomalliin liittyvän tiedon alkuperäis muodossaan. Tällä hetkellä rakennusten tietomallien sisältämät tiedot on tallennettu useisiin eri formaatteihin, kuten Microsoft Word- ja Excel-dokumentteihin, projekti-suunnitelmatiedostoihin ja tekstitiedostoihin. Yleinen tietoformaatti on välttämätön, jotta tietomalleja voidaan käyttää eri ohjelmistoilla ja alustoilla. Tietomallinnuksen yleiseksi formaatiksi on kohonnut IFC, joka pitää sisällään tietoa rakennuksen osien geometriasta ja niiden ominaisuuksista (Kainulainen 2014a). IFC-formaatin määrittelyt eivät ole vielä täydellisiä, eikä se tule sisältämään kaikkea tietomallin tietoa. IFC-muotoiset tietomallitiedostot ovat käytännössä ASCII-tiedostoja, eli tekstitiedostoja jotka sisältävät kaiken tiedon kyseisestä kohteesta, kuten esimerkiksi koordinaatti-, materiaali- ja mittatietoja lopullista mallia varten jonka ohjelma (esim. Tekla BIMsight) renderöi päätelaitteen ruudulle käyttäjän tarkasteltavaksi ja muokattavaksi (Solibri Inc. 2014). Tietomallista on olemassa myös pakattu IFC-ZIP-tiedostomuoto, jossa ASCII eli tekstipohjainen tietomallidata on kompressoitu pakkausalgoritmia käyttäen huomattavasti pienempään tiedostokokoon. Tämä tapahtuu vastaavalla metodilla kuin tekstitiedoston pakkaaminen ZIP-tiedostomuotoon.

## 5 Rakennuksen tietomallit työmaalla

Rakennuksen tietomalleja tehdään erikseen jokaiselta suunnittelualalta. Arkkitehti tekee arkkitehtimallin, johon arkkitehti määrittelee kaikki näkyvät elementit, kuten seinät, palkit ja pilarit. Rakennemalli on rakennussuunnittelijan tekemä tietomalli, josta selviää rakennuselementtien koostumus. Näihin kuuluvat esimerkiksi seinärakenteet, pilarit, palkit ja laattojen raudoitukset. Vesi- ja viemärimallin eli lv-mallin valmistaa lv-suunnittelijat ja ilmanvaihto eli iv-mallin tekee puolestaan iv-suunnittelija. Sähkömallin teko on sähkösuunnittelijan vastuulla. Kohdekohtaisesti malleja voi tulla myös muilta erityissuunnittelualoilta. Näitä ovat muun muassa palonsammutusjärjestelmät, kaasujärjestelmät ja muut erityisjärjestelmät. Näistä jokaiselle on oma erikoisammattilaisensa.

Talotekniset mallit eli lvi- ja sähkömallit toteutetaan usein kerroksittain. Näin jokaisesta rakennuksen kerroksesta tehdään oma mallinsa. Tällöin 10 kerroksisesta rakennuksesta tulee 10 sähkömallia, 10 iv-mallia ja 10 lv-mallia. Arkkitehti ja rakennemalli tehdään myös sopivissa lohkoissa. Esimerkiksi pienemmät rakennukset tehdään yhtenä mallina ja laajemmat mallit sopiviin osiin jaettuina. Kaikki mallit valmistetaan arkkitehtimallin pohjalta, joten jos arkkitehtimallia ei ole tai se on puutteellinen, tulee muiden alojen suunnittelutyössä ongelmia.

Rakennustyömaalla tietomalleja voi käyttää lähes kuka tahansa asentajasta työnohtajaan. Tietomallien avulla voidaan suunnitella asennus- ja työjärjestystä ja mallin avulla voidaan vaikkapa asentajalle havainnollistaa sitä, miltä lopputuloksen tulisi näyttää. (Kainulainen 2014b.)

## 6 Ohjelmat

Potentiaalisia testattavia sovelluksia rakennusten tietomallien käsittelyyn on muutamia, joista tarkastelun kohteeksi päätyivät suomalaisen ohjelmistotalo Teklan kehittämät kolme sovellusta. Nämä kolme sovellusta valittiin lähempään tar-

kasteluun, koska ne ovat pääsääntöisesti käytössä suomalaisessa rakennusteollisuudessa. Muita sovelluksia kyseiseen käyttötarkoitukseen ei ole olemassa tai niiden ominaisuudet eivät ole riittäviä.

## 6.1 Tekla BIMsight

Tekla BIMsight on ammattilaiskäyttöön suunniteltu työkalu rakennusalan projektiyhteistyöhön (Tekla 2014a). Kuvassa 1 on nähtävissä Tekla BIMsightin päänäkymä ja avoin rakennuksen tietomalli, joka on avattu tarkastelua varten. Rakennusprojektin kaikki osapuolet pystyvät yhdistämään mallinsa, tarkastelemaan malleja ja jakamaan tietoja helppokäyttöiseksi suunnitellussa BIM-ympäristössä. Tekla BIMsight helpottaa ongelmien tunnistamista ja ratkaisemista jo suunnitelluvaiheessa tekemällä muun muassa törmäystarkasteluja, joilla voidaan laskea törmäyksiä mallin eri rakenteiden välillä. Laskenta tapahtuu geometrian avulla.



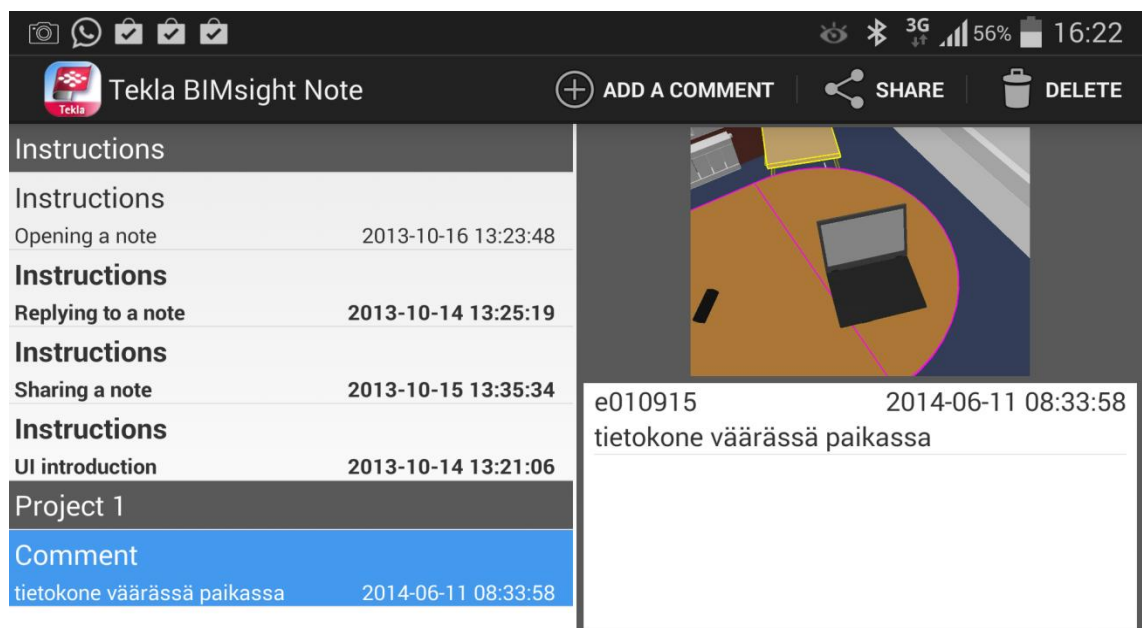
Kuva 1. Tekla BIMsight

Kuvassa 1 vasemmalla sijaitsevat avoinna olevat rakennuksen tietomallitiedostot. Silmän kuvaa painamalla voidaan kyseisen tiedoston sisältö valita näytettäväksi tai poistaa näkyvistä renderöidystä tietomallista. Tämän toiminnon avulla voidaan tarkastella rakennuksen määrättyjä osa-alueita tarkemmin. Voidaan esimerkiksi valita tarkasteluun pelkästään kaikki rakennuksen putkistot tai seinära-

kenteet. Näkymässä oikealla sijaitsevat avoinna olevat objektit. Näitä ovat esimerkiksi kaikki määrätyn tyyppiset ovet tai lattian betonielementit. Nämä voidaan myös poistaa näkyvistä tai asettaa näkyväksi kyseisen objektin silmän kuvaa painamalla. Keskellä näkymää on itse tietomalli renderöitynä. Tätä mallia voidaan liikutella ja tarkastella eri pisteistä X-, Y- ja Z-akseleilla.

## 6.2 Tekla BIMsight Note

Tekla BIMsight Note on ilmainen työkalu, joka on tarkoitettu käytettäväksi esimerkiksi rakennuskohteessa (Tekla 2014b). Tekla BIMsightin täysversiolla on mahdollista lähettää sähköpostitse tai Dropboxin välityksellä kuvakaappauksia tietomallista Tekla BIMsight Note-käyttäjille. Kuvakaappaus sisältää kuvan tietomallista sekä mahdollisen saateviestin. Tekla BIMsight Notella ei siis ole mahdollista avata itse tietomallia vaan ainoastaan Tekla BIMsightista lähetettyjä muistiinpanoja. Työntekijällä voi olla puhelimessaan esimerkiksi muistiinpanot työmaalla tarkastettavista kohteista, joihin on vaadittu muutoksia. Kun halutut muutokset on saatu tehtyä, voi työntekijä Tekla BIMsight Notella vastata esimiehelleen tai muulle vastaavalle henkilölle, että muutokset on tehty. Kuvassa 2 on nähtävissä Tekla BIMsight Noten näkymä, jossa on Tekla BIMsightilla sähköpostiin lähetetty muistiinpano, joka on avattu Tekla BIMsight Notella.

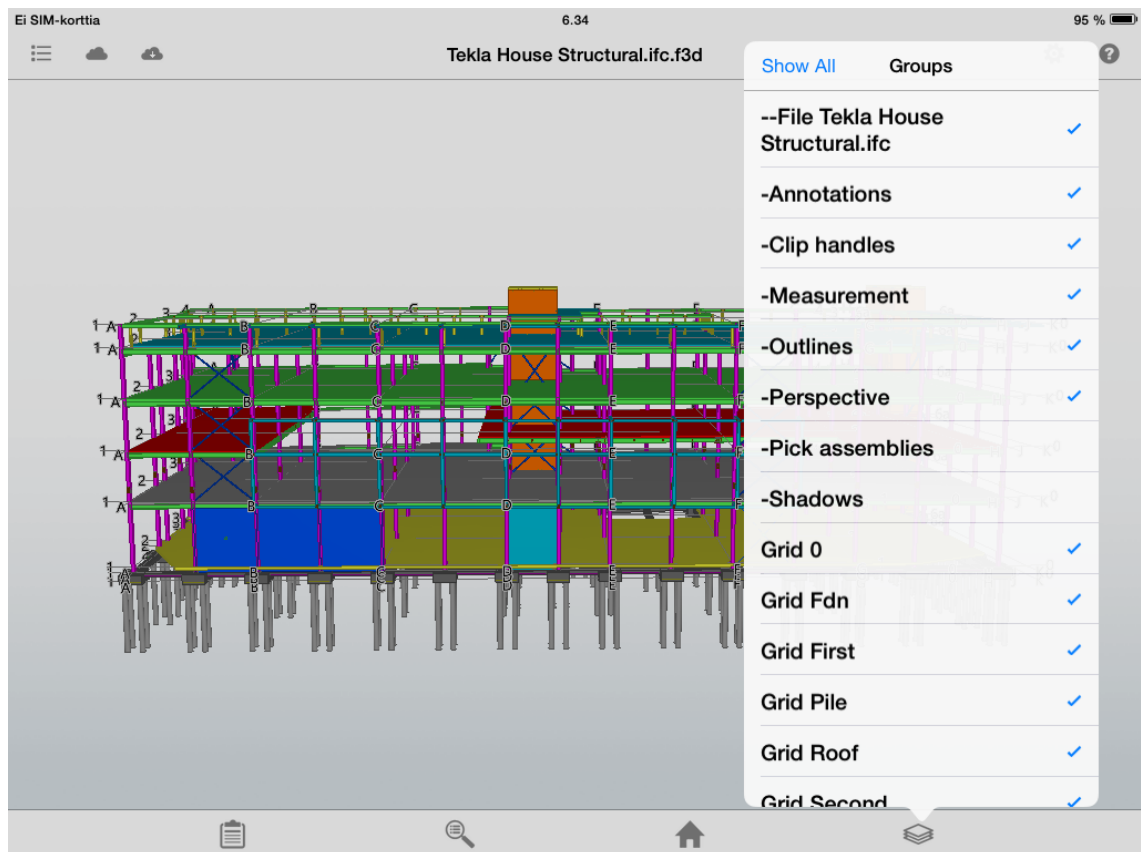


Kuva 2. Tekla BIMsight Note

Tekla BIMsight Note-käyttäjä voi lukea muistiinpanon mobiililaitteellaan, lisätä siihen omia merkintöjään ja lähettää sen edelleen muille Tekla BIMsight Note-käyttäjille tai Tekla BIMsightin täysversion käyttäjille, kuten kuvassa 2 on nähtävissä. Tekla BIMsight Note tukee iOS- ja Android-laitteita. Itse tietomallin katselu ei ole BIMsight Notella mahdollista. Tämän vuoksi sen käyttökohteet ovat hyvin rajalliset.

### **6.3 Tekla Field3D**

Tekla Field3D on Applen mobiililaitteille tarkoitettu rakennusten tietomallien katselusovellus (Tekla 2014c). Sovellus tukee myös suurikokoisia rakennusten tietomalleja ja se toimii Applen iPhone-puhelimissa sekä iPadeilla. Tekla Field3D tukee tietomallin käyttöä rakennuksen suunnittelusta aina ylläpitovaiheeseen asti. Tekla Field3D mahdollistaa tietomallin katselun ja liikkumisen tietomallissa, mallien jakamisen projektin osapuolille ja kommunikoinnin projektin sidosryhmien kesken. Siitä on saatavilla kolmea eri versiota, jotka ovat Free, Premium ja Enterprise. Free-versio on nimensä mukaisesti ilmainen. Free-versiossa toiminnollisuutta on rajattu, ja se sopii pääasiassa tutustumiseen ja ohjelman eri toimintojen testaamiseen. Free-versiossa tiedostoja ei voi esimerkiksi ladata pilvipalveluista, kuten Dropbox ja Google Drive. Tämä rajoittaa ohjelman varsinaisia käyttökohteita huomattavasti ja tekee mallien avaamisesta melko työlästä ja aikaa vievää, koska mallit täytyy siirtää laitteeseen esimerkiksi sähköpostista yksitellen. Sähköpostin välityksellä ei myöskään voida lähettää kovin suurikokoisia tiedostoja. Premium-versiossa eri malleja voidaan yhdistää keskenään. Tietomallin tasoa voidaan näyttää tai poistaa näkyvistä, mikä ei ole Free-versiossa mahdollista. Malleja voidaan ladata sovellukseen eri pilvipalveluista, eikä niitä tarvitse siirtää laitteeseen erikseen. Premium-version hinta on 13,99 euroa kuukaudessa. Kuvassa 3 on nähtävissä Tekla Field3D:n maksullinen Premium-versio. Tekla Field3D:n Enterprise-lisenssillä saa käyttöön Teklan oman pilvipalvelun, tuen todella suurikokoisille tietomalleille ja mittausoiminnot. Enterprise-lisenssin hinta ei ole suoraan saatavilla, vaan lisensseistä pyydetään tarjoukset Teklalta tapauskohtaisesti.



Kuva 3. Tekla Field3D

Tekla Field3D:n Premium-version päänäkymässä voidaan tarkastella mallia eri pisteistä. Oikeassa laidassa voidaan valita näkyväksi mallin eri kerroksia painamalla sinisiä valinta-merkkejä sormella (Kuva 3). Tämän toiminnon avulla on mahdollista tarkastella esimerkiksi määrätyn kerroksen betonielementtejä. Eri tiedostoja on myös mahdollista yhdistää yhdeksi kokonaisuudeksi.

## 7 Testeihin saatavilla olevat laitteet

Testattava laitekanta valikoitui saatavilla olevan laitteiston perusteella. Saimaan ammattikorkeakoululla on pieni määrä mobiililaitteita, jotka sopivat testattavien laitteiden ryhmään. Nämä laitteet ovat Windows 8.1 Pro-käyttöjärjestelmällä varustetut HP ElitePad 900- ja Samsung ATIV -tabletit, Windows RT 8.1:llä varustettu Microsoft Surface-tabletti sekä Apple Ipad 2, jossa on iOS-käyttöjärjestelmän versio 7.1.2. Lisäksi omistamme kumpikin Android-käyttöjärjestelmällä varustetut Samsung Galaxy S4 ja Samsung Galaxy Note 3 -puhelimet. Testattavaa

laitekantaa pystymme laajentamaan hyödyntämällä tuttavapiirissä olevia mobiililaitteita. Tätä kautta meillä on mahdollista saada testattavaksi Android-käyttöjärjestelmän 4.2.2-versiolla varustettu Samsung Galaxy Tab 3, iOS-käyttöjärjestelmän versiolla 7.1.2 varustetut iPad Air ja iPhone 4S.

## 7.1 HP ElitePad 900

HP ElitePad 900 on myynnistä poistunut, vuonna 2013 julkaistu ohut ja kevyt taulutietokone, joka on suunnattu pääasiassa yrityskäyttöön. Laitteessa on alumiininen runko ja näytön lasina on Corning Gorilla Glass 2. Näiden ominaisuuksien vuoksi laite kestää kovempaakin käyttöä. Laitteen tarkemmat tekniset tiedot näkyvät taulukosta 1.

HP ElitePad 900 tekniset tiedot	
<b>Käyttöjärjestelmä</b>	Microsoft Windows 8 Pro 32-bit
<b>Näyttö</b>	10.1" WXGA (1280x800) multitouch-kosketusnäyttö
<b>Suoritin</b>	Intel Atom Z2760 1.8 GHz, 2 ydintä
<b>Muisti</b>	2 GB
<b>Tallennustila</b>	64 GB eMMC SSD
<b>Yhteydet</b>	802.11a/b/g/n WLAN, Bluetooth 4.0 + HS, NFC, 3G (HP hs2350+, GPS)
<b>Liitännät</b>	kuuloke/mikrofoniyhdistelmä, virtaliitin, microSDHC
<b>Kamera</b>	8 MP takana, 1080p (LED) edessä
<b>Ääni</b>	SRS Audio, stereokaiuttimet, integroitu mikrofoni
<b>Näytönohjain</b>	suorittimeen integroitu Intel Graphics Media Accelerator
<b>Akku</b>	2-kennoinen HP Long Life
<b>Mitat</b>	178 x 261 x 9.2 mm
<b>Paino</b>	630 g

Taulukko 1. HP ElitePad 900 tekniset tiedot (PCWorld 2013)

Taulukossa 1 listattujen ominaisuuksien perusteella voidaan todeta, että HP ElitePad 900 on rakenteeltaan kevyt ja täten helposti mukana kuljetettava. Suorituskyky jättää toivomisen varaa 2 gigatavun RAM-muistin ja hitaan näytönohjaimen takia.

## 7.2 Samsung Ativ

Samsung Ativ Tab on myynnistä poistunut, vuonna 2013 julkaistu ohut ja kevyt taulutietokone, joka on suunnattu pääasiassa yrityskäyttöön. Laitteessa on muovinen runko ja näytön lasina on Corning Gorilla Glass 2. Laitteen tarkemmat tekniset tiedot löytyvät alla olevasta taulukosta 2.

<b>Samsung Ativ Tab tekniset tiedot</b>	
<b>Käyttöjärjestelmä</b>	Microsoft Windows RT
<b>Näyttö</b>	10.1" (1366 x 768) kapasitiivinen kosketusnäyttö
<b>Suoritin</b>	Kaksiytiminen 1,5 Ghz Krait
<b>Muisti</b>	2 GB
<b>Tallennustila</b>	64 GB eMMC SSD
<b>Yhteydet</b>	802.11a/b/g/n WLAN, Bluetooth 4.0 + HS, 3G, GPS, GLONASS
<b>Liitännät</b>	kuuloke/mikrofoniyhdistelmä, virtaliitin, microSDHC, HDMI
<b>Kamera</b>	5 MP takana, 1,9 MP edessä
<b>Ääni</b>	SRS Audio, stereokaiuttimet, integroitu mikrofoni
<b>Näytönohjain</b>	Adreno 305
<b>Akku</b>	Li-Ion 8200 mAh
<b>Mitat</b>	265.8 x 168.1 x 8.9 mm
<b>Paino</b>	570 g

Taulukko 2. Samsung Ativ tekniset tiedot (GSMarena 2012a)

Taulukossa 2 listattujen ominaisuuksien perusteella voidaan todeta, että Samsung Ativ on rakenteeltaan kevyt ja täten helposti mukana kuljetettava. Suorituskyky jättää toivomisen varaa 2 gigatavun RAM-muistin ja hitaan näytönohjaimen takia. Muovisen rungon takia laite jättää halvan vaikutelman.



### 7.3 Microsoft Surface

Microsoft Surface on myynnistä poistunut, Microsoftin itse valmistava vuonna 2012 julkaistu Windows RT -tabletti. Laite on magnesiumvalulla valmistetun runkonsa takia testaukseen saatavilla olevista laitteista painavin. Laite on pääasiassa suunnattu kuluttajamarkkinoille. Laitteen tarkemmat tekniset tiedot löytyvät alla olevasta taulukosta.

<b>Microsoft Surface tekniset tiedot</b>	
<b>Käyttöjärjestelmä</b>	Windows RT
<b>Näyttö</b>	10,6", tarkkuus 1366 x 768, 5-pisteen monikosketus
<b>Suoritin</b>	Quad-core NVIDIA Tegra 3
<b>Muisti</b>	2 GB
<b>Tallennustila</b>	64 GB
<b>Yhteydet</b>	802.11a/b/g/n WLAN, Bluetooth 4.0
<b>Liitännät</b>	USB 2.0, virtaliitin, microSDXC, HD-videolähtöliitäntä
<b>Kamera</b>	Kaksi 720p HD -kameraa, eteen- ja taaksepäin suunnattu
<b>Ääni</b>	3,5 mm ääniliitäntä, stereokaiuttimet, kaksi mikrofonia
<b>Näytönohjain</b>	ULP GeForce
<b>Akku</b>	31,5 Wh
<b>Mitat</b>	274.6 x 172 x 9.4 mm
<b>Paino</b>	680 g

Taulukko 3. Microsoft Surface tekniset tiedot (GSMarena 2012b)

Laitteessa on testaukseen saatavilla olevista laitteista heikoimmat etu- ja takakamerat. Taulukosta 3 huomataan, että laitteen korkea paino voi asettaa joitakin rajoitteita mukana kulkevuudelle.

## 7.4 Samsung Galaxy Tab 3

Samsung Galaxy Tab 3 on saatavilla oleva, vuoden 2013 loppupuolella julkaistu tabletti. Laite on pääasiassa suunnattu kuluttajamarkkinoille. Laitteesta on saatavilla eri variaatioita joiden suurimmat erot ovat tallennustilan määrä ja datayhteysmahdollisuudet. Laitteen tarkemmat tekniset tiedot löytyvät alla olevasta taulukosta (Taulukko 4).

<b>Samsung Galaxy Tab 3 10.1 WiFi/3G tekniset tiedot</b>	
<b>Käyttöjärjestelmä</b>	Android 4.2 Jelly Bean
<b>Näyttö</b>	10,1" WXGA 1280 x 800 TFT-näyttö
<b>Suoritin</b>	1.6 GHz, 2 ydintä
<b>Muisti</b>	1 GB
<b>Tallennustila</b>	16 GB sisäänrakennettu tallennustila
<b>Yhteydet</b>	WiFi a/b/g/n, Wi-Fi Direct -tuki, Bluetooth 4.0, DLNA, 3G
<b>Liitännät</b>	USB 2.0, Micro USB (5 V, 2 A), MHL 1.2
<b>Kamera</b>	1,3 megapikseliä (edessä), 3 megapikseliä (takana)
<b>Ääni</b>	3,5 mm stereokuulokeliitäntä, stereokaiuttimet
<b>Näytönohjain</b>	PowerVR SGX544MP2
<b>Akku</b>	6800 mAh
<b>Mitat</b>	176,1 x 243,1 x 7,95 mm
<b>Paino</b>	512 g

Taulukko 4. Samsung Galaxy Tab 3 10.1 WiFi/3G tekniset tiedot (GSMarena 2013a)

Samsung Galaxy Tab 3:n sisäinen tallennustila on vain 16 gigatavua, joka voi osoittautua pullonkaulaksi yritys-, ja työmaakäytössä hyvinkin nopeasti. Laitteessa on lisäksi vain yksi gigatavu keskusmuistia, mikä on nykystandardeilla mitattuna vähän (Taulukko 4).

## 7.5 Samsung Galaxy S4 i9506

Samsung Galaxy S4 4G+ on saatavilla oleva, vuoden 2013 kolmannella kvartaalilla julkaistu älypuhelin. Laite on suunnattu sekä kulutus-, että yritysmarkkinoille. Laitteen tarkemmat tekniset tiedot löytyvät alla olevasta taulukosta 5.

Samsung Galaxy S4 i9506 tekniset tiedot	
<b>Käyttöjärjestelmä</b>	Android 4.4.2 KitKat
<b>Näyttö</b>	4,99" Super AMOLED 1080x1920 kapasitiivinen kosketusnäyttö
<b>Suoritin</b>	Neliytiminen 1.9 GHz Krait 300
<b>Muisti</b>	2 GB
<b>Tallennustila</b>	16 GB sisäänrakennettu tallennustila
<b>Yhteydet</b>	GPRS, EDGE, 3G, DC-HSDPA (42.2 Mbps), HSUPA (5.76 Mbps), LTE (50/100 Mbps), WLAN (a/b/g/n/ac + DLNA-tuki), Bluetooth v4.0+HS+EDR (A2DP-Bluetooth-stereo -tuki), microUSB v2.0 (MHL, USB On-the-Go), NFC
<b>Liitännät</b>	USB 2.0, Micro USB, MHL 1.2
<b>Kamera</b>	13.0 megapikseliä (4128x3096) (takana), 2,1 megapikseliä (edessä)
<b>Ääni</b>	3,5 mm stereokuulokeliitäntä, monokaiutin
<b>Näytönohjain</b>	Adreno 320
<b>Akku</b>	2600 mAh
<b>Mitat</b>	136.6 x 69.8 x 7.9 mm
<b>Paino</b>	130 g

Taulukko 5. Samsung Galaxy S4 tekniset tiedot (GSMarena 2013b)

Taulukosta 5 voimme todeta, että laitteen keskeisimmäksi rajoitukseksi yritys- ja työmaakäytössä voi osoittautua laitteen pieni, vain 16 gigatavun sisäinen tallennustila. Laitteesta löytyy kuitenkin microSD-muistikorttipaikka, jolla tämä puute voidaan korjata.

## 7.6 Samsung Galaxy Note 3 N9005

Samsung Galaxy Note 3 on saatavilla oleva, vuoden 2013 kolmannella kvartaalilla julkaistu älypuhelin. Laite on suunnattu sekä kulutus-, että yritysmarkkinoille. Laitteen tarkemmat tekniset tiedot löytyvät alla olevasta taulukosta 6.

Samsung Galaxy Note 3 N9005 tekniset tiedot	
<b>Käyttöjärjestelmä</b>	Android 4.4.2 KitKat
<b>Näyttö</b>	5.7" Super AMOLED 1080x1920 kapasitiivinen kosketusnäyttö
<b>Suoritin</b>	Neliytiminen 2.3 GHz Krait 400
<b>Muisti</b>	3 GB
<b>Tallennustila</b>	32 GB sisäänrakennettu tallennustila
<b>Yhteydet</b>	GPRS, EDGE, 3G, HSDPA (42 Mbps), HSUPA (5.76 Mbps), LTE (150 Mbps DL / 50 Mbps UL), WLAN (a/b/g/n/ac + DLNA-tuki), Bluetooth 4.0 LE (A2DP, LE, EDR)
<b>Liitännät</b>	microUSB v3.0 (USB Host), microSDXC-muistikorttipaikka
<b>Kamera</b>	13.0 megapikseliä (4128x3096) (takana), 2,1 megapikseliä (edessä), 2160p@30fps video
<b>Ääni</b>	3,5 mm stereokuulokeliitäntä, monokaiutin
<b>Näytönohjain</b>	Adreno 330
<b>Akku</b>	3200 mAh
<b>Mitat</b>	151.2 x 79.2 x 8.3 mm
<b>Paino</b>	168 g

Taulukko 6. Samsung Galaxy Note 3 N9005 tekniset tiedot (GSMarena 2013c)

Taulukosta 6 voidaan todeta, että Samsung Galaxy Note 3:ssa on puhelimeksi suuri ja korkearesoluutioinen näyttö. Laitteessa on myös oletuksena 32 gigatavua sisäistä tallennustilaa, joka todennäköisesti riittää useimpien käyttäjien tarpeisiin. Tallennustilaa on mahdollista laajentaa microSDXC-muistikorttipaikalla.

## 7.7 Apple iPad 2 WiFi

Apple iPad 2 on myynnistä poistunut, vuoden 2011 alkupuolella julkaistu tabletti. Laite on suunnattu sekä yritys- ja kuluttajamarkkinoille. Laitteesta on saatavilla

eri variaatioita joiden suurimmat erot ovat tallennustilan määrä ja datayhteysmahdollisuudet. Laitteen tarkemmat tekniset tiedot löytyvät alla olevasta taulukosta 7.

<b>Apple iPad 2 WiFi tekniset tiedot</b>	
<b>Käyttöjärjestelmä</b>	iOS 7.1.2, mahdollisuus iOS 8 päivitykseen
<b>Näyttö</b>	9.7" 768x1024, LED LCD näyttö
<b>Suoritin</b>	1.0 GHz, 2 ydintä
<b>Muisti</b>	512 MB
<b>Tallennustila</b>	16 GB sisäänrakennettu tallennustila
<b>Yhteydet</b>	WiFi a/b/g/n, Bluetooth 2.1
<b>Liitännät</b>	Apple 30-pin
<b>Kamera</b>	0.7 Megapikseliä (960 x 720) (takana), VGA (640x480) (edessä)
<b>Ääni</b>	3,5 mm stereokuulokeliitäntä, stereokaiuttimet
<b>Näytönohjain</b>	PowerVR SGX543MP2
<b>Akku</b>	6930 mAh
<b>Mitat</b>	241.2 x 185.7 x 8.8 mm
<b>Paino</b>	601 g

Taulukko 7. Apple iPad 2 WiFi tekniset tiedot (GSMarena 2011a)

Apple iPad 2 on ominaisuuksiltaan testaukseen saatavilla olevista laitteista heikoin. Näyttö on kooltaan lähes kymmenen tuumaa, mutta sen näyttötarkkuus on alhainen, vain 768 x 1024 kuvapistettä. Lisäksi laitteessa on alhainen keskusmuistimäärä ja laitteen suoritin on hidas (Taulukko 7).

### 7.8 Apple iPad Air 16GB WiFi/LTE

Apple iPad Air on saatavilla oleva, vuoden 2013 loppupuolella julkaistu ultrakevyt tabletti. Laite on pääasiassa suunnattu kuluttajamarkkinoille. Laitteesta on saatavilla eri variaatioita, joiden suurimmat erot ovat tallennustilan määrä ja datayhteysmahdollisuudet. Laite on 20 prosenttia normaalia iPadia ohuempi ja painaa alle puoli kiloa. Laitteen tarkemmat tekniset tiedot löytyvät taulukosta (Taulukko 8).

<b>Apple iPad Air 16GB WiFi/LTE tekniset tiedot</b>	
<b>Käyttöjärjestelmä</b>	iOS 7, päivitysmahdollisuus OS 7.1.2, mahdollisesti myös iOS 8
<b>Näyttö</b>	9.7" 1536x2048 kapasitiivinen LED LCD
<b>Suoritin</b>	1.3 GHz Cyclone, 2 ydintä
<b>Muisti</b>	1 GB
<b>Tallennustila</b>	16 GB sisäänrakennettu tallennustila
<b>Yhteydet</b>	GPRS, EDGE, WiFi a/b/g/n, Bluetooth 4.0, DC-HSDPA, HSDPA, HSUPA, LTE, EV-DO
<b>Liitännät</b>	Lightning
<b>Kamera</b>	5 megapikseliä, (2592 x 1944) (edessä), 1.2 megapikseliä (takana)
<b>Ääni</b>	3,5 mm stereokuulokeliitäntä, stereokaiuttimet
<b>Näytönohjain</b>	PowerVR G6430
<b>Akku</b>	8820 mAh
<b>Mitat</b>	240 x 169.5 x 7.5 mm
<b>Paino</b>	469 g

Taulukko 8. Apple iPad Air 16GB WiFi/3G tekniset tiedot (GSMarena 2013d)

Apple iPad Airissa on vanhempaan iPad 2:een verrattuna kaikilta ominaisuuksiltaan huomattavasti parempi. Sen näyttötarkkuus on korkeampi, suoritin tehokkaampi ja se sisältää enemmän keskusmuistia. Lisäksi se on painoltaan kevyempi, joka tekee siitä helpommin mukana kuljetettavan. (Taulukko 8)

### 7.9 Apple iPhone 4S 8GB

Apple iPhone 4S on saatavilla oleva, vuoden 2011 loppupuolella julkaistu älypuhelin. Laite on suunnattu sekä yritys- ja kuluttajamarkkinoille. Laitteesta on saatavilla eri variaatioita, joiden suurimmat erot ovat tallennustilan määrä ja datayhteyksimahdollisuudet. Laite on viidennen sukupolven iPhone-älypuhelin. Laitteen tarkemmat tekniset tiedot löytyvät alla olevasta taulukosta 9.

<b>Apple iPad Air 16GB WiFi/LTE tekniset tiedot</b>	
<b>Käyttöjärjestelmä</b>	iOS 5, päivitysmahdollisuus OS 7.1.2, suunniteltu iOS 8
<b>Näyttö</b>	3.5" 640x960 kapasitiivinen LED LCD
<b>Suoritin</b>	1 GHz Cortex-A9, 2 ydintä
<b>Muisti</b>	512 MB
<b>Tallennustila</b>	16 GB sisäänrakennettu tallennustila
<b>Yhteydet</b>	GPRS, EDGE, HSDPA, HSUPA, WiFi b/g/n, Bluetooth 4.0
<b>Liitännät</b>	Apple 30-pin
<b>Kamera</b>	8 megapikseliä, (3264x2448) (takana), VGA (640x480) (takana)
<b>Ääni</b>	3,5 mm stereokuulokeliitäntä, monokaiutin
<b>Näytönohjain</b>	PowerVR SGX543MP2
<b>Akku</b>	1432 mAh
<b>Mitat</b>	115.2 x 58.6 x 9.3 mm
<b>Paino</b>	140 g

Taulukko 9. Apple iPhone 4S 8GB tekniset tiedot (GSMarena 2011b)

Apple iPhone 4S on testaukseen saatavilla olevista puhelimista ominaisuuksiltaan heikoin. Laitteen näyttö on pieni, 3,5" ja sen näyttötarkkuus on vain 640 x 960 kuvapistettä. Laitteen sisäinen tallennustila, 8 gigatavua jää todennäköisesti käytössä kuin käytössä nopeasti liian pieneksi. Lisäksi laitteen akkukapasiteetti on alhainen. (Taulukko 9)

### 7.10 Yhteenveto laitteista

Laitteiden ominaisuuksia vertailemalla voidaan todeta, että tablet-laitteista selkeästi parhaiten tietomallien katselukäyttöön soveltuu Apple iPad Air. Kyseisen lait-

teen resoluutio on niin korkea, ettei käyttäjä pysty erottamaan yksittäisiä kuvapisteitä. Tämä takaa sen, että kuva on terävä eikä näytä epätarkalta. Lisäksi laite on tarpeeksi kevyt, ollakseen helposti mukana kuljetettava. Laitetta on saatavilla 16-, 32-, 64- ja 128-gigatavuisella sisäisellä tallennustilalla, joten yritys voi valita tarpeisiinsa parhaiten soveltuvan vaihtoehdon.

Puhelimia vertailtaessa Samsungin Galaxy-linjaston tuotteet osoittautuivat ominaisuuksiltaan ylivoimaisesti parhaimmiksi, joskin ne ovat hinnaltaan Apple iPhone 4S:ää huomattavasti kalliimpia. Samsungin Galaxy-linjaston näyttöjen resoluutio ja koko on huomattavasti Applen iPhone 4S:ää korkeampi, mikä lisää huomattavasti käyttömukavuutta ja tehokkuutta työskentelyssä. Vaikka laitteissa on Apple iPhone 4S:ää suurempi näytön koko, laitteet ovat silti vielä sopivan kompakteja matkapuhelimiksi, niin ulkomitoiltaan kuin painoltaankin. Tämän lisäksi Samsungin Galaxy-linjaston puhelimista löytyy muistikorttipaikka ja valmiiksi enemmän sisäistä tallennustilaa.

## **8 Saatavilla olevan laitekannan käyttöjärjestelmät**

Mobiililaitteita on useilta eri valmistajalta ja näissä laitteissa käytetään eri käyttöjärjestelmiä. Yleisimmät Suomessa käytössä olevat käyttöjärjestelmät ovat Applen iOS, Googlen Android sekä Microsoftin Windows RT ja Windows Phone.

### **8.1 iOS**

Apple iOS (aiemmin iPhone OS) on Applen kehittämä mobiilikäyttöjärjestelmä, joka on käytössä ainoastaan Applen omissa mobiililaitteissa. Se julkaistiin alun-alkaen vuonna 2007 ensimmäisen iPhone-puhelimen yhteydessä. iOS on nykyisin laajentunut tukemaan muitakin Applen laitteita, kuten kannettavia iPod-mediasoittimia, iPad-taulutietokoneita ja toisen sukupolven Apple TV-mediatoistimia.

iOS-laitteiden mobiilisovellukset ladataan ja asennetaan käyttäen Applen digitaalista jakelukanavaa nimeltä App Store. Palvelu mahdollistaa sovellusten selaamisen, ostamisen ja lataamisen. Sovellukset kehitetään käyttämällä Applen sovel-



luskehityspakettia iOS SDK:ta. Mikäli Applen laitteisiin halutaan asentaa kolmannen osapuolen sovelluksia muualta kuin App Storesta, on laite jailbreakattava. Jailbreakillä tarkoitetaan operaatiota, jossa iOS:n rajoituksia on poistettu. Se antaa käyttäjälle root-tason oikeudet käyttöjärjestelmään. Tällöin käyttäjä saa esimerkiksi pääsyn iOS:n järjestelmän kansioon ja voi asentaa kolmannen osapuolen sovelluksia, sekä muokata laitteen järjestelmäasetuksia monipuolisemmin. (GSMarena 2013e).

## **8.2 Android**

Android on Googlen kehittämä mobiililaitteille suunniteltu ohjelmistopino, sisältäen käyttöjärjestelmän, väliohjelmistoja ja käyttäjän perusohjelmia. Käytetty järjestelmäydin on avoimen lähdekoodin GPLv2 lisensoitu Linux-ydin. Android julkaistiin marraskuussa vuonna 2007 Open Handset Alliancen perustamisen yhteydessä. Open Handset Alliance on 84 ohjelmisto- ja laitteistovalmistajan sekä teleoperaattorin muodostama yhteenliittymä, joka kehittää mobiilialan avoimia standardeja ja ohjaa Android-käyttöjärjestelmän kehitystyötä. Android kaappasi älypuhelimien käyttöjärjestelmien markkinajohtajan aseman vuoden 2010 viimeisellä kvartaalilla (Gartner 2011). Vuoden 2013 kesällä Androidin markkinaosuus kohosi jo 70 prosentin (Techcrunch 2013).

Androidin sovellusasennukset tapahtuvat Googlen digitaalisen sisältöpalvelun Googlen Play, kautta. Google Play tunnettiin aiemmin nimellä Android Market. Androidiin voidaan asentaa myös sovelluksia suoraan ladatuista .apk-tiedostoista ilman erillistä digitaalista jakelualustaa.

## **8.3 Windows RT**

Windows RT on 32-bittistä ARM-arkkitehtuuria käyttäville mobiililaitteille suunniteltu muunnos Microsoftin Windows 8-käyttöjärjestelmästä. Microsoft on suunnitellut Windows RT:n hyödyntämään arkkitehtuurin tuomaa alhaisempaa virrankulutusta sekä system-on-chip suunnittelutapaa, jossa laitteiston kaikki tarvitsemat komponentit ovat yhdellä piirillä. Tämä mahdollistaa aikaisempaa ohuempien ja pienempien laitteiden valmistamisen. Muihin mobiilikäyttöjärjestelmiin verrattuna

Windows RT tukee huomattavasti suurempaa USB:n kautta käytettävää lisälaitte-kantaa.

Windows RT:n ongelmana on, että kaikki sovellukset on asennettava Windows Storesta, jonka sovelluskanta on huomattavasti Google Playtä ja Applen App Storea pienempi. Google Play ja App Store tarjoavat noin kymmenenkertaisen määrän sovelluksia verrattuna Windows Storeen. (Taskumuro 2013.)

#### **8.4 Windows Phone**

Windows Phone (lyhennetään WP) on Microsoftin älypuhelimille suunniteltu käyttöjärjestelmä. Sen edeltäjä oli Windows Mobile, jonka kanssa se ei kuitenkaan ole yhteensopiva, eli samat sovellukset, jotka kävivät Windows Mobileen, eivät käy Windows Phoneen. Toisin kuin edeltäjänsä, Windows Phone on suunnattu pääasiassa kuluttajamarkkinoille eikä yritysmaailmaan. Windows Phonen ensijulkaisu tapahtui lokakuussa 2010, kun Microsoft julkaisi Windows Phone 7 -käyttöjärjestelmän. Seuraava versio Windows Phone 8 julkaistiin lokakuussa 2012 ja tuorein versio Windows Phone 8.1 julkaistiin vuoden 2014 helmikuussa. (Engadget 2014.)

Windows Phonen sovellusasennukset tapahtuvat Windows Phone Storen (tunnettiin aiemmin nimellä Windows Phone Marketplace) digitaalisen jakelukanavan kautta. Windows Phone Storessa oli sovelluksia 300 000 kappaletta vuoden 2014 elokuussa (CNET 2014).

#### **8.5 Yhteenveto käyttöjärjestelmistä**

Saatavilla olevien sovellusten määrää vertailtaessa Android- ja iOS-käyttöjärjestelmät omaavat huomattavasti suuremman sovellusvalikoiman verrattaessa Windows Phone- ja Windows RT-käyttöjärjestelmiin. Android-käyttöjärjestelmän tiedostojärjestelmä on avoin, joka voi altistaa laitteen todennäköisemmin viruksille ja haittaohjelmille, mutta tämä mahdollistaa myös laajemman tiedostohallinnan ja laitteen ominaisuuksien muokattavuuden, tehden siitä teknologiaorientoituneille käyttäjille paremman vaihtoehdon. Androidin avoin rakenne mahdollistaa myös sen, että käyttäjät voivat itse kehittää sille helpommin sovelluksia.

## **9 Langaton tiedonsiirto**

Langattomalla tiedonsiirrolla tai langattomalla tekniikalla tarkoitetaan nykyään ensisijaisesti informaation siirtoa kahden sellaisen pisteen välillä, joita ei ole yhdistetty toisiinsa fyysisesti esimerkiksi sähköjohdolla tai muulla kaapelilla, jota pitkin tieto siirtyy pisteiden välillä. Toissijaisesti saatetaan viitata käytännössä jo esihistoriallisiin langattoman tiedonsiirron muotoihin kuten tulen ja savun käyttämiseen viestinnässä. Yleisin langattoman tiedonsiirron muoto on radioaaltojen käyttäminen informaation välitykseen. Radioaallot soveltuvat tiedonsiirtoon sekä muutamien metrien etäisyyksillä että miljoonien kilometrien välisillä matkoilla (avaruustutkimus). Langattoman tiedonsiirron tyypillisimmät käyttökohteet nykyään ovat matkapuhelimet, kämmentietokoneet ja langattomat lähiverkot. (English-Word Information.)

### **9.1 Kolmannen sukupolven matkapuhelinteknologia 3G (UMTS)**

3G eli UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) on kolmannen sukupolven langaton matkapuhelinteknologia, joka on GSM:n (Global System for Mobile Communications) seuraajaksi tai korvaajaksi suunniteltu tekniikka. Toisin kuin GSM, 3G on alusta asti suunniteltu myös datan siirtoon. 3G-verkon tavoitteina oli suunnitteluvaiheessa luoda verkko, jossa pystytään langattomasti tuomaan äänen- ja datasiirron laatu vastaavalle tasolle kuin kiinteässä dataverkossa. Tiedonsiirtokapasiteetille verkkoa suunniteltaessa asetettiin tavoite, että paikallaan olevan laitteen siirtonopeus voisi olla jopa 2 Mbps. Tämä on myöhemmin pystytty ylittämään moninkertaisesti 3G-tekniikalla ottamalla käyttöön esimerkiksi HSDPA-yhteyskäytäntö (High-Speed Downlink Packet Access). HSDPA-yhteyskäytännöllä on päästy jopa 42 Mbps:n nopeuksiin. 3G:n taajuusalueina ovat käytössä Euroopassa ja Japanissa 2100 MHz alue (band 1), joka on yleisin taajuusalue, jota nykyiset laitteet tukevat. 3G on laajalti tuettu tämän päivän kannettavissa ja siirrettävissä laitteissa. (Clove Technology 2014.)

### **9.2 Neljännen sukupolven matkapuhelinteknologia 4G**

4G on yleisnimitys neljännen sukupolven langattomille matkapuhelinteknologioille. 4G on seuraaja ja/tai osittainen korvaaja 3G:lle. 4G-nimitys käsittää siis

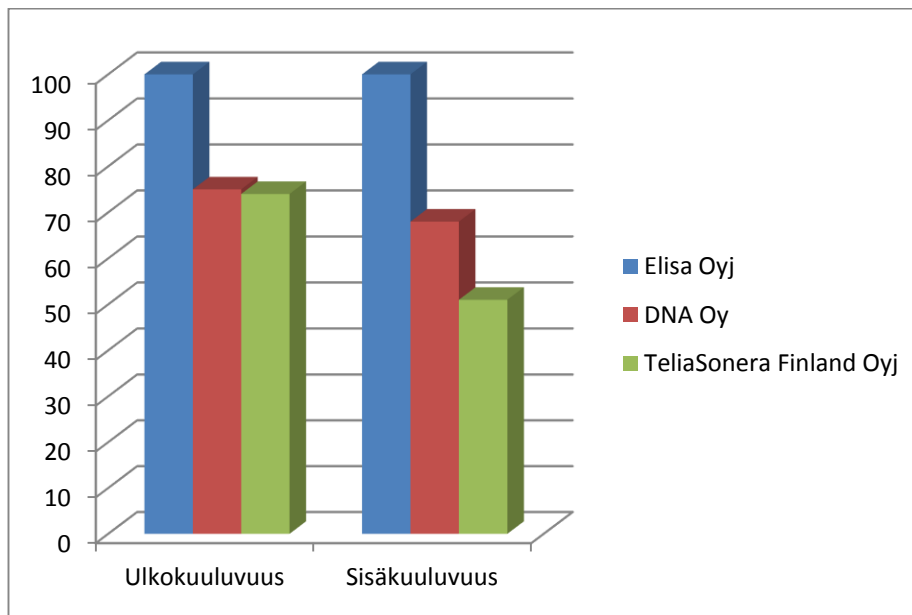
useita eri teknologioita, kuten Suomessa yleisesti käytössä olevat tekniikat LTE ja DC-HSPA, vaikkakaan ne eivät alkuperäistä ITU:n (International Telecommunication Union) määritelmää 4G:stä täytäkään. ITU:n määritelmä 4G:lle on seuraava: yhteysnopeus päätelaitteeseen tulisi olla parhaimmillaan 1 Gbps hitaasti liikuttaessa tai paikallaan ollessa ja 100 Mbps nopeasti liikuttaessa. Käytännössä siirtonopeudet ovat murto-osa määritellyistä maksiminopeuksista ja yhteyden nopeus on todennäköisesti useimmissa tapauksissa jotakin väliltä 10 - 100 Mbps tietoa vastaanotettaessa ja 5 - 20 Mbps tietoa lähetettäessä. 4G:n käyttöön on Euroopassa varattu taajuualueet 1800 MHz ja 2600 MHz. (Clove Technology 2014.)

### **9.3 Langaton lähiverkkotekniikka WLAN**

WLAN (Wireless Local Area Network) on langaton lähiverkkotekniikka, jota käytetään erilaiset verkkolaitteet saadaan kommunikoimaan keskenään käyttämättä tiedonsiirtoon kaapeleita. Tekniikan ollessa läheistä sukua yleisimmälle langalliseen tiedonsiirtotekniikalle Ethernetille IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.3 -standardille, josta käytetään nimitystä LAN (Local Area Network), on käyttöön vakiintunut termi WLAN (Wireless Local Area Network). IEEE 802.11 on IEEE:n standardi langattomille lähiverkoille. Käytännössä WLANista puhuttaessa tarkoitetaan useimmiten IEEE 802.11 -standardia, vaikkakin muitakin langattomia lähiverkkotekniikoita on olemassa, ne eivät vain ole yleistyneet vastaavalla tavalla. Termit WLAN, WiFi ja 802.11 tarkoittavat puhekielessä tai myyntiesitteiden ominaisuuslistauksissa kaikki samaa asiaa vaikka tarkalleen ottaen nämä termit eivät ole synonyymejä keskenään. WLANin tavallisin ja luultavimmin toistaiseksi vielä yleisimmin käytössä oleva versio on 802.11g-standardi jonka siirtonopeuden maksimi on 54 Mbps. Wi-Fi on usein käytetty kaupallinen nimitys WLANille. Wi-Fi on Alliancen tavaramerkki, joka määrittää tietynlaisen laatutason. WLANia käytetään yleisesti kotitalouksissa verkottamaan langallinen internetyhteys langattomaksi, näin säästytään erilliseltä sisäverkkokaapeloinnilta. WLAN on käytössä myös matkapuhelimissa, tablet-laitteissa ja kannettavissa tietokoneissa. Useimmiten WLANia käytetään rakennusten sisällä melko lyhyillä, maksimissaan muutamien satojen metrien kuuluvuusalueilla. (Sans Institute 2004.)

## 9.4 Mobiiliverkko-operaattorit

Suomessa mobiiliverkon palveluntarjoajia on tällä hetkellä kolme. Nämä kolme palveluntarjoajaa ovat TeliaSonera Finland Oy (entinen Sonera Mobile Networks Oy), Elisa Oy (entinen Radiolinja Ab) ja DNA Oy (entinen Suomen 2G/Finnet Verkot). 4GLTE-verkon kuuluvuudeltaan Elisa Oy on tällä hetkellä Suomen kattavin ulko- ja sisäkuuluvuudeltaan (Kuvaaja 1).



Kuvaaja 1. Operaattoreiden kuuluvuudet (Elisa 2014)

Kyseisessä tutkimuksessa LTE-kuuluvuutta on mitattu 32 kaupungissa ja näiden välisillä tieosuksilla. Kuuluvuudeltaan parhaimman arvon saaneen operaattorin LTE-kuuluvuus on skaalattu 100 prosenttiin, johon muiden operaattoreiden kuuluvuuksia on verrattu (Kuvaaja 1). Elisalla on selvästi kattavin LTE-kuuluvuus sisä- ja ulkotiloissa, mutta on huomioitava, että paikkakunta- ja aluekohtaisia eroavaisuuksia on operaattoreiden välillä. Vertailussa toiseksi sijoittui DNA Oy ja kolmanneksi TeliaSonera Finland Oy. Kahden jälkimmäisen välillä ulkokuuluvuudessa ei ole juuri eroja, mutta sisäkuuluvuuden osalta TeliaSonera Finland Oy suoriutuu huomattavasti heikommin. (Elisa 2014.)

## 10 Testaukseen valitut laitteet ja ohjelmat

Tekla BIMsight Note toimii kaikissa laitteissa samalla tapaa, eikä eroavaisuuksia toiminnassa ole. Tekla BIMsight Note lähettää vain yksinkertaisen kuvakaappauksen itse mallista eikä tämän kuvan katseleminen, vastaanottaminen ja edelleen lähettäminen aseta laitteiston kokoonpanolle minkäänlaisia erikoisvaatimuksia. Tekla BIMsight Notea ei kuitenkaan ole saatavilla Windows Phone-ympäristössä, mutta Androidille ja iOS:lle se on ladattavissa. Tekla BIMsight puolestaan toimii vain Windows-ympäristössä mutta ei Windows RT:llä (Taulukko 10). Varsinaisella Windows 8:lla varustetut mobiililaitteet ovat hinnaltaan huomattavasti kalliimpia verrattuna vastaaviin Android- sekä iOS-laitteisiin. Lisäksi Tekla BIMsight on mobiilikäytössä Tekla Field3D:tä huomattavasti kömpelömpi ja raskeampi.

Teklan sovellusten toiminta käyttöjärjestelmissä				
	Android	Windows RT	Windows 8	iOS
BIMsight			X	
BIMsight Note	X			X
Field3D				X

Taulukko 10. Teklan sovellusten toiminta käyttöjärjestelmissä.

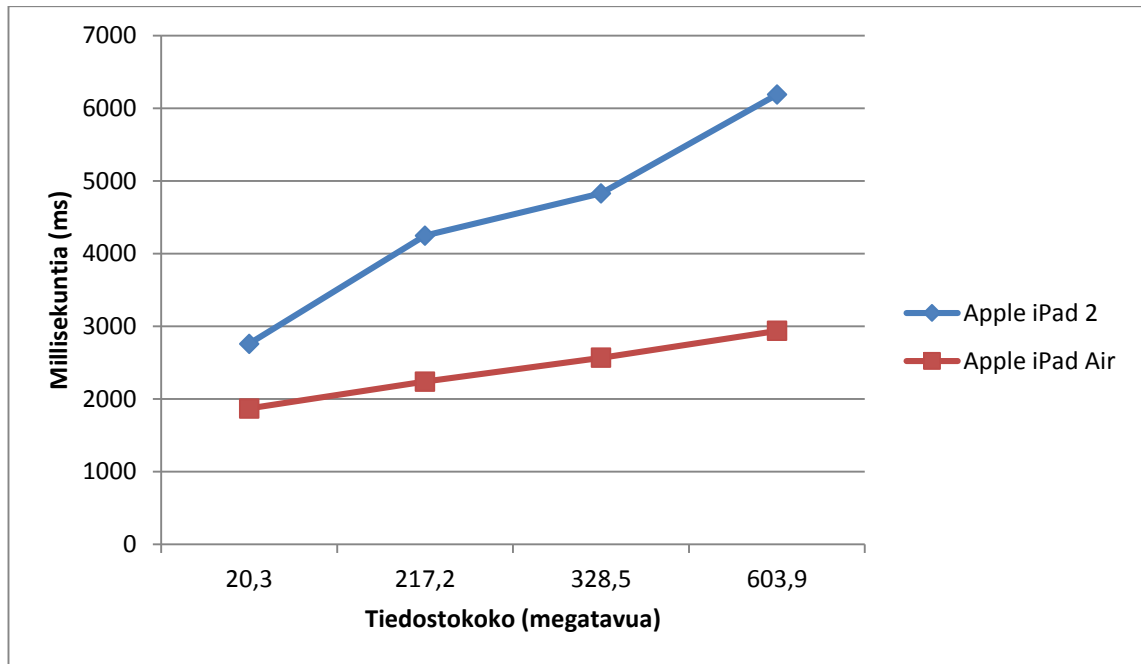
Työmaakohteissa mobiilikäyttö rajoittuu pääasiassa mallien katseluun ja erinäisten mittojen tarkasteluun, joten Tekla Field3D:n ominaisuudet ovat tähän käyttöön täysin riittävät. Näiden tietojen, havaintojen sekä palaverissa käytyjen keskustelujen pohjalta päädyimme testaamaan Tekla Field3D:tä. Tekla Field3D on saatavilla ainoastaan Applen iOS-laitteille, joten testaus oli suoritettava saatavissa oleville Applen iPad-laitteille (Taulukko 10). Tämän takia testattavaksi valittiin halvempi iPad 2 ja kalliimpi iPad Air. Nämä kaksi laitetta edustavat suorituskyvyn molempia ääripäitä, iPad Airin ollessa huomattavasti vanhempaa iPad 2:ta nopeampi suorituskyvyltään.

## 11 Testauksen suunnittelu

Tekla Field3D:n testaus suunniteltiin luomalla testaussuunnitelma (Liite 1), joka sisältää testitapauksia sovelluksen eri toiminnoille. Testitapauksia olivat esimerkiksi erikokoisten tietomallien avaamiseen kulunut aika molemmilla testattavilla laitteilla, malleissa liikkumisen sulavuus ja usean mallin samanaikainen avaaminen. Testitapauksista oli tarkoitus kellottaa aika, joka testissä olevalla laitteella kului kuhunkin toimintoon. Kellotetut ajat kirjataan taulukkoon testausraportissa, josta on helppo analysoida tuloksia ja luoda tuloksista tarvittavat graafiset esitykset. Näistä graafisista esityksistä pystyttiin helposti ja selkeästi vertaamaan laitteiden suorituskykyä ja käytön sujuvuutta keskenään. Pienimpien testattavien aikojen ollessa vain kymmeniä millisekunteja, testi suunniteltiin kuvattavaksi suurnopeuskameralla. Tällä tavalla testiin saatiin lisää tarkkuutta ja virhemarginaali pienemmäksi. Suurnopeuskameralla kuvaamisen jälkeen saadusta videosta kellotetaan kuhunkin testitapaukseen kulunut aika, esimerkiksi viive mallin pyörityskomennon antamisen ja itse komennon suorittamisen välillä. Kyseinen testaus-tapa tuottaa selvää ja helposti analysoitavaa numeerista dataa ja käyttäjäkokemukset voidaan havainnoida ja kirjata erikseen.

## 12 Testitulokset

Kuvaajassa 2 on nähtävissä neljän erikokoisen tietomallin avautumisnopeus kummallakin laitteella. Kyseiset tiedostokoot ovat yleisiä tietomallien referenssi-kokoja. Testattavat tietomallit toimitti TOKA-projektin projektiassistentti Anu Kainulainen. Kuten graafista voidaan todeta, laitteen suorituskyvyllä on selkeä vaikutus siihen, miten nopeasti tietomalli voidaan renderöidä IFC-tiedostosta tarkasteltavaksi malliksi.

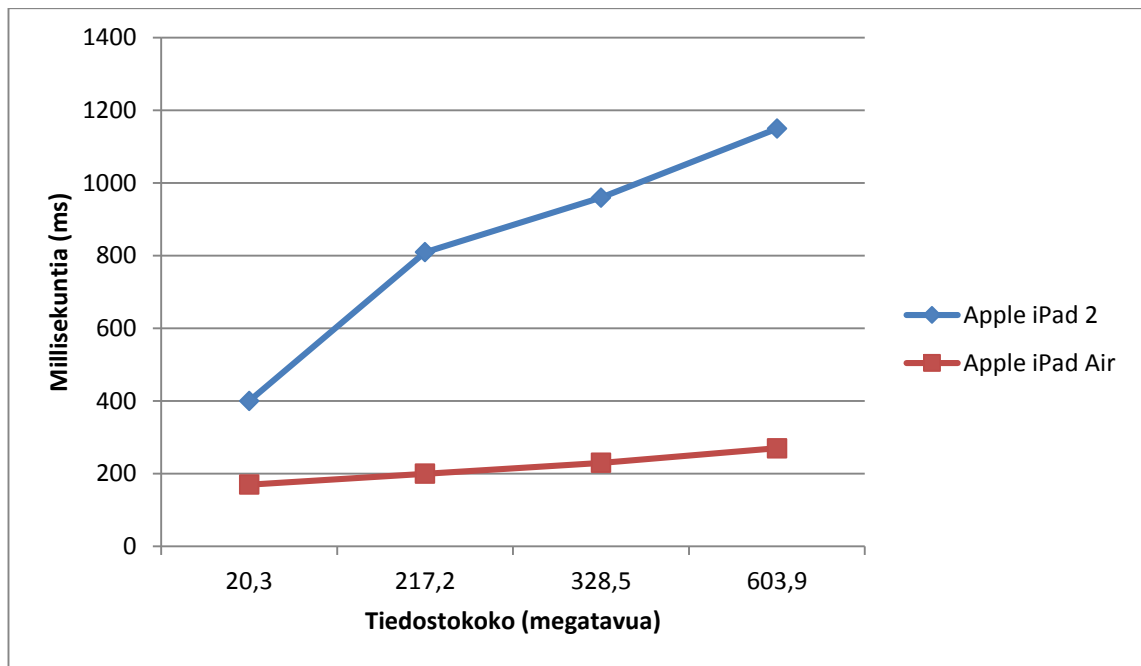


Kuvaaja 2. Mallien avautumisnopeudet

Kuten kuvaajasta 2 voidaan todeta, Apple iPad Air suoriutuu tiedostojen avaamisesta nopeammin kuin Apple iPad 2. Mallin avautumisnopeus kasvaa Apple iPad Air -laitteella lineaarisesti tiedostokoon kasvaessa, eikä avausajan kestossa tule jyrkkiä nousuja testissä käytetyillä tiedostoilla. Apple iPad 2 -laitteen kohdalla laitteistoresurssit tulevat selvästi aiemmassa vaiheessa vastaan. Tiedostokoon kasvaessa yli 150 megatavun mallin avautumisnopeus lähtee huomattavasti jyrkempään nousuun.

Kuvaajassa 3 on nähtävissä neljän erikokoisen tietomallin viive komennon syöttämisen ja komennon suorittamisen välillä kummallakin laitteella. Kuten graafista voidaan todeta, laitteen suorituskyvyllä on selkeä vaikutus komennon suoritusviiveeseen.





Kuvaaja 3. Vasteajan viive komennon syötössä

Vanhemmalla Apple iPad 2 -laitteella komennon syötön ja suorittamisen välillä oleva vasteaika nousee huomattavasti jyrkemmin mallin tiedostokoon kasvaessa. Tämä aiheuttaa käyttökokemuksen ja käytön tehokkuuden heikentymistä, erojen ollessa laitteiden välillä suurimman tietomallin kohdalla jo sekunnin luokkaa. Apple iPad Air -laitteella tiedostokoon kasvu ei aiheuttanut jyrkkää nousua vasteajassa, vaan vasteaika nousi lineaarisemmin eikä missään vaiheessa saavuttanut yhtä suuria lukemia kun suorituskyvyltään heikompi Apple iPad 2 (Kuvaaja 3).

Testatessamme Tekla Field3D -sovellusta kummallakin laitteella havaitsimme että laiteresurssien tarve kasvaa, kun mallin koko kasvaa. Apple iPad 2 suoriutuu mallin avautumisnopeutta testaavissa testitapauksissa kohtalaisesti, mutta kun tiedostokoko kasvaa useisiin satoihin megatavuihin, mallin avautuminen hidastuu huomattavasti. Tämä tekee laitteen käytöstä suurikokoisten mallien kanssa työskennellessä hitaampaa. Tämä korostuu, jos tarkoituksena on käyttää useita rakennuksen tietomalleja rinnakkain ja siirtyä mallista toiseen tiheällä aikavälillä, koska mikäli halutaan siirtyä tietomallin katselusta toiseen, on edellinen malli suljettava ja avattava uusi malli uudestaan. Useita malleja ei voi olla yhtäaikaaisesti avoinna. Apple iPad Airilla rakennuksen tietomallien avaaminen onnistuu selvästi

nopeammin myös pienten mallien kohdalla ja vaikutus korostuu entisestään suurempia tiedostokokoja avatessa. Apple iPad Airin kohdalla avautumisajan kasvu suhteessa mallin koon kasvuun on kauttaaltaan huomattavasti lineaarisempaa.

Vasteajan viivettä testaavissa testitapauksissa erot laitteiden välillä olivat silmämääräisesti arvioituna jo selkeästi havaittavissa. Suurnopeuskameralla erot laitteiden välillä pystyttiin toteamaan vielä tarkemmin. Apple iPad Airilla vasteaika mallia liikuteltaessa ei kasvanut missään vaiheessa tiedostokoosta riippumatta yli 300 millisekuntiin. Apple iPad 2:n kohdalla vasteaika oli pienimmänkin mallin kohdalla jo yli 400 millisekuntia, kun iPad Airilla vastaava vasteaika oli alle 200 millisekuntia. Apple iPad 2:n tapauksessa vasteaika lähti jyrkkään nousuun välittömästi tiedostokoon ylittäessä 200 megatavua, vasteajan ollessa jo yli 800 millisekuntia.

### **13 Yhteenveto ja pohdinta**

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli vertailla rakennuksen tietomallien käsittelyyn tarkoitettuja sovelluksia ja mobiililaitteita, joissa nämä sovellukset toimivat. Testaukseen saatavilla oleva laitekanta oli suurehko, mutta työn edetessä se supistui kahteen laitteeseen. Tämä johtui siitä, että Tekla Field3D oli saatavilla vain iOS-pohjaisille laitteille.

Tekla Field3D valittiin testattavaksi sovellukseksi, koska se oli riittävän kevyt mobiilikäyttöä ajatellen. Tekla Field3D oli myös toiminnallisilta ominaisuuksiltaan aivan järkevä vaihtoehto, koska Tekla BIMsight Notella mallien katselu ei ole mahdollista ja Tekla BIMsight ei tue kuin Windows-pohjaisia laitteita (pois lukien Windows RT-laitteet). Näin ollen testiin saatavilla olevien laitteiden kannalta Tekla BIMsight olisi toiminut vain Windows-pohjaisessa HP ElitePad 900 -tabletissa, joka taasen oli teknisiltä ominaisuuksiltaan liian vajavainen, sekä laiteresurssiansa että näytöntarkkuutensa puolesta. Lisäksi laite oli aitoa mobiilikäyttöä ajatellen kömpelö vaihtoehto. Todennäköisesti tästä syystä kiinteistökehitys- ja rakennuskonserni Skanska Oy on päätenyt käyttämään iOS-pohjaisia laitteita rakennuksen tietomallien mobiilikäytössä rakennuskohteissaan.

Testauksemme saatavilla oleva laitekanta oli paikoin vanhempaa sukupolvea, lukuun ottamatta Apple iPad Airia. Apple iPad 2 -laitetta ei ollut enää testien aikana saatavilla uutena myymälöistä. Käytännössä Apple iPad 2:n korvaajaksi tarkoitettu, suorituskyvyltään vastaava ja kooltaan kompaktimpi Apple iPad Mini oli saatavilla. Testien perusteella rahallinen lisäpanostus Apple iPad Air -laitteeseen on kannattavaa, mikäli sovelluksen ja laitteen käyttö on jatkuvaa eikä satunnaista. Rahallisella lisäpanostuksella saadaan selvästi sulavampi ja tehokkaampi käyttökokemus. Yritys ja laitteen loppukäyttäjänä toimiva työntekijä hyötyvät tästä toiminnan tehostumisena ja ajankäytön kohdistumisena varsinaiseen työn tekemiseen, turhan odottelun sijaan.

Testattavia sovelluksia oli alun perin tarkoitus olla kolme kappaletta (Tekla BIMsight, Tekla BIMsight Note ja Tekla Field3D) ja testattava laitekanta käsitti useita käyttöjärjestelmiä (Android, iOS, Windows RT ja Windows 8). Sovellusten määrä karsiutui kolmesta yhteen ja testattavien laitteiden määrä karsiutui kahteen Applen iOS-pohjaiseen laitteeseen. Testauksen avulla onnistuttiin kuitenkin luomaan toimiva testausmalli, jota voidaan käyttää tulevaisuudessa, kun uusia testattavia sovelluksia ja laitteita tulee markkinoille. Mikäli Tekla Field3D tai muita sovelluksia tulee jonakin päivänä saataville myös muilla käyttöjärjestelmillä varustetuille laitteille, on laitteiden suorituskykyä, ominaisuuksia ja hintaa järkevää verrata sillä hetkellä saatavilla oleviin iOS-laitteisiin.

## **Kuvat**

Kuva 1. Tekla BIMsight, s.12

Kuva 2. Tekla BIMsight Note, s. 13

Kuva 3. Tekla Field3D, s. 14

## **Taulukot**

Taulukko 1. HP ElitePad 900 tekniset tiedot, s. 15

Taulukko 2. Samsung Ativ tekniset tiedot, s. 16

Taulukko 3. Microsoft Surface tekniset tiedot, s. 17

Taulukko 4. Samsung Galaxy Tab 3 10.1 WiFi/3G tekniset tiedot, s. 18

Taulukko 5. Samsung Galaxy S4 tekniset tiedot, s. 19

Taulukko 6. Samsung Galaxy Note 3 N9005 tekniset tiedot, s. 20

Taulukko 7. Apple iPad 2 WiFi tekniset tiedot, s. 21

Taulukko 8. Apple iPad Air 16GB WiFi/3G tekniset tiedot, s. 22

Taulukko 9. Apple iPhone 4S 8GB tekniset tiedot, s. 23

Taulukko 10. Teklan sovellusten toiminta käyttäjärjestelmissä, s. 30

## **Kuvaajat**

Kuvaaja 1. Operaattoreiden kuulumuudet, s. 29

Kuvaaja 2. Mallien avautumisnopeudet, s. 32

Kuvaaja 3. Vasteajan viive komennon syötössä, s. 33

## **Lähteet**

Clove Technology 2014. Guide to GSM, GPRS, EDGE, 3G, HSDPA, HSPA+ and LTE.

<http://www.clove.co.uk/viewtechnicalinformation.aspx?content=3b2bd491-6465-4c70-abdb-5a12a06c3d8d> Luettu 10.9.2014.

CNET 2014. Windows Phone Store hits more than 300,000 apps.

<http://www.cnet.com/news/windows-phone-store-hits-more-than-300000-apps/> Luettu 1.9.2014.

Elisa 2014. Operaattorivertailu.

<http://elisa.fi/attachment/content/Operaattorivertailu-LTE-kuuluvuus---Elokuu-2014-v-1.1-final.pdf> Luettu 1.10.2014.

Engadget 2014. Windows Phone 8.1 review: Microsoft's mobile OS finally feels whole

<http://www.engadget.com/2014/04/14/windows-phone-8-1/> Luettu 4.7.2014.

English-Word Information. Wireless Technology (telecommunications with Electromagnetic waves)  
<http://wordinfo.info/unit/4003/s:technology> Luettu 10.9.2014.

Gartner 2011. Gartner Says Sales of Mobile Devices Grew 5.6 Percent in Third Quarter of 2011; Smartphone Sales Increased 42 Percent  
<http://www.gartner.com/newsroom/id/1848514> Luettu 4.7.2014.

GSMarena 2011. Apple iPad 2 Wifi + 3G  
[http://www.gsmarena.com/apple\\_ipad\\_2\\_wi\\_fi+\\_3g-3848.php](http://www.gsmarena.com/apple_ipad_2_wi_fi+_3g-3848.php) Luettu 20.6.2014.

GSMarena 2011b. Apple iPhone 4S  
[http://www.gsmarena.com/apple\\_iphone\\_4s-4212.php](http://www.gsmarena.com/apple_iphone_4s-4212.php) Luettu 20.6.2014.

GSMarena 2012a. Samsung Ativ Tab P8510  
[http://www.gsmarena.com/samsung\\_ativ\\_tab\\_p8510-5081.php](http://www.gsmarena.com/samsung_ativ_tab_p8510-5081.php) Luettu 20.6.2014.

GSMarena 2012b. Microsoft Surface  
[http://www.gsmarena.com/microsoft\\_surface-5082.php](http://www.gsmarena.com/microsoft_surface-5082.php) Luettu 20.6.2014.

GSMarena 2013a. Samsung Galaxy Tab 3  
[http://www.gsmarena.com/samsung\\_galaxy\\_tab\\_3\\_10\\_1\\_p5220-5491.php](http://www.gsmarena.com/samsung_galaxy_tab_3_10_1_p5220-5491.php) Luettu 20.6.2014.

GSMarena 2013b. Samsung I9506 Galaxy S4  
[http://www.gsmarena.com/samsung\\_i9506\\_galaxy\\_s4-5542.php](http://www.gsmarena.com/samsung_i9506_galaxy_s4-5542.php) Luettu 20.6.2014.

GSMarena 2013c. Samsung Galaxy Note 3  
[http://www.gsmarena.com/samsung\\_galaxy\\_note\\_3-5665.php](http://www.gsmarena.com/samsung_galaxy_note_3-5665.php) Luettu 20.6.2014.

GSMarena 2013d. Apple iPad Air  
[http://www.gsmarena.com/apple\\_ipad\\_air-5797.php](http://www.gsmarena.com/apple_ipad_air-5797.php) Luettu 20.6.2014

GSMarena 2013e. Apple iOS 7 review: Eye of the beholder  
[http://www.gsmarena.com/apple\\_ios\\_7-review-985.php](http://www.gsmarena.com/apple_ios_7-review-985.php) Luettu 26.7.2014

Kainulainen, A. & Lehtoviita T. 2014. Saimaan ammattikorkeakoulu. Palaveri 11.6.2014.

Kainulainen, A. 2014a. Saimaan ammattikorkeakoulu. Palaveri 11.6.2014.

Kainulainen, A. 2014b. Saimaan ammattikorkeakoulu Sähköpostikeskustelu 21.10.2014.

Kolari A. 2012 Rakennuksen tietomalli rakennusalan perustutkinnossa.  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/41880/Kolari\\_Antti.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/41880/Kolari_Antti.pdf?sequence=1) Luettu 17.9.2014.

PCWorld 2013. HP Elitepad 900 Specs.  
<http://www.pcworld.com/product/1253141/elitepad-900.html> Luettu 20.6.2014.

Rakennustieto 2013. BIM-survey.  
[https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/tutkimus- ja\\_kehittamistoi-mita/6JKJPZe3A/BIM\\_Survey\\_raporttiteksti.pdf](https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/tutkimus- ja_kehittamistoi-mita/6JKJPZe3A/BIM_Survey_raporttiteksti.pdf) Luettu 17.9.2014.

Saimaan ammattikorkeakoulu 2010. Strategia.  
[http://www.saimia.fi/docs/esittely/saimaan\\_amk\\_strategia\\_2011\\_2015.pdf](http://www.saimia.fi/docs/esittely/saimaan_amk_strategia_2011_2015.pdf) Luettu 8.8.2014.

Saimaan ammattikorkeakoulu 2013. TOKA-projektikuvaus.  
<http://www.saimia.fi/toka/docs/tokahankeprojektikuvaus18.pdf>. Luettu 17.9.2014.

Sans Institute 2004. How Things Work: WLAN Technologies and Security Mechanisms.  
<http://www.sans.org/reading-room/whitepapers/wireless/things-work-wlan-technologies-security-mechanisms-1301> Luettu 10.9.2014.

Solibri Inc. 2014. About BIM and IFC.  
<http://www.solibri.com/support/bim-ifc/> Luettu 18.9.2014.

Taskumuro 2013. Windows RT-taulutietokoneet (Microsoft Surface RT & Samsung Ativ Tab).  
<http://taskumuro.com/artikkelit/windows-rt-taulutietokoneet-microsoft-surface-rt-samsung-ativ-tab,1> Luettu 4.7.2014.

Techcrunch 2013. Android, Led By Samsung, Continues To Storm The Smartphone Market, Pushing A Global 70% Market Share.  
<http://techcrunch.com/2013/07/01/android-led-by-samsung-continues-to-storm-the-smartphone-market-pushing-a-global-70-market-share/> Luettu 4.7.2014.

Tekla 2013. Tietoa Teklasta.  
[http://www.tekla.com/fi/tietoa-teklasta/lyhyesti?qt-view\\_\\_referenced\\_tabs\\_\\_block=0#qt-view\\_\\_referenced\\_tabs\\_\\_block](http://www.tekla.com/fi/tietoa-teklasta/lyhyesti?qt-view__referenced_tabs__block=0#qt-view__referenced_tabs__block) Luettu 17.9.2014.

Tekla 2014a. Tekla in use on site.  
<http://www.teklabimsight.com/learn-more/tekla-in-use-on-site> Luettu 11.6.2014.

Tekla, 2014b. Tekla Bimsight Note.  
<http://www.teklabimsight.com/tekla-bimsight-note> Luettu 11.6.2014.

Tekla, 2014c. Tekla Field3D.  
<http://www.teklabimsight.com/tekla-field-3d> Luettu 11.6.2014.

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Koulutusalan nimi Lappeenranta/Imatra  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Tietojärjestelmien kehitys

Iiro Sorvali & Miro Metelinen

**Rakennuksen tietomallin käyttö mobiililaitteilla**

**Liite 1: Testaussuunnitelma/raportti**

## **Sisältö**

- 1 Testaussuunnitelma
  - 1.1 Dokumentin tarkoitus
  - 1.2 Dokumentin sisältö
- 2 Määritelmät ja termien selitykset
- 3 Testauksen kohde ja tavoitteet
  - 3.1 Testauskohde
  - 3.2 Tavoitteet
- 4 Testausympäristö
- 5 Testattavat toiminnot
- 6 Testitapaukset
- 7 Testien organisointi ja raportointi
  - 7.1 Testien organisointi
  - 7.2 Testien raportointi



## Muutoshistoria

Henkilö(t)	Päiväys	Versio	Kommentti
Miro Metelinen & Iiro Sorvali	17.6.2014	0.0.1	Dokumentti luotu
Miro Metelinen & Iiro Sorvali	13.8.2014	0.0.2	Testitapauksien suunnittelu
Miro Metelinen & Iiro Sorvali	12.9.2014	0.0.3	Testitapauksien suunnittelu
Miro Metelinen & Iiro Sorvali	13.10.2014	0.0.4	Testiraportti

## 1 Testaussuunnitelma

### 1.1 Dokumentin tarkoitus

Tämän testaussuunnitelman tarkoituksena on kartoittaa ja testata sovelluksia, jotka on tarkoitettu rakennusten tietomallien käsittelyyn mobiililaitteilla. Potentiaaliset testikohteet ovat Tekla Field 3D ja Tekla BIMsight sekä muut mahdolliset rakennusten tietomallisovellukset, jotka toimivat iOS-, Android- ja Microsoft Windows-ympäristöissä.

### 1.2 Dokumentin sisältö

Tämä dokumentti sisältää Saimaan ammattikorkeakoulun opiskelijoiden Miro Metelinen ja Iiro Sorvali toteuttaman testaussuunnitelman, joka liitetään ”Rakennuksen tietomallin käyttö mobiililaitteilla” opinnäytetyön liitteeksi.

## 2 Määritelmät ja termien selitykset

Termi	Kuvaus
BIM	Building Information Model = Rakennuksen tietomalli, digitaalisessa muodossa oleva kokonaisuus joka sisältää tiedon rakennuksesta ja koko sen rakennusprosessista elinkaarta myöten.
iOS	Applen kehittämä mobiilikäyttöjärjestelmä
Android	Googlen kehittämä puhelimille ja mobiililaitteille suunniteltu ohjelmistopino (sisältää mm. käyttöjärjestelmän)
Windows	Microsoftin kehittämä käyttöjärjestelmäperhe, sisältäen työpöytä-, palvelin-, mobiilikäyttöjärjestelmät yleisellä tasolla

### 3 Testauksen kohde ja tavoitteet

#### 3.1 Testauskohde

Testattavaksi sovellukseksi valittiin ominaisuuksiensa perusteella Tekla Field 3D. Muut vaihtoehdot pudotettiin pois, koska niistä ei löydy tarvittavia ominaisuuksia, ne eivät toimi valikoituneessa laitekannassa tai niiden saatavuus on muutoin huono. Tekla Field3D on Applen mobiililaitteille tarkoitettu rakennusten tietomallien katselusovellus. Sovellus tukee myös suurikokoisia rakennusten tietomalleja ja se toimii Applen iPhone-puhelimissa sekä iPadeilla. Tekla Field3D tukee tietomallin käyttöä rakennuksen suunnittelusta aina ylläpitovaiheeseen asti. Tekla Field3D mahdollistaa tietomallin katselun ja liikkumisen tietomallissa, mallien jakamisen projektin osapuolille ja kommunikoinnin projektin sidosryhmien kesken.

#### 3.2 Tavoitteet

Testauksen tavoitteena on selvittää, miten rakennuksen tietomallien tarkasteluun tarkoitetut mobiilisovelluksen toimivat eri käyttöjärjestelmä- ja laitekoko-panoilla ottaen huomioon eri hintaluokat. Pyrkimyksenä on selvittää, minkälaista suorituskykyä laitteilta vaaditaan yrityskäytössä ja miten eri kokoiset tietomallit vaikuttavat sovellusten käytettävyyteen.

### 4 Testausympäristö

Laite	Käyttöjärjestelmä	Näytönohjain	Prosessori	Keskusmuisti
Apple iPad 2	iOS	PowerVR SGX543MP2	1GHz Dual-core Cortex-A9	512 Mt
Apple iPad Air	iOS	PowerVR G6430	1.3GHz Cyclone	1024 Mt

### 5 Testattavat toiminnot

Testattavat toiminnot, joilla laitteiden väliset eroavaisuudet saadaan tehokkaimmin esille ovat, erikokoisten .ifc-tiedostojen avautumisen nopeus ja vasteajan viive komennon syötön ja suorituksen välillä. Kyseisillä testitapauksilla saadaan parhaiten simuloitua jokapäiväisiä käyttötapauksia joita laitteilla suoritetaan ns. arkipäiväisessä työympäristökäytössä.

1. Erikokoisten .ifc-tiedostojen avautumisnopeus
2. Vasteajan viive komennon syötön ja suorituksen välillä

## 6 Testitapaukset

Tiedoston avautumisnopeus		
Nro	Toiminto	Testitapaus
1	.ifc-tiedoston avaaminen (20,3 Mt)	Avataan malli ja kellotetaan avautumisnopeus
2	.ifc-tiedoston avaaminen (217,2 Mt)	Avataan malli ja kellotetaan avautumisnopeus
3	.ifc-tiedoston avaaminen (328,5 Mt)	Avataan malli ja kellotetaan avautumisnopeus
4	.ifc-tiedoston avaaminen (603,9 Mt)	Avataan malli ja kellotetaan avautumisnopeus

Vasteajan viive komennon syötössä		
Nro	Toiminto	Testitapaus
1	Mallin pyöritys (20,3 Mt)	Syötetään ohjelmalle komento mallin pyörittämiseksi ja kellotetaan vasteaika syötön ja suorituksen välillä.
2	Mallin pyöritys (217,2 Mt)	Syötetään ohjelmalle komento mallin pyörittämiseksi ja kellotetaan vasteaika syötön ja suorituksen välillä.
3	Mallin pyöritys (328,5 Mt)	Syötetään ohjelmalle komento mallin pyörittämiseksi ja kellotetaan vasteaika syötön ja suorituksen välillä.
4	Mallin pyöritys (603,9 Mt)	Syötetään ohjelmalle komento mallin pyörittämiseksi ja kellotetaan vasteaika syötön ja suorituksen välillä.

## 7 Testien organisointi ja raportointi

### 7.1 Testien organisointi

Testaus organisoidaan suoritettavaksi siten, että testiryhmään kuuluu kaksi testaajaa. Testidatan analysoinnin helpottamiseksi ja tarkemman datan saamiseksi testien suoritus kuvataan suurnopeuskameralla. Testaus suoritetaan seuraavasti: Testaaja 1 suorittaa testitapauksen. Testaaja 2 kuvaa suurnopeuskameralla suoritettavan testitapauksen. Testitapauksen suorituksen ja kuvauksen jälkeen saatu data analysoidaan ja lasketaan toiminnon suorittamiseen kulunut aika. Kulunut aika kirjataan testausraporttiin millisekunteina.

### 7.2 Testien raportointi

Tiedoston avautumisnopeutta mittaavat testitapaukset laitteilla Apple iPad 2 ja Apple iPad Air.

<b>Tiedoston avautumisnopeus - Apple iPad 2</b>		
Nro	Toiminto	Kulunut aika (millisekuntia)
1	.ifc tiedoston avaaminen (20,3 Mt)	2760 ms
2	.ifc tiedoston avaaminen (217,2 Mt)	4250 ms
3	.ifc tiedoston avaaminen (328,5 Mt)	4830 ms
4	.ifc tiedoston avaaminen (603,9 Mt)	6190 ms

<b>Tiedoston avautumisnopeus - Apple iPad Air</b>		
Nro	Toiminto	Kulunut aika (millisekuntia)
1	.ifc tiedoston avaaminen (20,3 Mt)	1870 ms
2	.ifc tiedoston avaaminen (217,2 Mt)	2240 ms
3	.ifc tiedoston avaaminen (328,5 Mt)	2570 ms
4	.ifc tiedoston avaaminen (603,9 Mt)	2940 ms

Vasteajan viivettä komennon syötön ja suorituksen välillä mittaavat testitapaukset laitteilla Apple iPad 2 ja Apple iPad Air.

<b>Vasteajan viive komennon syötössä - Apple iPad 2</b>		
Nro	Toiminto	Kulunut aika (millisekuntia)
1	Mallin pyöritys (20,3 Mt)	400 ms
2	Mallin pyöritys (217,2 Mt)	810 ms
3	Mallin pyöritys (328,5 Mt)	960 ms
4	Mallin pyöritys (603,9 Mt)	1150 ms

<b>Vasteajan viive komennon syötössä - Apple iPad Air</b>		
Nro	Toiminto	Kulunut aika (millisekuntia)
1	Mallin pyöritys (20,3 Mt)	170 ms
2	Mallin pyöritys (217,2 Mt)	200 ms
3	Mallin pyöritys (328,5 Mt)	230 ms
4	Mallin pyöritys (603,9 Mt)	270 ms