



■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SANEERAUSKOHTEEN MITTAUS JA MALLINNUS

TEKIJÄ: Katja Hämäläinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Katja Hämäläinen	
Työn nimi Saneerauskohteen mittaus ja mallinnus	
Päiväys 26.10.2016	Sivumäärä/Liitteet 50/7
Ohjaaja(t) Lehtori Viljo Kuusela ja yliopettaja Janne Repo	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Rakennussuunnittelutoimisto Sormunen & Timonen Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää korjauskohteen tietojen keräysprosessia sekä vertailla mittaustapoja. Työn tavoitteena oli kehittää yrityksen työskentelyä prosessin aikana sekä tehostaa sitä. Opinnäytetyössä selvitettiin, miten sisätilojen laserkeilausta voidaan hyödyntää kerätessä lähtötietoja saneerauskohteesta sekä miten tietoja voidaan käyttää tietomallintamisen pohjana.</p> <p>Työ aloitettiin perehtymällä erilaisiin mittausmenetelmiin, jotka olivat käsinmittaus, nurkkapisteiden mittaaminen takymetrillä sekä laserkeilaus. Tämän jälkeen selvitettiin, miten mittausaineistoa käsitellään. Mittausaineiston pohjalta mallinnettiin tietomallia <i>ArchiCAD</i>-ohjelmalla sekä tehtiin mallinnus selvitys.</p> <p>Tilajayritys on siirtymässä tietomallipohjaiseen suunnitteluun, minkä vuoksi heillä on oltava tiedossa vaihtoehtoisia työskentelytapoja. Opinnäytetyössä vertailtiin erilaisia mittaustapoja, sekä niiden etuja ja epäkohtia, lisäksi selvitettiin pistepilvestä tehtävää tietomallinnusta. Työn avulla yritykselle muodostuu selkeämpi kuva erilaisten mittaustapojen vaihtoehdoista. Yrityksellä on tarkoitus kokeilla laserkeilausta todellisessa saneerauskohteessa, siksi tässä opinnäytetyössä tehdyistä tutkimuksista on hyötyä yritykselle tulevissa projekteissa.</p> <p>Työn lopputuloksiksi saatiin tietoa pistepilven jatkokäsittelystä ja opittiin, miten aineistoa voidaan hyödyntää suunnittelun lähtötietoina. Työssä löydettiin tapoja, joiden avulla mallintaminen pistepilvestä <i>ArchiCAD</i>-ohjelmalla onnistuu. Mallintamisen myötä tuloksiksi saatiin kuvia suunnittelun lähtötietomallista. Lisäksi hintavertailussa selvisi oleellista tietoa mittaustapojen kustannuksista.</p>	
<p>Avainsanat</p> <p>Arkkitehtisuunnittelu, lähtötietomateriaali, laserkeilaus, mittaustavat, ArchiCAD, BIM, pistepilvi.</p>	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Katja Hämäläinen			
Title of Thesis Measuring and modelling renovation project			
Date	26 October 2016	Pages/Appendices	50/7
Supervisor(s) Mr Viljo Kuusela lecturer and Mr Janne Repo principal lecturer			
Client Organisation /Partners Rakennussuunnittelutoimisto Sormunen & Timonen Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was clarify an initial data collecting process and how to save time and money. The basis of this thesis was to find the ways to develop the company's working habits during the process and to make it more modern and effective. It was investigated how to exploit interior laser scanning in collecting initial data for a renovation project and how it can be used in model based design.</p> <p>This thesis was started by studying different kinds of measuring ways. After that was clarified by which methods the measurement results could be processed. Modeling was to be based on those measurement results. The information model was created using <i>ArchiCAD</i>-program. Afterwards a description was made of the modeling process.</p> <p>The client company of this thesis, like many other designing companies, are moving quickly towards information modeling process and because of that they need to have information about different kinds of modeling methods. In this thesis pros and cons of different kinds of measuring ways were figured out. By this thesis the company was given a clearer image of measuring ways, especially the laser scanning method. Because the company potentially had an intention to try laser scanning in real destination, investigations of this thesis will be very important and fundamental in future.</p> <p>As a result of this thesis was information about processing point cloud and knowledge of how that material can be utilized as initial data of designing. Also 3D images of the model that represented the renovation project were made as a result of this thesis.</p>			
<p>Keywords</p> <p>Architectural designing, initial data, laser scanning, measuring ways, ArchiCAD, BIM, point cloud.</p>			

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
1.1	Lyhenteet ja määritelmät.....	7
1.2	Yhteistyökumppanit ja tekijänoikeuksien haltijat	7
2	KORJAUSRAKENTAMINEN JA TIETOMALLINTAMINEN.....	8
2.1	Korjausrakentaminen	8
2.2	Tietomallintaminen.....	11
3	SUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT	12
3.1	Olevan tilanteen mittaus.....	12
3.2	Mittausaineiston käsittely.....	12
3.3	Olevan tilanteen mallintaminen	14
3.4	Suunnittelun lähtötietomalli	15
4	KORJAUSKOHTTEEN TIETOJENKERÄYS.....	16
4.1	Vanhat piirustukset	16
4.2	Kohteen mittaus	18
4.2.1	Käsinmittaus	18
4.2.2	Nurkkapisteiden mittaus takymetrillä.....	19
4.2.3	Pistepilven laserkeilaus	23
4.2.4	Mittautapojen vertailu	25
4.3	Kohteen valokuvaus	26
5	KORJAUSKOHTTEEN MALLINTAMINEN.....	28
5.1	Mittausaineiston käsittely.....	28
5.2	Inventointimalli: mallintaminen mittausaineiston pohjalta	33
5.2.1	DWG-tiedoston lisääminen	33
5.2.2	Pistepilven asettaminen	35
5.2.3	Seinien mallintaminen.....	36
5.2.4	Lattian ja katon mallintaminen.....	40
5.2.5	Ovien ja ikkunoiden mallintaminen.....	41
5.2.6	Kalusteiden mallintaminen.....	43
5.3	Suunnittelun lähtötietomalli	45

6 LOPPUTULOKSET JA YHTEENVETO	46
LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	48
LIITE 1. Mallinnustasot	51
LIITE 2. LVIS-kokousmuistio.....	57
LIITE 3. Rakennetyypit	59
LIITE 4. Tietomalliselostus	62
LIITE 5. Leica-laserkeilauslaite.....	65
LIITE 6. Hintavertailu.....	66
LIITE 7. Kuvia mallinnuksesta.....	67

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää suunnittelutoimistolle tämän päivän mittausmahdollisuuksia eli tässä tapauksessa laserkeilausta. Lisäksi tarkoitus on löytää tapoja, joilla helpottaa ja nopeuttaa heidän työtään lähtötietojen keräysprosessissa. Työssä mietitään, saataisiinko mittauksiin käytetty aika säästettyä mallintamiselle sekä vertaillaan menetelmien välisiä kustannuseroja.

Opinnäytetyössä selvitetään miten nykypäivän mittausmahdollisuuksia, kuten laserkeilausta, voidaan hyödyntää arkkitehtisuunnittelun lähtötietojen keräysprosessissa tietomallintamisen pohjana. Työssä vertaillaan opinnäytetyön tilaajayrityksellä käytössä olevaa nykyistä mittausmenetelmää eli käsin mittausta käsilaseretäisyysmittaimella, sekä tutkitaan laserkeilauksen mahdollisuuksia korvaavana menetelmänä. Edellä mainittujen lisäksi vertailukohteena työssä on kolmas mittausmenetelmä, nurkkapisteiden mittaus takymetri-laitteella. Työssä vertaillaan menetelmien etuja, hyötyjä, haittoja sekä kustannuksia. Mittaukset tehdään esimerkkikohteessa, johon sisältyy kylpyhuone ja pieni wc-tila. Saadut mittaus tulokset ovat pohjana esimerkkikohtetta mallinnettaessa.

Työssä käsitellään seuraavia kysymyksiä: Onko saneerauskohteen sisätilojen laserkeilaaminen kannattavaa? Nopeuttaako se kokonaisprosessia? Onko se halvempaa kuin käsin mittaaminen? Lisäksi perehdytään mittaus tulosten eli pistepilven pohjalta mallintamiseen, sen vaiheisiin sekä ongelmien ratkaisuun. Työssä mietitään kannattaako LVIS-saneerauskohde mallintaa ja missä laajuudessa.

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimii rakennussuunnittelutoimisto Sormunen & Timonen Oy. Yrityksen päätoimipaikka on Kuopiossa. Yritys on vuonna 1979 perustettu rakennussuunnittelutoimisto, joka työllistää tällä hetkellä noin 20 työntekijää. Koska yrityksen tavoite on aina ollut kulkea kehityksen kärjessä, he haluavat hyödyntää ajanmukaista tekniikkaa sekä kehittää jatkuvasti työntekijöidensä suunnitteluosaamista. Tämänkin opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää yrityksen toimintaa. Yrityksen erityisosaamista ovat saneeraus- ja peruskorjauskohteet, tätä varten yrityksen henkilökuntaa koulututtuu tälläkin hetkellä asiantuntevuuspätevyyksiä varten.

Yhteistyökumppanina opinnäytetyössä on Kuopiossa toimiva GPS-mittauksia tekevä SGM Consulting Oy. Yritys on perustettu vuonna 1993. Yrityksen toimipaikka sijaitsevat Kuopiossa, Jyväskylässä ja Varkaudessa, toimialueena on koko Suomi. Yritykseltä saatuja tietoja käytetään pistepilvestä mallinnettaessa sekä mittaus tapojen hintavertailussa. Laserkeilattu esimerkkikohte, minkä tuloksena pistepilvi on, käytetään pohjana mallinnukselle.

1.1 Lyhenteet ja määritelmät

Tiedostomuodot ja selitykset

- **DWG:** *AutoCAD*-ohjelmiston tiedostomuoto
- **pistepilvi (point cloud):** koordinaatistossa sijaitsevia miljoonia XYZ-pisteitä, joista muodostuu kolmiulotteinen mittatietomalli
- **IFC:** *Industry Foundation Classes*, jatkuvasti kehitettävä kansainvälinen rakennusalan ISO/PAS 16739 standardi oliopohjaisen tiedon siirtoon tietokonejärjestelmästä toiseen
- **GPS:** *Global Positioning System*, reaaliaikainen ja tarkka paikannusjärjestelmä
- **laserkeilaus (laserscan):** mittatarkka mittaustapa, joka tuottaa lasersäteiden avulla kolmiulotteista tietoa kohteesta siihen koskematta
- **BIM:** *Building Information Modeling*, rakennuksen tietomalli. (autodesk.com.)
- **YTV:** yleiset tietomallivaatimukset (YTV osa 1.)
- **RGB:** väritila, joka muodostuu, kun sekoitetaan keskenään punaista, vihreää ja sinistä värivaloa. RGB tulee englanninkielisistä päävärien nimistä: red, green, blue (rapidtables.com.)

1.2 Yhteistyökumppanit ja tekijänoikeuksien haltijat

Rakennussuunnittelutoimisto Sormunen & Timonen Oy

– Hintavertailut, kuvat, mallinnuspalvelus

SGM Consulting Oy

- Laserkeilaus-aineistot

2 KORJAUSRAKENTAMINEN JA TIETOMALLINTAMINEN

2.1 Korjausrakentaminen

Rakennusalaalla korjausrakentaminen on monelta osin jo sekä nykypäivän että lähitulevaisuuden yksi suurimmista aihealueista, koska korjausrakentamisen tarve kasvaa kasvamistään joka vuosi. Korjausrakennuskohteiden kohdalla mietitään jo tälläkin hetkellä entistä tarkemmin, onko rakennus järkevämpää saneerata vai purkaa. Koska kiinteistöjen suunnitelmallinen ylläpito on liian vähäistä, voi pienistä ongelmista kasvaa suuria ja tässä kohtaa ylläpidossa säästäminen voi tulla todella kalliiksi. Korjausinvestointeja asuinrakennuksissa tulisi lisätä lähes kaksinkertaiseksi sekä vesihuoltoverkoissa jopa kolminkertaiseksi. Taloyhtiöissä on tulossa lähiaikoina korjausrakentamisen piikki, kun putkiremontit yleistyvät 1950-80 -luvun taloissa. Asuinrakennusten suurten remonttien yhteydessä tulisi miettiä rakennusten energiatehokkuutta, asuinmukavuutta sekä laatutasoa, jotka ovat tärkeimpiä ja kehitettävimpiä aiheita korjausrakennuskohteissa. Lisäksi kattava lähtötilanteiden kartoitus on erittäin tärkeää suunnittelun sekä hyvän lopputuloksen kannalta. (safa.fi; rakennusteollisuus.fi.)

Uudis- ja peruskorjausrakennushankkeissa on hieman eroja, kuitenkin mallintamisen näkökulmasta niistä löytyy paljon samankaltaisuuksia. Korjausrakentaminen tuo uusia haasteita ja rajoitteita hankkeisiin. Uudenlaisilla mittauslaitteistoilla saadaan tarkat tiedot olemassa olevista kohteista ja niiden kunnosta. Huolimatta siitä, että useiden mallinnusohjelmien välillä toimii IFC-formaatti, tiedonsiirto eri ohjelmistojen välillä on edelleen ongelmallista. Kuitenkin hyvillä lähtötiedoilla, kuten tarkkoilla mittatiedoilla sekä inventointimalleilla arkkitehdin ja muiden suunnittelualojen suunnittelutyön määrää voidaan pienentää ja lopputuloksen laatua parantaa. Toisaalta, jos lähtötiedot ovat puutteellisia tai pahimmillaan ne puuttuvat kokonaan, voi työhön upota aikaa moninkertainen määrä verrattuna esimerkiksi uudisrakennuskohteen suunnitteluun. (safa.fi.)

Korjauskohteesta otetaan ennen ja jälkeen kuvia havainnollistamiseksi asiakkaalle ja suunnittelijalle millainen muutos rakennukselle on tehty. Ennen-kuvia käytetään avuksi korjausrakennussuunnittelussa. Seuraavalla sivulla esimerkkikuvia korjauskohteista, jotka rakennussuunnittelutoimisto Sormunen & Timonen Oy on suunnitellut. Ensimmäisissä kuvissa nähdään kylpyhuoneremontin ennen ja jälkeen kuvat eräästä asuinkerrostalosta, sekä korjausrakennusprosessin aikana mallinnettu kylpyhuone (kuva 1, kuva 2, kuva 3). Toisessa kuvasarjassa nähdään julkisivuremontin ennen ja jälkeen kuvat (kuva 4 ja kuva 5).



Kuva 1. Kylpyhuone ennen
(Sormunen & Timonen Oy)



Kuva 2. Kylpyhuoneen mallinnus
(Sormunen & Timonen Oy)



Kuva 3. Kylpyhuone jälkeen
(Sormunen & Timonen Oy)



Kuva 4. Julkisivu ennen (Sormunen & Timonen Oy)



Kuva 5. Julkisivu jälkeen (Sormunen & Timonen Oy)

2.2 Tietomallintaminen

Nykypäivänä tietomallintaminen alkaa olla jo enemmän sääntö kuin poikkeus, se on eittämättä jo tätä päivää rakennusalalla. Viimeisetkin suunnittelutoimistot ovat siirtymässä tietomallipohjaiseen suunnitteluun. Esimerkiksi korjausrakennuskohteessa tietomalli helpottaa jo tiedettävän tiedon kokoamista yhteen, kerätyt tiedot ovat apuna kohteen suunnitteluvaiheessa. Rakennusalan tietomallinnuksen erisuunnittelualojen tuotoksia voidaan liittää yhteen IFC-formaatin avulla. Tietomallista voidaan saada myös tietoa aikatauluista, hinnoista ja tarvittavista hankinnoista. (RIL.fi.)

Tietomallin avulla on mahdollista tarkastella seuraavia asioista (YTV osa 1.)

- ratkaisujen toimivuuden, laajuuden sekä kustannusten vertailua
- suunnittelun ja ylläpidon tavoiteseurantaa, energia-, ympäristö-, ja elinkaarianalyysien vertailua
- havainnollistaa suunnitelmia, sekä analysoida rakennettavuutta
- suunnitteluprosessin ja tiedonsiirron parantamista sekä tehostamista laadunvarmistamiseksi
- käytön ja ylläpidon aikaisissa toiminnoissa rakennushankkeen tietojen hyödyntämistä.

Tietomallinnuksen tavoitteet ovat suunnittelun, rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden, kestävän kehityksen sekä elinkaariajattelun tukeminen. Tietomalleista saatava hyöty olisi tarkoitus kulkea mukana koko rakennuksen elinkaaren ajan, alkaen suunnittelusta, jatkuen rakennusvaiheen yli ylläpitoon asti. Tietomallintaminen mahdollistaa rakennettavan tai saneerattavan kohteen aikataulun, kustannusten, laadun sekä toimivuuden tarkastelun ennen rakennusvaihetta. Jokaisella hankkeella tulisi olla hankekohtaiset painopisteet ja tavoitteet, jotta mallinnus onnistuu ja malleja hyödynnettäisiin oikealla tavalla. (YTV osa 1.)

YTV:n mukaan yleisiä asetettuja tietomallintamisen tavoitteita ovat (YTV osa 1.)

- päätöksentekoprosessin tukeminen
- mallin avulla hankkeeseen sitouttaminen
- suunnitelmaratkaisujen havainnollistaminen
- erisuunnitelmien yhteensovittaminen
- rakennusprosessin tehostaminen ja lopputuotteen laadunvarmistus
- turvallisuuden parantaminen rakennusaikana sekä elinkaarella
- hankkeen kustannus ja elinkaarianalyysien tukeminen
- käytönaikaisen tiedonsiirron tukeminen

3 SUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT

Korjausrakentamisessa suunnittelun lähtötietojen keskeisimpiä vaatimuksia ovat rakennusten tilojen ja rakenteiden mallinnus. Olemassa olevan rakennuksen ja sen tilojen tietomallia kutsutaan "Inventointimalliksi". Hankesuunnitteluvaiheessa olemassa oleva rakennus mitataan ja inventoidaan. Saatujen tietojen pohjalta laaditaan mittatieto- ja inventointimalli sekä tarvittavat raportit. Inventointimalli on tässä vaiheessa yleensä tilamallitasoinen. Kun hankeselvitysvaiheesta siirrytään ehdotussuunnitelmavaiheeseen, muutetaan inventointimalliakin rakennusosamallitasoon. (YTV osa 2.)

3.1 Olevan tilanteen mittaus

Mittaus on tärkeä osa lähtötietojen keräysprosessia. Mittatiedoilla saadaan havainnollistettua rakennuksen sisä- ja ulkopuolen olemassa oleva mittatarkka tilanne. Mittatiedot voidaan toteuttaa esimerkiksi laserkeilauksella, käsinmittaamalla käsilaseretäisyysmittaimen avulla tai nurkkapisteiden mittauksella takymetrillä. Laserkeilauksella voidaan tuottaa tarkkaa pistepilveä ja valokuvia. Pistepilvitiedostoon voidaan lisäksi lisätä valokuvien avulla oikeat RGB-väriarvot, jolloin pistepilvestä tulee realistisen näköinen. Käsilaseretäisyysmittaimella otetut mitat kirjoitetaan tulostettuun pohjakuvaan. Nurkkapisteiden mittauksesta saatava pistejoukko voidaan käsitellä esimerkiksi taulukko-ohjelmilla. Lisäksi jokaisen mitaustavan tukena on tärkeää ottaa valokuvia kohteesta. Kuvien avulla saadaan lisätietoa, esimerkiksi laserkeilatessa niistä alueista jotka jäävät katveeseen. Käsinmittauksessa ja nurkkapisteiden mittauksessa valokuvien ottamisella on vielä suurempi rooli, koska niitä käytetään apuna esimerkiksi kalusteiden paikoilleen mitoituksessa. Mittatiedoista selviää olemassa olevan rakennuksen todelliset mitat, joiden avulla päästään aloittamaan inventointimallin teko.

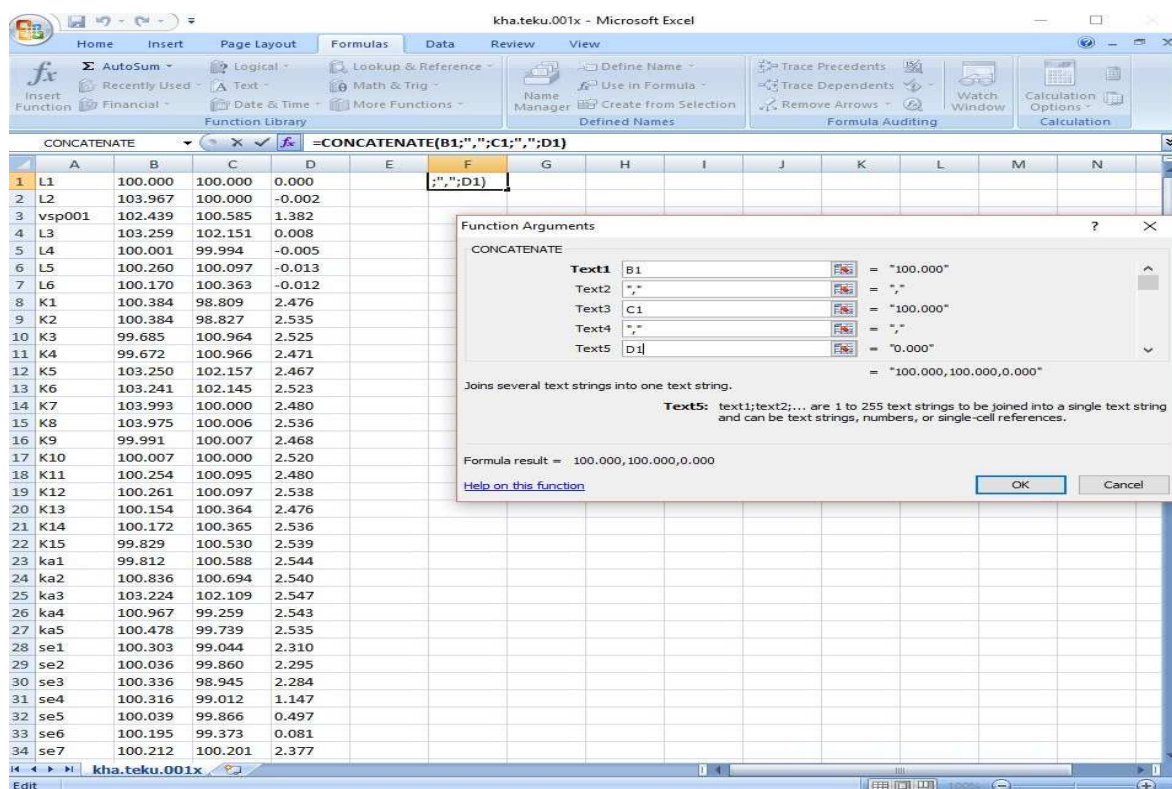
3.2 Mittausaineiston käsittely

Mittausaineiston käsittely riippuu mitaustavasta. Käsinmittauksessa saadut mitat on kirjattu mittausvaiheessa tulostettuun pohjakuvaan. Mittausaineiston ja valokuvien, sekä mahdollisten jo olemassa olevien DWG-kuvien tai vanhojen paperipiirustusten pohjalta piirretään olevan tilanteen kuvia tai mahdollisesti mallinnetaan. Toisaalta joskus ennen mittauksia on piirretty alustavia kuvia, joihin vain päivitetään mitatut mitat.

Laserkeilattu mittausaineisto koostuu miljoonista pisteistä, joilla jokaisella on tunnettu sijaintinsa koordinaatistossa. Aineistoa käsitellään niin, että se soveltuu käyttötarkoitukseensa. Siitä voidaan poistaa pisteitä tai siihen voidaan lisätä tietoa, kuten väriarvot ja

muuttaa pisteiden taulukkomuodossa olevaa erotinta. Koordinaatit on eroteltu toisistaan pisteellä, pilkulla, välillä tai sarkaimella. Se millainen erotin taulukossa tulee olla, riippuu käytettävästä ohjelmasta ja pistepilven käyttötarkoituksesta. Käsittelyyn tarvitaan niihin soveltuvat ohjelmistot, jotka löytyvät yleensä mittauksia tekevältä yritykseltä. Kuitenkin myös suunnittelutoimistolla on mahdollisuus ostaa ohjelmistoja omaan käyttöönsä sekä kouluttaa työntekijät tekemään pilven käsittelytyö itse, niin halutessaan. Ohjelmia, joita voidaan käyttää pistepilvi-tiedostojen käsittelyyn ovat esimerkiksi: *RealWorks*, joka on Trimblen oma ohjelma, *Leica Cyclone*, joka soveltuu Leican laitteiden tuottaman tiedon muokkaamiseen.

Nurkkapisteiden mittauksista saatavia pistejoukkoja voidaan käsitellä myös taulukko-ohjelmilla, tähän soveltuu esimerkiksi *Microsoft Excel* (kuva 6). Kuvassa nähdään miltä XYZ-koordinaateista muodostuva tiedosto näyttää *Excel*-ohjelmassa. Kuvassa muutetaan XYZ-pisteiden erotinta oikeanlaiseksi.



Kuva 6. *Excel*-taulukko (Hämäläinen 2016)

Pistepilvien käsittelyohjelmia löytyy lisäksi muitakin, esimerkkinä tässä opinnäytetyössä kokeiltu *ReCap*-ohjelma, jolla voidaan muuttaa tiedostomuotoa rajatusti. Sillä voidaan poistaa ylimääräisiä pisteitä ja viedä muokattu pistepilvi muihin ohjelmiin eri tiedostoformaareissa. Mittausaineistoa on mahdollista käsitellä myös erikseen hankittavilla ohjelmistoilla. Opinnäytetyössä kokeiltiin jo mainittujen ohjelmien lisäksi muutamia muita pistepilveä toistavia ohjelmia, sekä lisäosia joita on kehitetty mallintamisen avuksi. Yksi kokeiltu ohjelma oli *PointsTool*-lisäosa (LIITE 6), joka on erikseen ladattava lisätyökalu *ArchiCAD*-ohjelmaan.

Toinen oli *Point4BIM*-ohjelma, joka toimii *ArchiCAD*-ohjelman kanssa *PointsTool*-lisäosan välityksellä. Kun pistepilvitiedosto ja valokuvat lisätään *Points4BIM*-ohjelmaan, voidaan *PointsTool*-työkalun avulla mallintaa *ArchiCAD*-ohjelmassa. *Points4BIM*-ohjelmassa valitaan näkyviä pintoja tai pisteitä, jotka *BIM*-työkalussa valitulla toiminnolla muuttuvat esimerkiksi näkyviksi seiniksi *ArchiCAD*-ohjelmassa. Lisäksi *Points4BIM*-ohjelmassa pistepilvi voidaan vektoroida ja viedä suoraan referenssiksi *ArchiCAD*-ohjelmaan. Näiden ohjelmien kokeilu jäi kuitenkin vain pintaraapaisuksi. Yritys voi halutessaan hankkia ohjelmistojen täysversiot ja kokeilla ohjelmien todellista toimivuutta tulevaisuudessa.

3.3 Olevan tilanteen mallintaminen

Olemassa oleva tilanne mallinnetaan mitta- ja inventointitietojen perusteella. Joissain tapauksissa jo ennen mittauksia on kuitenkin tehty alustavamalli, johon vain päivitetään mitta- ja inventointitiedot. Alustavamalli tehdään olemassa olevien asiakirjojen perusteella, niitä on esimerkiksi vanhat piirustukset tai DWG-kuvat. Inventointimallissa esitetään rakennuksen sen hetkinen kunto ja korjaustarpeet. Malliin voidaan lisätä kerättyjen tietojen pohjalta olemassa olevien pintamateriaalien, kalusteiden sekä näkyvien kantavien rakenteiden kunto sekä korjaustarpeet. Lisäksi mallinnettaessa voidaan käyttää apuna esimerkiksi valokuvia ja vanhoja piirustuksia. Ennen olevan tilanteen mallinnuksen aloittamista täytetään tehtävnmäärittelylomake, jossa määritellään yksilöllisesti projektin mallinnuksen sisältö ja tarkkuustasot (YTV osa 2.)

Tarkkuustasot määritellään aina projektikohtaisesti. Korjauskohteiden rakenteet ja pinnat eivät ole oikeastaan koskaan täysin suoria, eikä inventointimallissa ole tarkoitus saavuttaa täydellistä tarkkuutta vaan seuraavanlaiset mittapoikkeamat ovat sallittuja:

Rakennusosien nurkkapisteissä: 10 mm, pinnoilla esimerkiksi seinissä ja lattioissa: 25 mm, vanhojen epäsäännöllisten rakenteiden esimerkiksi vesikattorakenteiden osalla 50 mm. (YTV osa 2.)

Mallinnustasoja on olemassa kolme. Jokaisessa tasossa määritellään mitä mallinnus tulee sisältämään. Ennen mallinnuksen aloittamista, yleensä jo tarjouspyyntövaiheessa, mietitään mitkä ovat hankkeen tavoitteet ja mikä tasoista on soveltuvin. Mallinnustasot selvitetään taulukkomuodossa, johon kirjataan projektikohtaiset tavoitteet eroteltuina. (YTV osa 2.)

Mallinnustasojen nimet ovat YTV:n mukaan; Taso 1: Tilamalli, taso 2: rakennusosamalli, taso 3 rakennusosamalli. Liitteenä tässä työssä on tilaaja yrityksen käyttämä mallinnustasotaulukko (LIITE 2). Taso 1 eli tilamalli on rakennuksen ulkovaipan mallinnus ilman yksityis-

kohtia ja tilat ovat tilatietoineen objekteina. Tilamallista laaditaan mittausten pohjalta inventointimalli sekä luonnostasoiset piirustukset. Tilamalli toimii hankesuunnittelussa kohteen lähtötietoina. Taso 2 eli rakennusosamalli on inventointimallin perustaso, jonka pohjalta tehdään inventointimalli ja pääpiirustustasoiset piirustukset. Taso 2 soveltuu ehdotussuunnitelma tasoihin hankesuunnitelmiin lähtötiedoiksi, kun tason 1 tilamalli ei ole riittävä. Inventointimallia tarvitaan hankesuunnitteluvaiheen aikana ja jälkeen. Tason 1 tilamallia voidaan täydentää rakennussuunnittelun alkaessa Tason 2 rakennusosamalliksi. Taso 3 eli rakennusosamalli on tasoon 2 verrattuna tarkennettu detaljitasojen osalta sekä siihen on lisätty mallinnettavia rakennusosia. Tason 3 pohjalta tehdään inventointimalli ja yksityiskohtaiset piirustukset. Tason 3 mallia käytetään esimerkiksi rakennussuojelullisia vaatimuksia sisältävissä monimuotoisissa kohteissa. (YTV osa 2.)

3.4 Suunnittelun lähtötietomalli

Mittatarkan inventointimallin avulla voidaan aloittaa uusien suunnitelmien teko. Olemassa olevasta mallista löytyy kaikki oleellinen tieto kohteen mitoista. Tämän lisäksi siitä löytyy kaikki inventoitu tieto, esimerkiksi materiaalien väritykset, kalusteiden paikat ja kunto. Inventointimalliin voidaan merkitä olemassa olevien pintamateriaalien, ovien, ikkunoiden, seinien sekä kalusteiden nykytilanne ja todellinen koko. Lisäksi mallista voidaan havaita mitä tulisi purkaa tai vaihtaa, sekä mitä jätetään alkuperäiseen tilaan. Inventointimallin perusteella voidaan tehdä olemassa olevan tilanteen pohjalta urakkatarjous. Inventointitietomalleja voidaan jatkossa käyttää kiinteistönhoidon apuna käytön ja ylläpidon aikana. (YTV osa 2.)

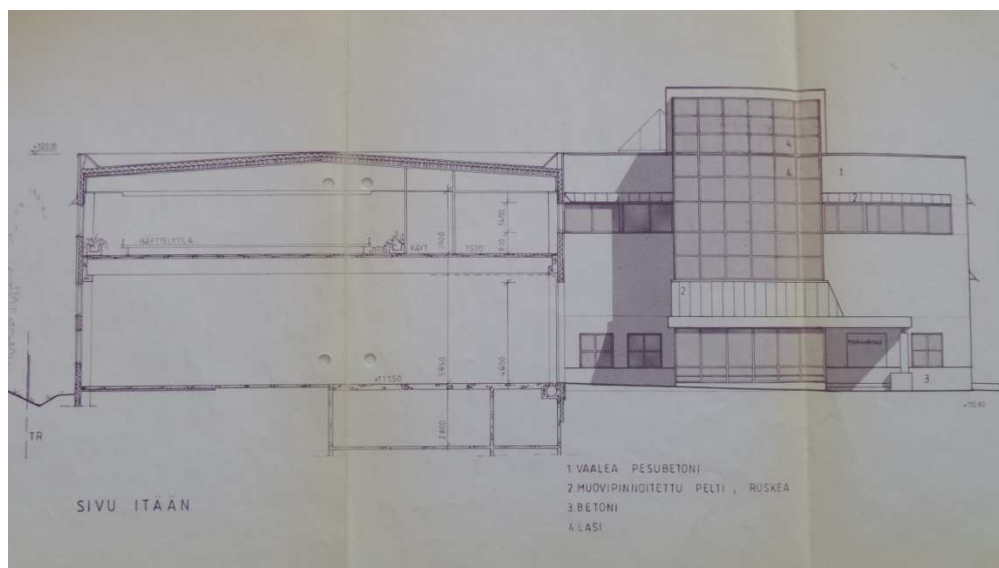
Ideaalitilanteessa inventointimalli olisi aina tehty samalla ohjelmalla jota arkkitehti käyttää jatkossa korjaus-suunnitelmia tehdessä. Kuitenkaan kaikki suunnittelualueet, kuten esimerkiksi LVI- ja sähkösuunnittelijat eivät käytä samoja ohjelmia kuin arkkitehtisuunnittelijat. Yhtenevien suunnitelmien saavuttamiseksi tarvitaan jonkinlainen menetelmä. (YTV osa 2.) Tässä opinnäytetyössä on selvitetty myös edellä mainittua asiaa ja tutkimuksia tehdessä selvisi, että laserkeilattua pistepilvi-tiedostoa saadaan myös selainversiona. Silloin samaa mittatietoa voidaan käyttää muidenkin suunnittelualueiden suunnittelijoiden apuna suunnitelmia tehdessä. Selainversiossa voidaan nähdä olemassa olevan kohteen nykytilanne. Pistepilvestä saadaan otettua mittoja ja sitä voidaan tutkia kolmiulotteisesti. Selainversion hyödyntäminen kaikille eri suunnittelualueiden suunnittelijoille helpottaa yhtenevien suunnitelmien teossa.

4 KORJAUSKOHTTEEN TIETOJENKERÄYS

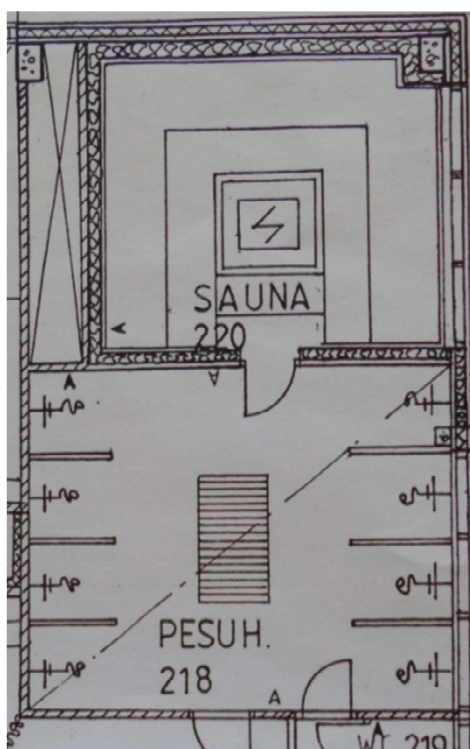
Korjauskohteissa on erityisen tärkeää tehdä olemassa olevan tilan mittaukset sekä inventoinnit mahdollisimman hyvin. Kerättyjä tietoja käytetään pohjana uusien suunnitelmien teolle. Suunnitelmien onnistuminen varmistetaan hyvillä lähtötiedoilla. Mittatiedot ovat lähtötietojen keräämisen perusta ja niiden onnistuminen varmistaa jatkosuunnitelmissa pienen virhemarginaalin. Tässä luvussa kerrotaan lähtötietojen keräysmenetelmistä.

4.1 Vanhat piirustukset

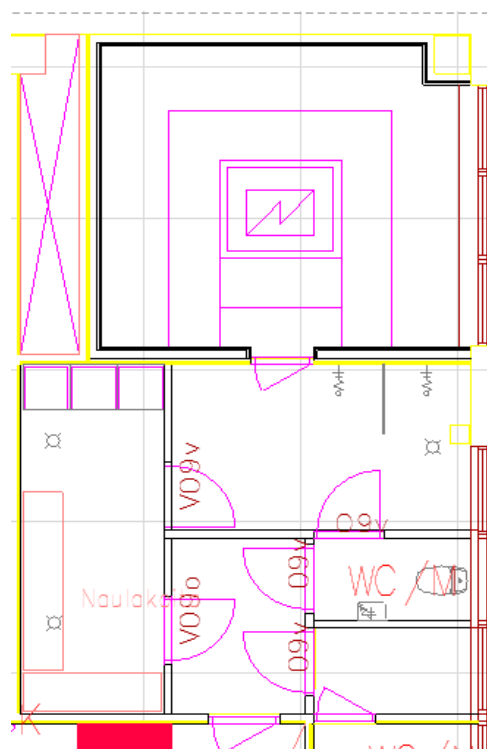
Vanhoista piirustuksista saadaan tietoa käytetyistä rakennekerroksista sekä kerroskorkeuksista. Piirustuksista nähdään, onko rakennus rakennettu suunnitelmien mukaan. Lisäksi niitä voidaan verrata tehtyihin mittauksiin, että nähdään pitävätkö mitat paikkansa. Ohessa esimerkkikohteesta skannattuja vanhoja piirustuksia. Kuvista ensimmäinen on leikkauskuva (kuva 7). Seuraavissa kuvissa ovat alkuperäiset sauna- sekä kylpyhuonetilat, kuvissa vanha piirustus ja päivitetty DWG-kuva (kuva 8 ja kuva 9). Edellä mainitut kuvat ovat alkuperäisiä piirustuksia, joita on sittemmin muutettu peruskorjauksen yhteydessä. Rakennukselle tapahtuneita muutoksia on nähtävissä pesuhuonetilan ympärille rakennetuissa seinissä ja suihkutilojen muutoksissa. Liitteenä tässä työssä kuvia rakennetyypeistä, joita myös mallinnettaessa tarvitaan (LIITE 4).



Kuva 7. Vanha leikkauskuva piirustus (Sormunen & Timonen Oy)



Kuva 8. Vanha pohjakuva
(Sormunen & Timonen Oy)



Kuva 9. Päivitetty DWG-kuva
(Sormunen & Timonen Oy)

4.2 Kohteen mittaus

Tietojen keräämiseen käytetään erilaisia mittaustapoja, jotka määräytyvät kohteesta tarvittavien mittaustulosten tarkkuuden mukaan. Yksi näistä mittaustavoista, joita tässä opinnäytetyössä selvitetään ja vertaillaan, on käsinmittaaminen. Mittaukset tehdään rullamitalalla, käsilaseretäisyysmitalla ja avokelamitalalla. Mittaustulokset kirjoitetaan tulostettuun pohjakuvaan. Toinen vertailtava mittaustapa on nurkkapisteiden mittaaminen, johon käytetään takymetri mittalaitetta. Laite mittaa pisteitä laserin ja GPS:n avulla haluttuun koordinaatistoon, muodostaen näin mitatun alueen muotoisen pistejoukon, joka on luettavissa taulukkomuodossa. Kolmas mittaustapa, jonka ominaisuuksia selvitetään ja vertaillaan, on laserkeilaimella mitattu pistepilvi. Laserkeilain mittaa pisteet takymetrin tavoin laserin ja GPS:n avulla haluttuun XYZ-koordinaatistoon. Koordinaatistopisteitä pistepilvessä on miljoonia.

Mittausaineisto tarkastetaan ennen mallinnuksen aloittamista. Tarkastettavia asioita ovat (YTV osa 2.)

- mittausaineiston sijaitseminen sovitussa koordinaatistossa
- mittaustulokset sovituista tiloista ja rakennusosista
- määritellyt tilat ja rakennusosat mitattu, mittaustulokset todenmukaiset
- mittausaineistossa ei virheitä, esimerkiksi koordinaatistosta eroavia yksittäisiä mittauksia
- vaatimustenmukainen tai tarkempi mittaustarkkuus
- kirjattu mittausajankohta, -tarkkuus sekä käytetty menetelmä
- poikkeamat ja niiden syyt kirjattu tietomalliselostukseen, esimerkiksi mittaamatta jäänyt tila.

4.2.1 Käsinmittaus

Tässä työssä käsinmittausta vertailtiin laserkeilaukseen ja nurkkapisteiden mittaukseen. Käsinmittaus on yrityksen tällä hetkellä käytössä oleva mittaustapa. Tässä luvussa kerrotaan, miten käsinmittaus toteutettiin opinnäytetyön esimerkkikohteessa.

Mittaustyö toteutettiin käsilasermittaimen, mittanauhan sekä kameran kanssa. Mittaukset tehtiin yrityksen perinteisellä tyylillä, jossa toinen ottaa mittoja ja toinen kirjoittaa niitä ylös tulostettuun pohjapiirokseen. Mittauksin menetelmällä meni noin 10 minuuttia. Mittausten lisäksi kohteesta otettiin valokuvia, joiden ottamiseen aikaa kului noin 5min. Kuvien ottaminen on tärkeää mittausten yhteydessä, koska niistä nähdään laattojen koko sekä saumajako. Kuvien avulla suunnittelun lähtötietomallia tehdessä kalusteet voidaan mitata oikeille

paikoille riittävällä tarkkuudella. Lisäksi valokuvista voidaan nähdä olemassa olevan tilan pintamateriaalit, sekä niiden kunto. Käsinmittauksessa mitat ovat aika suurpiirteisiä, heittoa saattaa tulla useita senttejä mittaajasta ja mittauspaikasta riippuen. Mitat otetaan korkeintaan parista eri kohdasta huonetta ja usein mitat pyöristetään (esimerkiksi 1312->1310) mittaustilanteessa tai mallinnusvaiheessa. Ohessa kuva, jossa nähdään käsinmittaamiseen käytettäviä mittalaitteita: vasemmalta alkaen keltainen avokela rullamitta, mustavihreä rullamitta ja Hiltin käsilasermittalaite (kuva 10).



Kuva 10. Käsinmittauslaitteita (Hämäläinen 2016)

4.2.2 Nurkkapisteiden mittaus takymetrillä

Takymetrimittausta kokeiltiin yhtenä vertailtavana mittaustapana. Nurkkapisteiden mittauksesta saadun pistejoukon avulla kokeiltiin myös mallinnusta, jotta nähtiin miten käsinmittauksen mitat eroavat takymetrillä mitatuista mitoista.

Mittausta ennen käytiin läpi Savonia-ammattikorkeakoululta löytyvän takymetrilaitteen käyttöä. Käytössä oli oppilaitoksen omistama takymetri, Trimble VX Spatial Station, joka sisältää myös robottiskannausominaisuuden. Laitteessa yhdistyy laserkeilaus, digitaalinen kuva ja takymetrimittaus yhdeksi kokonaisuudeksi. Sen mittausnopeus on noin viisi mittausta sekunnissa. Eikä laite tuota RGB-väriarvollaista pistepilveä. Laitteenvalmistaja on ilmoittanut skannausominaisuuden kantamaksi 1-250 metriä ja skannattujen pisteiden vähimmäisväliksi 10 millimetriä. (Trimble.)

Perehdytyksen jälkeen mittauskoje vietiin esimerkkikohteeseen, jossa mittaukset suoritettiin. Saatu tieto siirrettiin tietokoneelle, jonka jälkeen aloitettiin tiedonkäsittely. Tästä mitaustavasta ei otettu aikaa, koska opinnäytetyön tekijä teki nämä mittaukset itse. Eikä koneen käytöstä ollut pientä perehdytystä lukuun ottamatta suuremmin kokemusta. Mitattaessa jokaiselle pisteelle annettiin omat tunnisteet, jotta ne erotettaisiin taulukosta, L= latia, K/Ka=Katto ja Se=seinä. Pistejoukkoa käsitellessä tunnisteille lisättiin omat värikoodit ja siten ne löytyivät helpommin pistejoukosta. Tarkemman pistejoukon halutessaan olisi myös ikkunoille ja oville, sekä kalusteille voinut lisätä omat tunnisteet. Tähän olisi kuitenkin kulunut paljon aikaa, koska koneen käyttö ei ollut täysin hallinnassa. Kokeneemmalla mitaajalla se olisi varmasti onnistunut nopeasti ja helposti.

Saadut tulokset siirrettiin mittausten jälkeen tietokoneelle. Tietojenkäsittelyn tutkiminen aloitettiin laitteesta saatujen tulosten käsittelyllä sekä käsittelymenetelmien tutkimisella. Tulokset haluttiin saada yhteensopiviksi *ArchiCAD*-mallinnusohjelmaan. Seuraavaksi selvitetiin millaisessa muodossa tulokset tulevat ulos mittalaitteesta ja mitä mitaustuloksille tulee tehdä, että ne ovat tarvittavassa muodossa. Mittaustulokset olivat taulukkomuodossa (kuva 11), josta selviää kohteen XYZ -koordinaatit, eli missä pisteet sijaitsevat koordinaatissa. Tätä taulukkoa pystyy lukemaan esim. *Excel*-taulukko-ohjelmalla. Taulukon hyötyjä ja sen ominaisuuksia tutkittiin mahdollista jatkokäsittelyä ajatellen, mietittiin esimerkiksi mitä sille tulee tehdä, että saadaan se soveltumaan *ArchiCAD*-ohjelmaan.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	L1	100.000	100.000	0.000	255	0	0												
2	L2	103.967	100.000	-0.002	255	0	0												
3	vsp001	102.439	100.585	1.382	255	0	0												
4	L3	103.259	102.151	0.008	255	0	0												
5	L4	100.001	99.994	-0.005	255	0	0												
6	L5	100.260	100.097	-0.013	255	0	0												
7	L6	100.170	100.363	-0.012	255	0	0												
8	K1	100.384	98.809	2.476	0	255	0												
9	K2	100.384	98.827	2.535	0	255	0												
10	K3	99.685	100.964	2.525	0	255	0												
11	K4	99.672	100.966	2.471	0	255	0												
12	K5	103.250	102.157	2.467	0	255	0												
13	K6	103.241	102.145	2.523	0	255	0												
14	K7	103.993	100.000	2.480	0	255	0												
15	K8	103.975	100.006	2.536	0	255	0												
16	K9	99.991	100.007	2.468	0	255	0												
17	K10	100.007	100.000	2.520	0	255	0												
18	K11	100.254	100.095	2.480	0	255	0												
19	K12	100.261	100.097	2.538	0	255	0												
20	K13	100.154	100.364	2.476	0	255	0												
21	K14	100.172	100.365	2.536	0	255	0												
22	K15	99.829	100.530	2.539	0	255	0												
23	ka1	99.812	100.588	2.544	0	255	0												
24	ka2	100.836	100.694	2.540	0	255	0												
25	ka3	103.224	102.109	2.547	0	255	0												
26	ka4	100.967	99.259	2.543	0	255	0												
27	ka5	100.478	99.739	2.535	0	255	0												
28	se1	100.303	99.044	2.310	0	0	255												
29	se2	100.036	99.860	2.295	0	0	255												
30	se3	100.336	98.945	2.284	0	0	255												
31	se4	100.316	99.012	1.147	0	0	255												
32	se5	100.039	99.866	0.497	0	0	255												
33	se6	100.195	99.373	0.081	0	0	255												
34	se7	100.212	100.201	2.377	0	0	255												
35	se8	100.211	100.213	1.122	0	0	255												
36	se9	100.216	100.214	0.071	0	0	255												
37	se10	99.789	100.596	2.348	0	0	255												
38	se11	100.102	101.109	2.231	0	0	255												

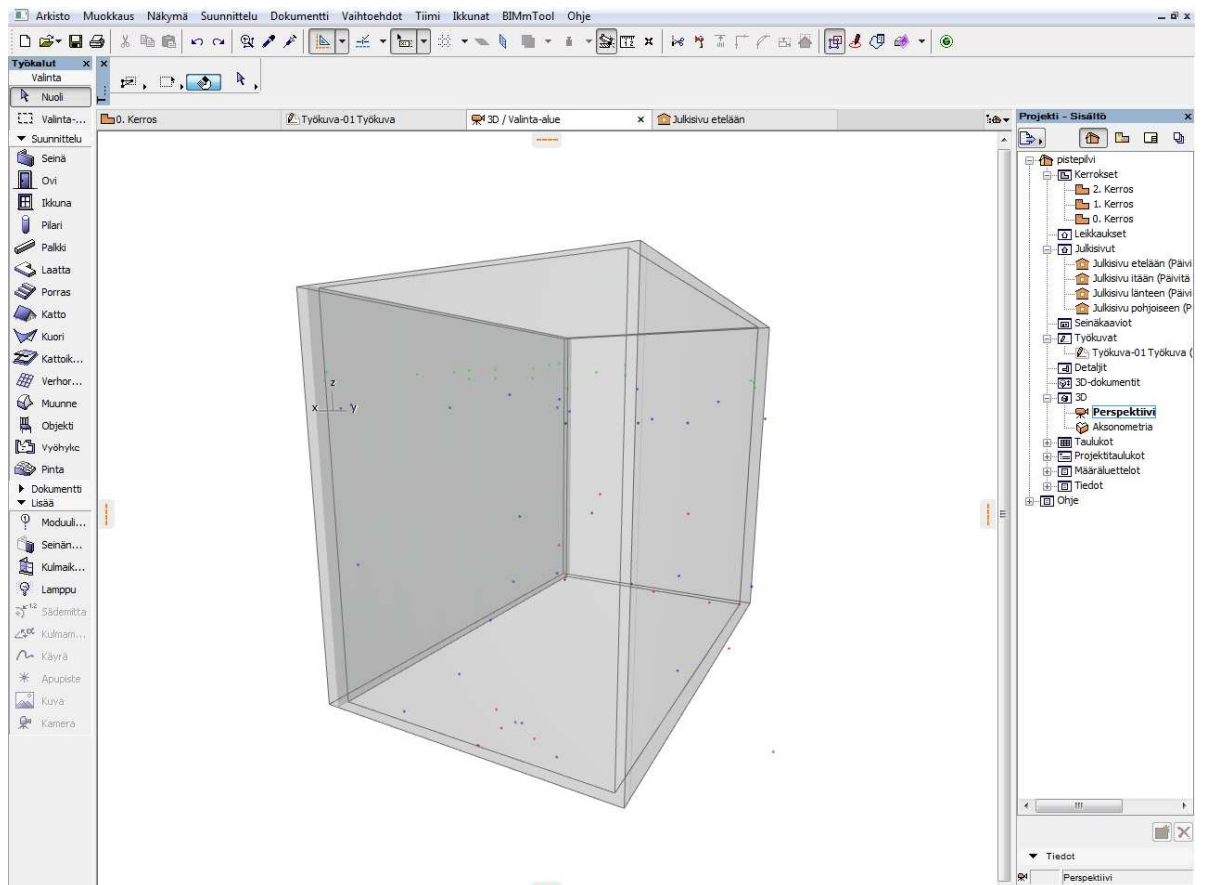
Kuva 11. Mittaustulokset taulukossa (Hämäläinen 2016)

Koordinaatiston käsittelyssä selvisi, että käytettäviin ohjelmiin taulukon pitää olla ohjelmaan sopivassa muodossa. Taulukossa täytyy olla tietynlainen erotin; pilkku, väli tai sarkain. Taulukon erotinta muokattiin *Excel*-ohjelmalla niin, että *ArchiCAD*-ohjelma lukisi taulukkoa oikein. Taulukkoa käsiteltiin erilaisilla ohjelmilla. Käsittelyyn sopivia ohjelmia ovat esimerkiksi taulukko-ohjelmat, muistiot, sekä erikseen ladattavat koordinaatistopisteitä lukevat ohjelmat, joista esimerkkinä Autodeskin ReCap-ohjelma. Edellä mainituilla ohjelmilla pystytään muokkaamaan pieniä pistejoukkotiedostoja, jotka tässä tapauksessa olivat nurkkapisteistä ja muutamista lattia-, seinä- ja kattopisteistä muodostuva pistejoukko. Taulukon muokkaus tavat selvisi asiaa lähemmin tutkiessa. Taulukkoon piti lisätä XYZ-sarakkeiden lisäksi kolme värisaraketta, jotta *ArchiCAD*-ohjelma pystyi lukemaan ja aukaisemaan tiedoston oikein. RGB-väriarvoiksi lattialle, seinälle ja katolle laitettiin jokaiselle oma väri, tässä työssä värit olivat; sininen: seinät, punainen: lattia ja vihreä: katto. Väriarvojen avulla pistejoukosta pystytään erottamaan siinä olevien pisteiden sijainnit. Lisäksi mallinnusvaiheessa havaitaan helpommin missä seinien, katon ja lattian rajat menevät.

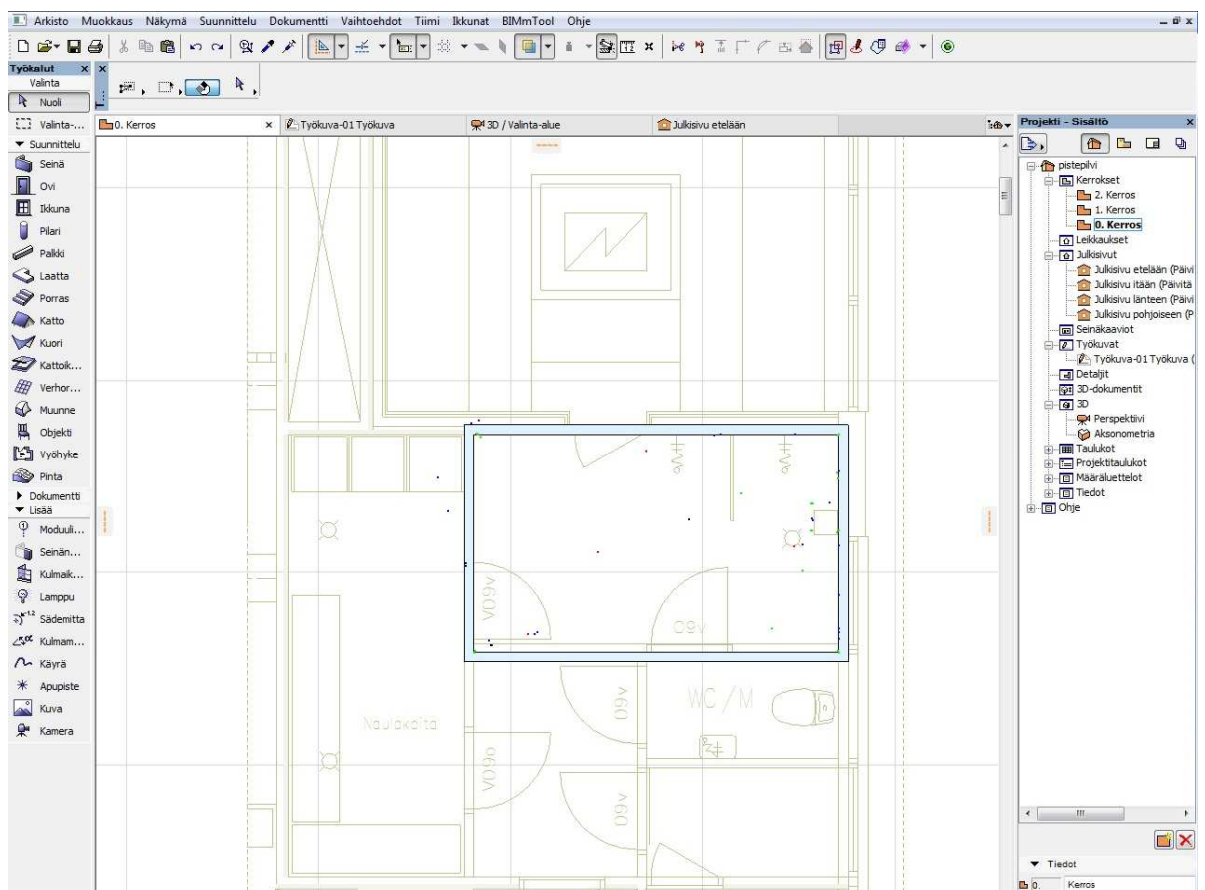
Nurkkapisteiden mittaamisen etuja on sen tarkkuus verrattaessa käsinmittaamiseen. Ammattilaisen tehdessä mittaukset, sen tekeminen on myös nopeampaa kuin käsinmittaaminen. Lisäksi mittatieto on myös kohdetta mallinnettaessa hyvä pohja seinä-, lattia- ja kattolinjoja etsiessä. Tosin nurkkapisteiden mittaamisella ei saada niin tarkkaa ja tiheää pistepilvestä joka laserkeilauksen tuloksena saadaan, näin ollen kokonaistilan hahmottaminen harvoista pisteistä on vaikeampaa. Takymetrimittauksissa esteeksi tulivat myös sen mitatuseisyydet, laite ei mittaa pisteitä laitteen valmistajan mukaan alle 1 metrin päässä kohteesta, siksi pienien tilojen mittaaminen on hankalaa ja jopa mahdotonta.

Esimerkkinä tässä työssä on kuvia (kuva 12) ja (kuva 13), joissa nähdään takymetrillä kohteesta mitatut nurkkapisteet 3D-kuvassa, kuvan ympärille on mallinnettu tilaa hahmottamaan lasiseinät. Seuraavassa kuvassa (kuva 14) pisteet on sijoitettu pohjakuvaan. Kuvasta nähdään miten vanhan DWG-kuvan mitat, jotka on mitattu käsin, heittävät takymetrimittaukseen verrattaessa.

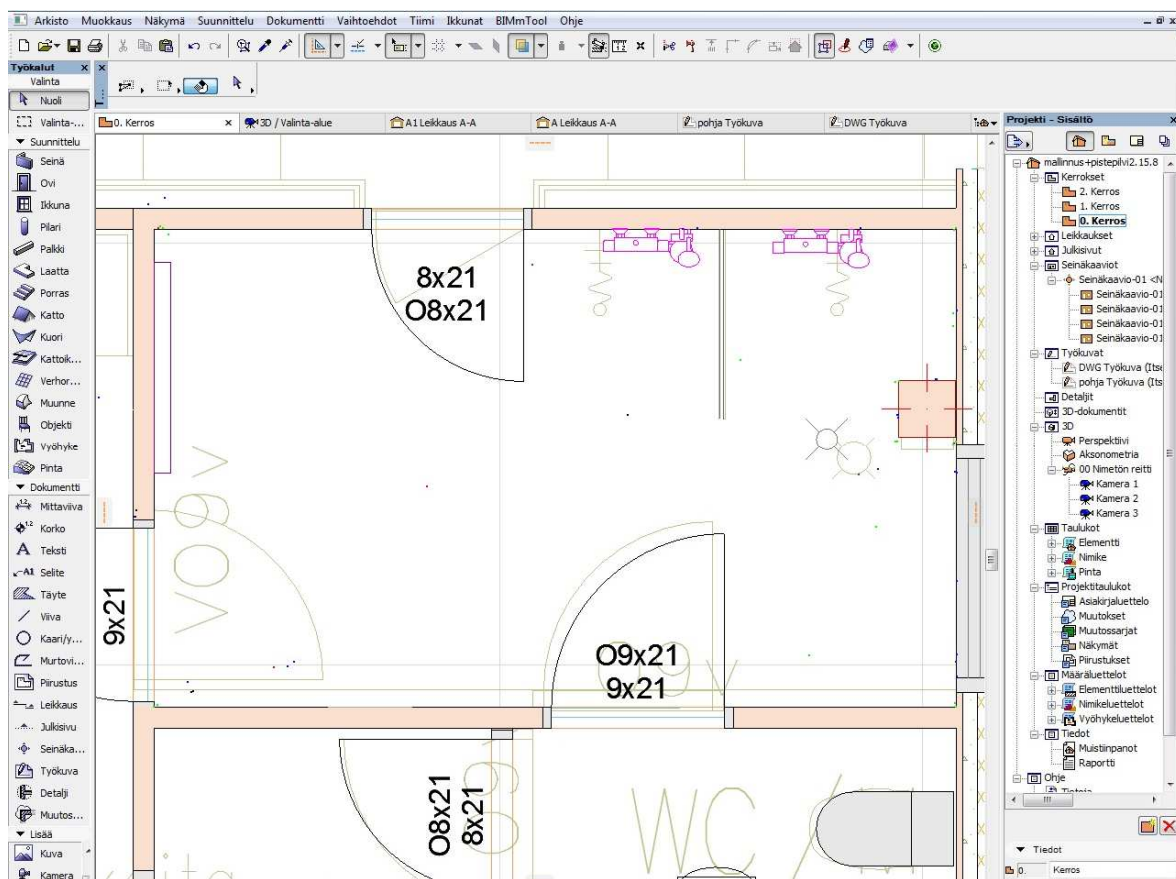
Vaikka nurkkapisteiden mittauksesta saatavan pistejoukon pohjalta mallintaminen onnistuukin, ei siitä saatu kuitenkaan suurempaa hyötyä käsinmittaukseen verrattaessa. Pistepilvestä saatu mittatieto on tarkkuudeltaan hieman tarkempaa kuin käsinmitatut mitat. Ongelmakohtia siinä kuitenkin on, esimerkiksi kattolistojen kohdat mitataan suurin piirtein oikealta kohdalta ja siksi heittoa saattaa tulla useita senttejä. Lisäksi kalusteet täytyy mitata erikseen paikoilleen. Loppujen lopuksi nurkkapisteidenmittaus on yhtä työlästä kuin käsinmittaaminenkin.



Kuva 12. Pisteet mallinnettujen lasiseinien sisässä (Hämäläinen 2016)



Kuva 13. Nurkkapisteen pohjakuvassa (Hämäläinen 2016)



Kuva 14. Pisteet pohjakuvasssa (Hämäläinen 2016)

4.2.3 Pistepilven laserkeilaus

Opinnäytetyön tiimoilta tämän työn tekijä otti yhteyttä Kuopiossa sijaitsevaan yritykseen, SGM Consulting Suomen GPS-mittaukset. Yritys tekee muun muassa rakennusten sisä- ja ulkopuolisia laserkeilausmittauksia. Yritys mittasi esimerkkikohteen laserkeilaamalla. Yritykseltä saatua pistepilvitiedostoa käytettiin lähtötietoina kohdetta mallinnettaessa. Laserkeilausmittauksiin meni aikaa noin 3 minuuttia ja laitteen ottamiin kuviin noin 7 minuuttia.

Yritys luovutti laserkeilausaineistot tätä opinnäytetyötä varten, näin ollen mallintamista päästiin kokeilemaan saadun aineiston avulla. Heiltä saatu tiedosto sisälsi taulukkomuodossa olevan XYZ-koordinaatistossa sijaitsevan pistepilvitiedoston. Taulukko oli kuitenkin niin suuri, että sen muokkaaminen ilman oikeanlaista ohjelmistoa oli vaikeaa. Mittausfirma muokkasi tiedostoa niin, että saatiin yhteensopiva tiedostomuoto *ArchiCAD*-ohjelmaan. Pistepilvitiedostoa on mahdollista saada moneen erilaiseen ohjelmaan soveltuvana, siksi näitä tiedostomuotojakin on monia, tässä niistä muutamia mainitakseni: 2D dxf (R12), dxf (R12), ASCII (msh, pts, ptx, sim, svy, txt, **xyz**), ptg, ptz, coe, **e57**, sdf, sdnf, xml, tif, Pistepilvi-PTS, Pistepilvi-E57, Pistepilvi-LAS, Pistepilvi-LAZ (SGM-Consulting.) Listassa tummennetut tiedostomuodot ovat soveltuvia *ArchiCAD*-ohjelmaan. *ArchiCAD*-ohjelma tekee pistepilvestä

objektin, jonka muutamia ominaisuuksia voidaan säätää, esimerkiksi leikkaustasoa pohjakuvassa. Yhteensopivaa tiedostomuotoa jouduttiin hieman etsimään kokeilemalla eri vaihtoehtoja. Sopivuuteen vaikutti taulukon arvoissa oleva erotin, *ArchiCAD*-ohjelmaan soveltuva erotin on väli tai pilkku. *ArchiCAD*-ohjelma vaatii myös XYZ-tietojen lisäksi RGB-väriarvot pisteille. Väriarvot voidaan lisätä joko heijastuspintojen tai mittausten yhteydessä otettujen valokuvista saatavien RGB-arvojen mukaan. RGB-väriarvojen avulla pistepilvestä saadaan realistisen näköinen oikeilla olemassa olevilla pintamateriaalien väreillä.

Seuraavissa kuvissa on SGM-Consulting yrityksen omistama laserkeilauslaite, jonka malli on Leica Scan Station P20 (kuva 15). Lisätietoa laitteesta liitteessä (LIITE 5).



Kuva 15. Leica-laserkeilain (Hämäläinen 2016)

4.2.4 Mittaustapojen vertailu

Kun vertaillaan erilaisia mittaustapoja, tulee ottaa huomioon resurssit, mittauksista koituvat kustannukset sekä mittaustuloksista saatava hyöty. Tässä luvussa vertaillaan vain käsinmittauksen ja laserkeilauksen eroja. Nurkkapisteiden mittaamisesta ei koettu olevan sen suurempaa hyötyä yritykselle, koska se oli aikaa vievää ja siitä saatava hyöty on verrattavissa käsinmitaten otettaviin mittoihin.

Käsinmittauksen hyötyjä tarkastellessa yrityksen kannalta huomioitavaa on, ettei ulkopuolisia mittaajia tarvitse palkata vaan yrityksen omat työntekijät pystyvät tekemään mittaukset jo olemassa olevilla mittalaitteilla. Omia työntekijöitä käyttäessä siitä ei koidu erillisiä lisäkustannuksia normaalin tuntipalkan ja matkakulujen lisäksi. Kuitenkin työntekijöillä menee työtunteja ja tämä käytetty aika on pois toimistolla tehtävästä suunnittelu ja mallinnustyöstä. Taulukkolaskelmien (LIITE 6) mukaan kuitenkin työstä koituvat kustannukset ovat hyvin lähellä toisiaan ja tässä tapauksessa laserkeilauksesta saatavaa hyötyä ja sen edut ovat suuremmat verrattaessa niitä käsinmittaukseen.

Laserkeilauksesta saatava mittatieto on mittatarkka, lisäksi se löytyy suunnitelmia tehdessä tietokoneelta eikä mittausten takia lisäkäyntejä kohteessa tarvita. Omien työntekijöiden tehdessä mittaukset etuina on rakennuksista saavat aistihavainnot. Havaintojen avulla voidaan huomata pieniä yksityiskohtia, joita ei välttämättä kuvissa nähdä sekä haistaa erottuvia hajuja ja kuulla erottuvia ääniä. Havainnot voitaisiin kuitenkin laserkeilatessa havaita suunnittelijakerroksen yhteydessä, jonka aikana suunnittelija voisi ottaa lisäksi tarvittaessa valokuvia. Laserkeilauksesta saatava mittatieto olisi hyödyllinen myös yhteistyökumppaneiden kannalta ajateltuna. Pistepilven selainversiota voisivat käyttää kaikki eri suunnittelualojen ammattilaiset. Heidän ei näin ollen tarvitsisi käydä tekemässä samoja mittauksia kohteessa, eikä mittauksista johtuvia eroavaisuuksia tapahtuisi todennäköisesti niin paljon ja suunnitelmien yhteensovittaminen helpottuisi. Tämä asia käytiin läpi LVI ja sähkö-suunnittelijoiden edustajien kanssa palaverissa, jonka muistio löytyy liitteenä (LIITE 2).

Laserkeilauksen avulla yritys voisi tehdä jotain uutta nykyiseen verrattessa. Lisäksi tällä saataisiin kasvatettua yrityksen imagoa koska käytössä olisi uusinta teknologiaa joka kehittyy jatkuvasti. Haasteena tässä olisi yritykselle työntekijöiden kouluttaminen, jotta tietoa osataisiin hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti.

Vertailtavien mittaustapojen plussat ja miinukset:

Käsinmittaus:

- + omat työntekijät voivat tehdä työn
- + aistihavainnot
- tietyn mittatiedon puuttuessa, mitta on arvioitava tai mitattava uudelleen
- kaikkien suunnittelualojen tehtävä omat mittaukset itse.

Laserkeilaus:

- + saadaan mittatieto, joka löytyy koneelta. Ei tarvita uusia mittauksia eikä kohteessa lisäkäyntejä mittauksen takia.
- + saadaan pistepilvi, jossa liitettynä RGB-väriarvoilla kuvat, pistepilvissä nähtävissä kohteen oikea väri.
- + kaikki suunnittelualat saavat mittatiedot käyttöönsä
- + tarkkuus
- + nykYTEKNIKKAA
- + yrityksen imago
- paljon tietoa: Tiedon hyödyntäminen osattava

4.3 Kohteen valokuvaus

Valokuvaus on tärkeää lähtötietojen keräysprosessissa, yleensä kuvat otetaan mittausten yhteydessä. Kuvista nähdään jälkikäteen tilojen pintamateriaalit sekä niistä voidaan laskea laattojen koon ja saumajaon mukaan mihin kohtaan tilaa esimerkiksi kalusteet sijoittuvat, lisäksi niistä nähdään ikkunoiden sekä ovien paikat. Kuvista nähdään millaisessa kunnossa pintamateriaalit ja kalusteet ovat, sekä mitä niistä voidaan mahdollisesti säästää ja mitä vaihdetaan kokonaan. Jos saneerauksen yhteydessä on tarkoitus säästää jotakin materiaaleja, voidaan kuvista nähdä alkuperäisten materiaalien väritykset, jolloin uudet materiaalit saadaan sopimaan vanhoihin väritykseltään. Kuvien ottaminen on myös tärkeää siksi, ettei kohteeseen tarvitse palata jokaisen pienen yksityiskohdan takia uudestaan. Kaikki tarpeellinen kuvamateriaali korjauskohteesta löytyy sähköisenä suunnitelmia tehdessä. Käytettäväksi kameraksi soveltuu mikä tahansa kamera jolla saadaan selkeitä ja tarkkoja kuvia. Seuraavaksi kuvia esimerkkikohteesta: Kylpyhuone (kuva 17) ja WC-tila (kuva 18).



Kuva 17. Kylpyhuone (Sormunen & Timonen Oy)

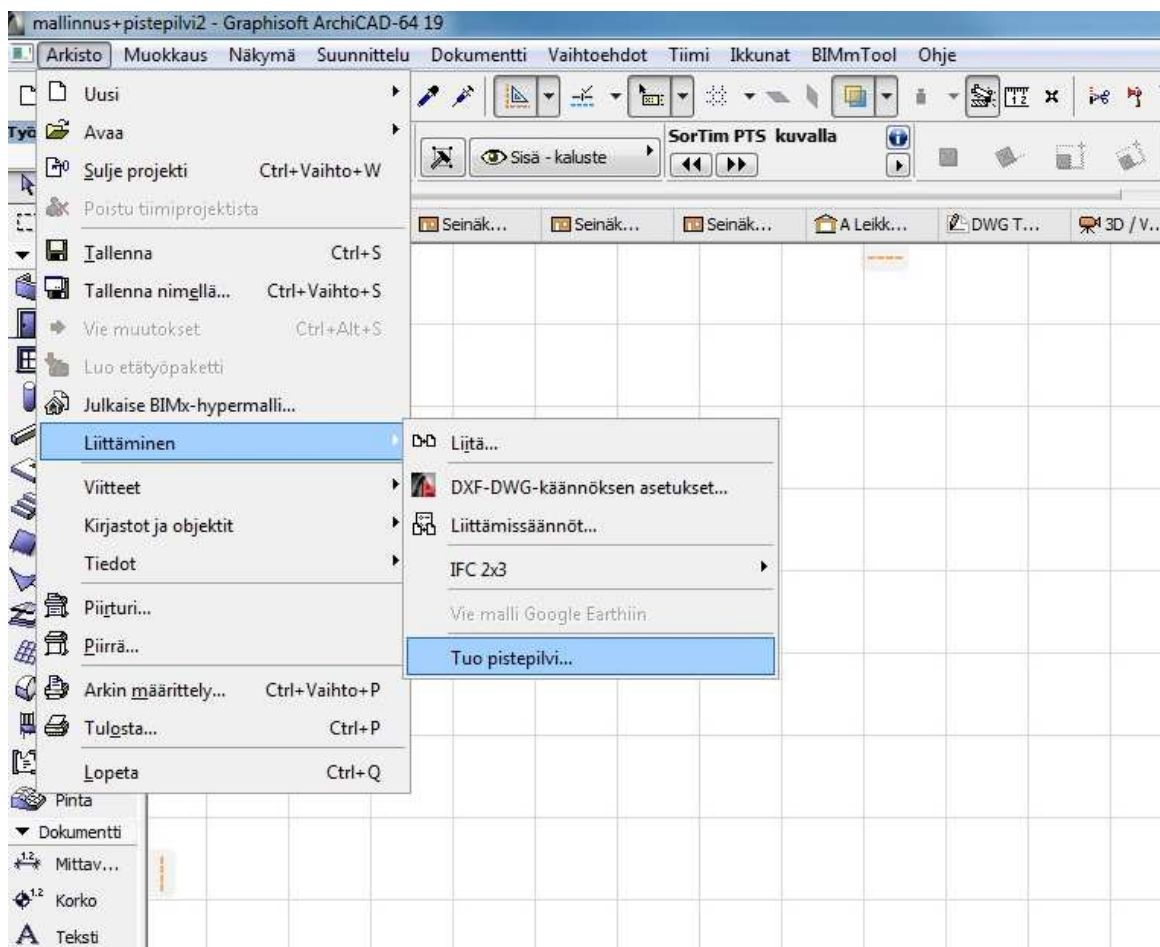


Kuva 18. WC-tila (Sormunen & Timonen Oy)

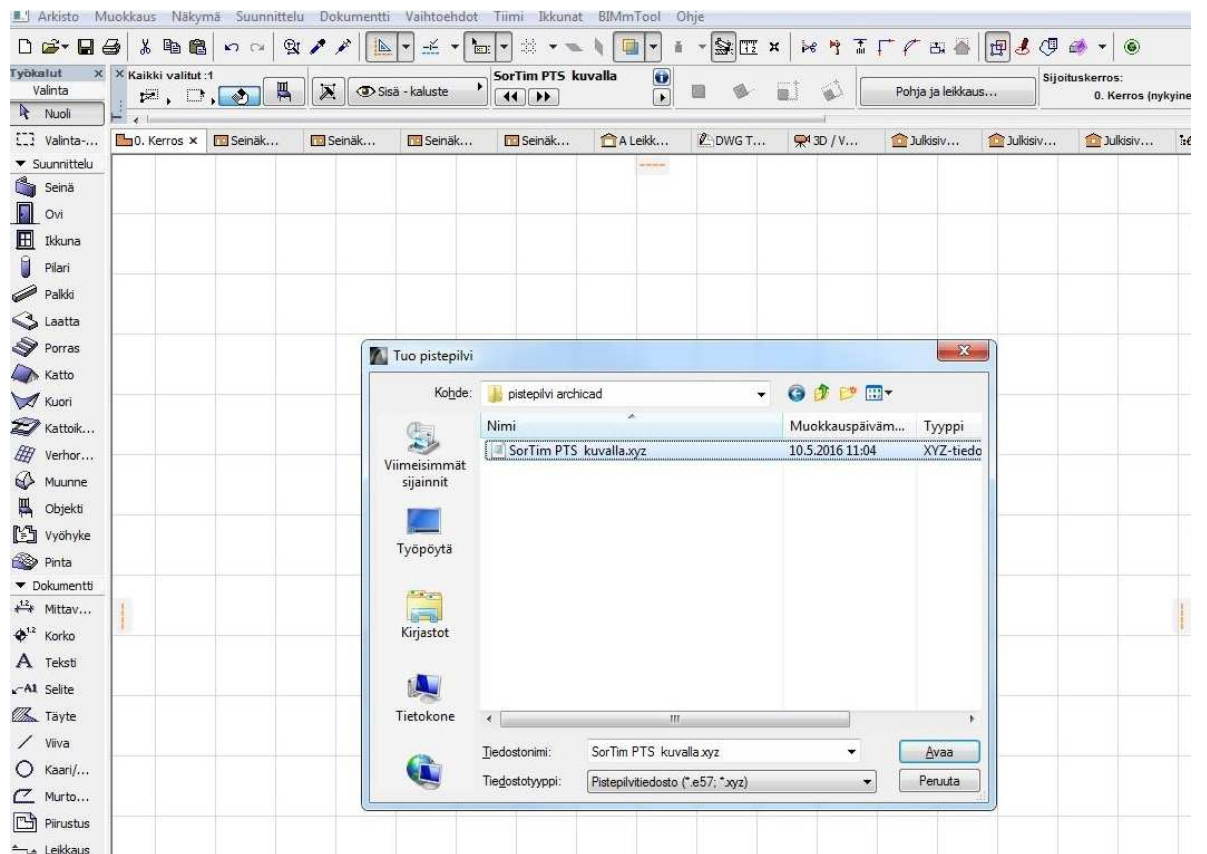
5 KORJAUSKOHTTEEN MALLINTAMINEN

5.1 Mittausaineiston käsittely

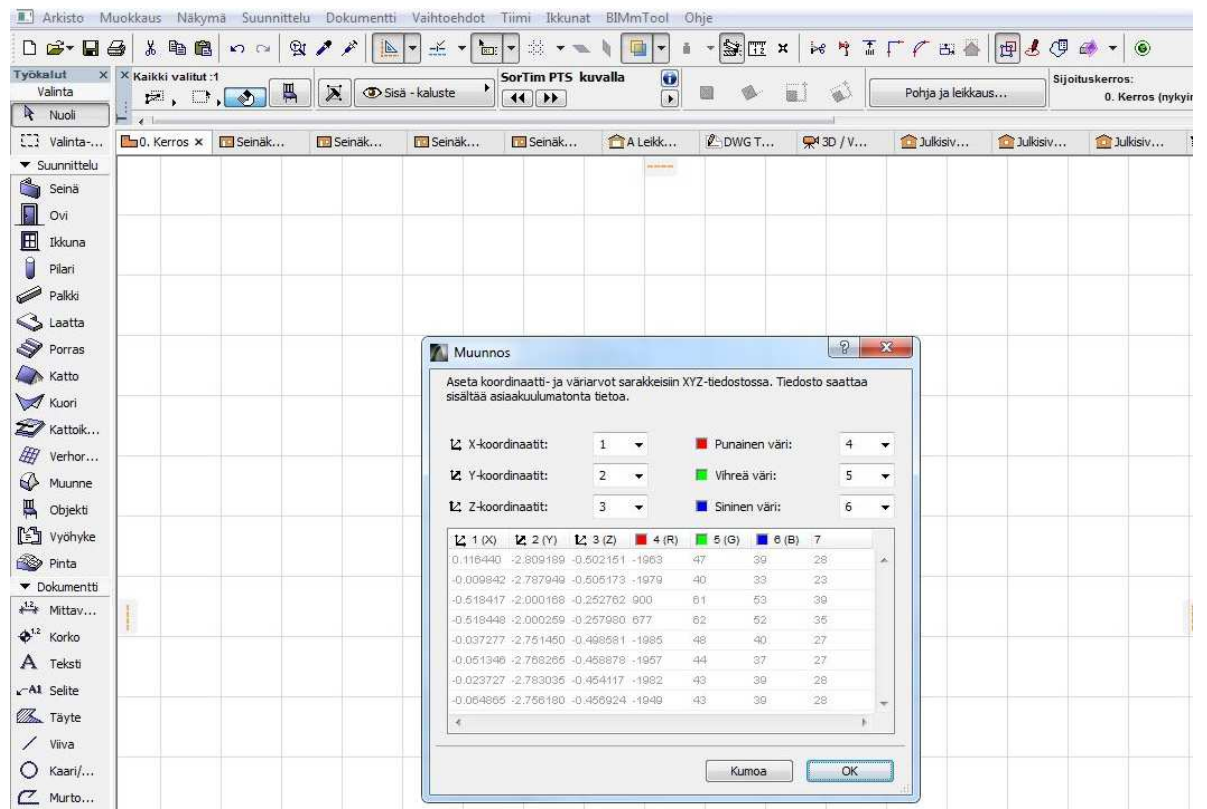
Aiemmassa luvussa kerrotun laserkeilausaineiston tietokoneelle siirron jälkeen pistepilvi tuodaan *ArchiCAD*-ohjelmaan. Siirtäminen ohjelmaan tapahtuu valikon Arkistot → Liittäminen → Tuo pistepilvi kautta (kuva 19). Tämän jälkeen valitaan valikosta pistepilvitiedosto: (kuva 20). Jonka jälkeen aukeaa Muunnos-valikko, joka hyväksytään painamalla OK painiketta: (kuva 21). Tämän jälkeen aukeaa valikko "Luo pistepilviobjektit", hyväksytään tämä painamalla painiketta: Luo ja sijoita (kuva 22), valinnan jälkeen pistepilvi latautuu ohjelmaan. Latauksen päätteeksi avautuu valikko pistepilven sijoituksesta, tämä hyväksytään oletuksena olevana: Sijoita pistepilven origo projektin origoon. Sijaintikerros valitaan siihen kerrokseen mihin pilvi on tarkoitus sijoittaa (kuva 23). Pistepilvi latautuu ohjelmaan: (kuva 24). Pistepilven voi avata tämän jälkeen 3D-näkymässä (kuva 25 ja kuva 26). Kuvassa 26 laserkeilaimen sijainti mittausvaiheessa, näkyy valkoisena ympyränä lattiassa.



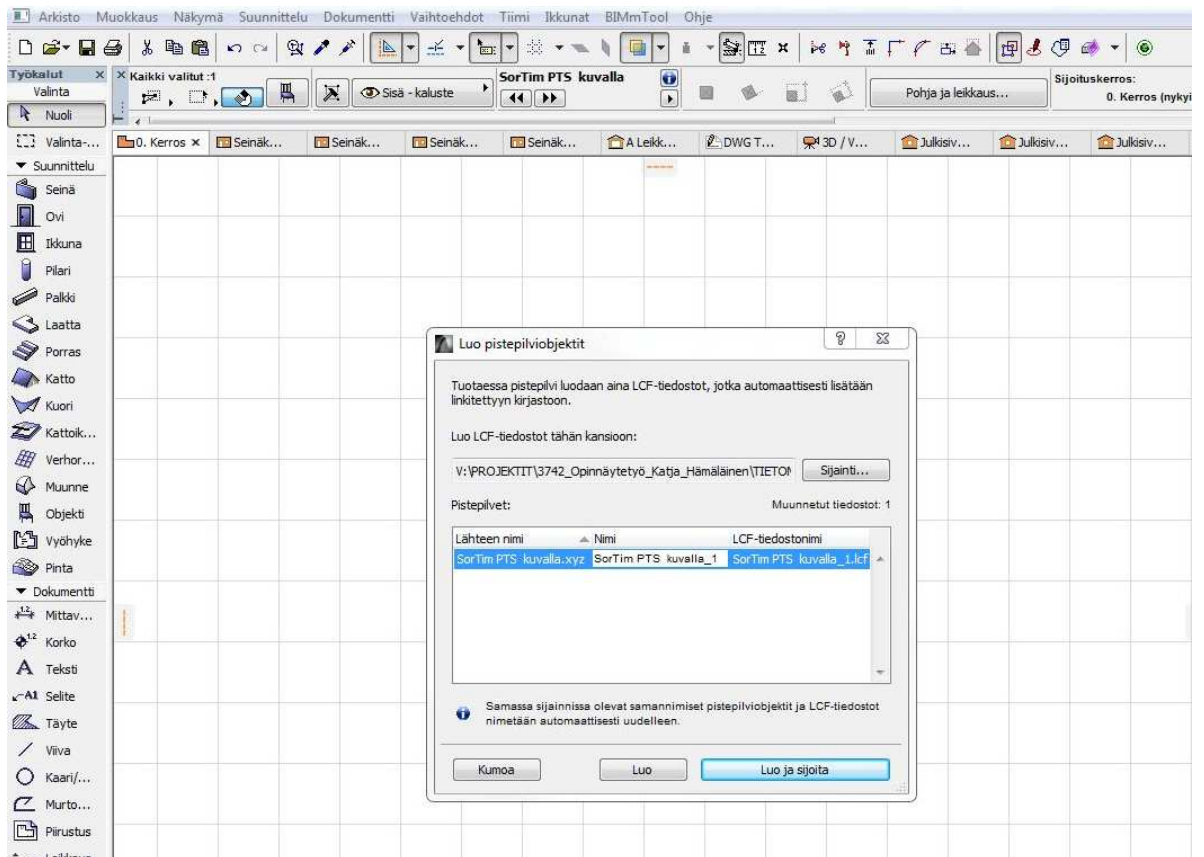
Kuva 19. Pistepilven tuonti (Hämäläinen 2016)



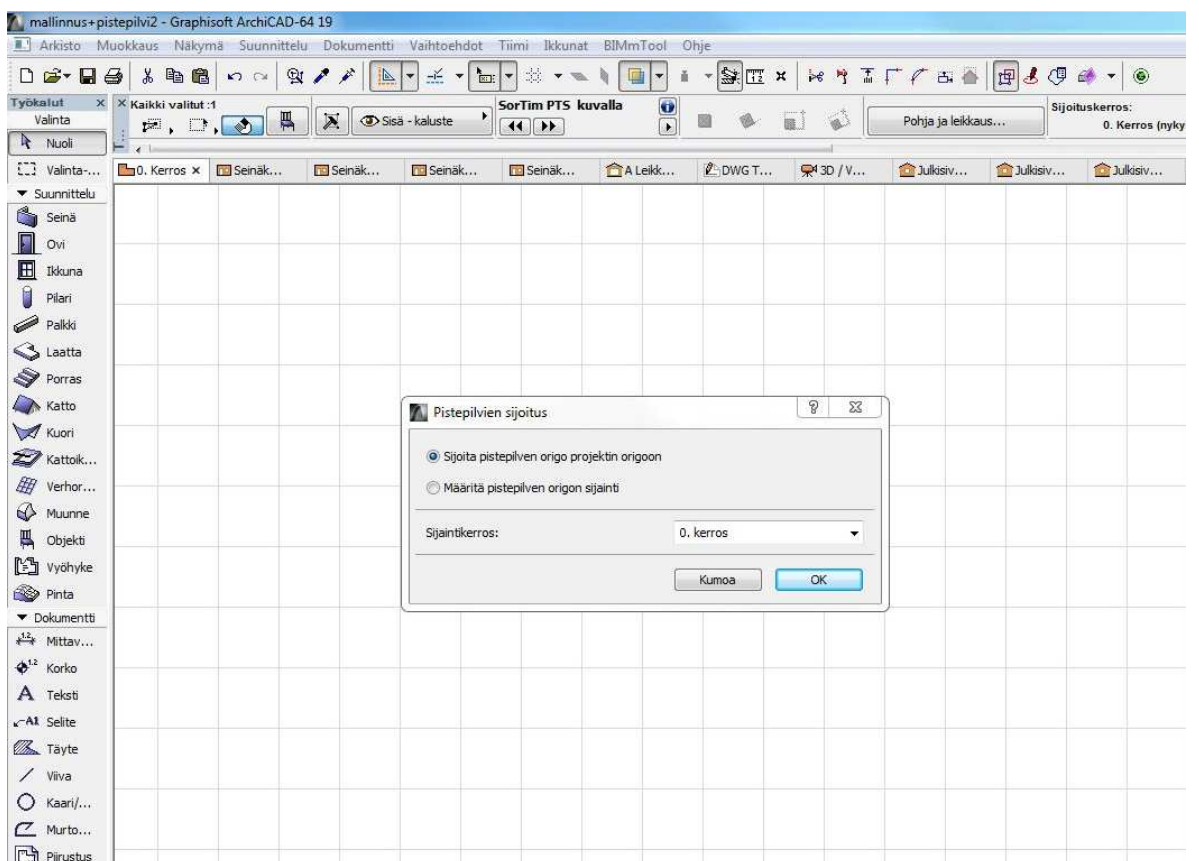
Kuva 20. Valinta-valikko (Hämäläinen 2016)



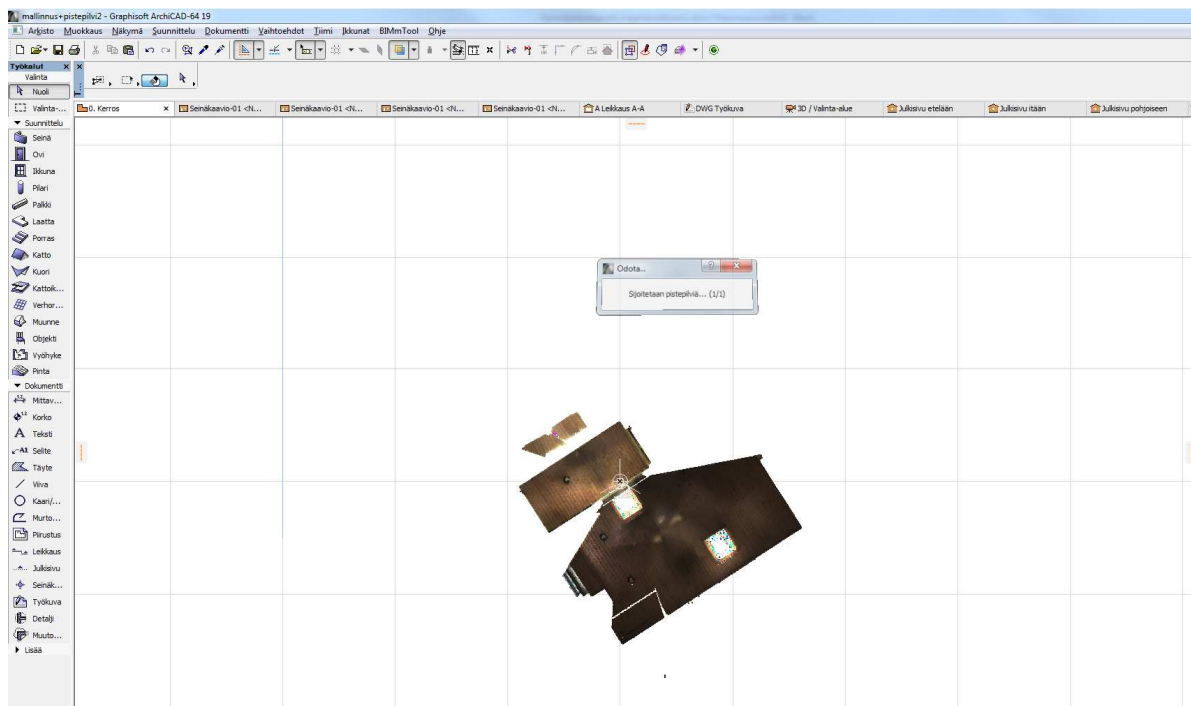
Kuva 21. Muunnos-valikko (Hämäläinen 2016)



Kuva 22. Luo pistepilvi (Hämäläinen 2016)

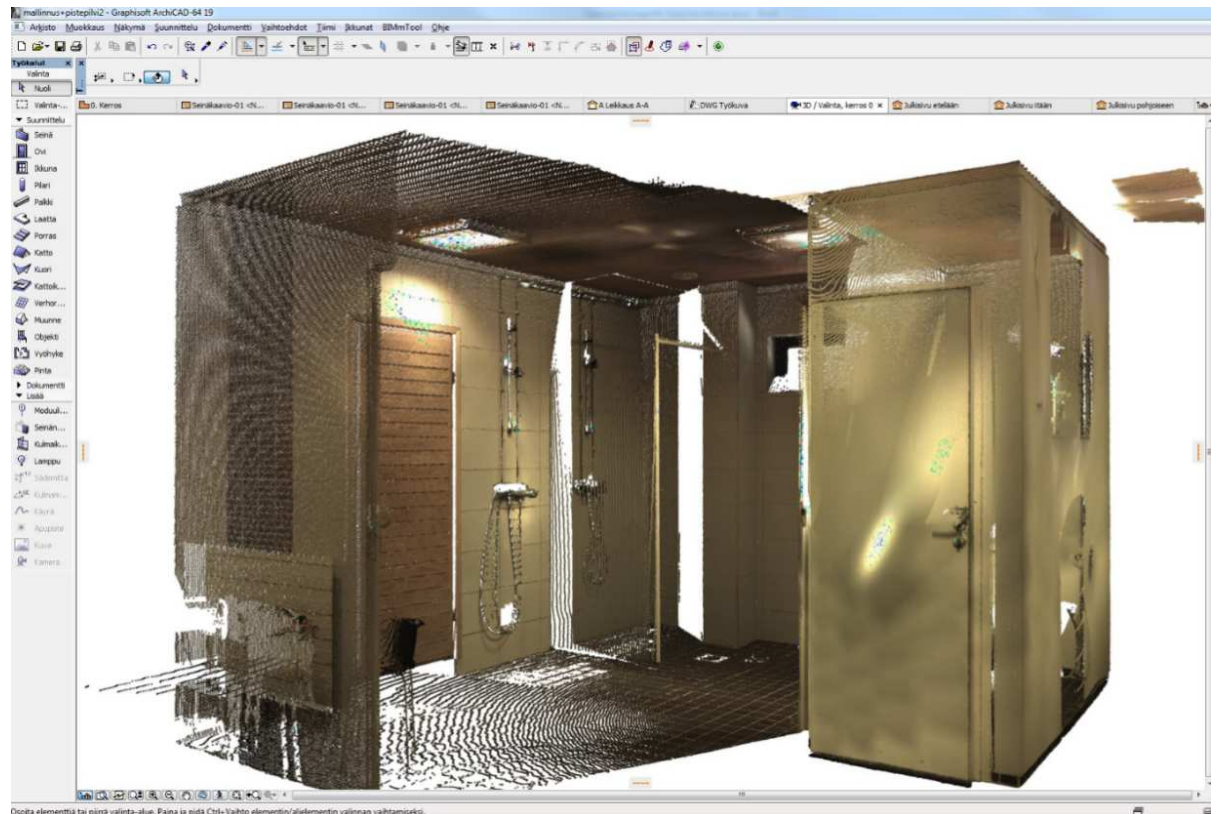


Kuva 23. Pistepilven sijoitus (Hämäläinen 2016)

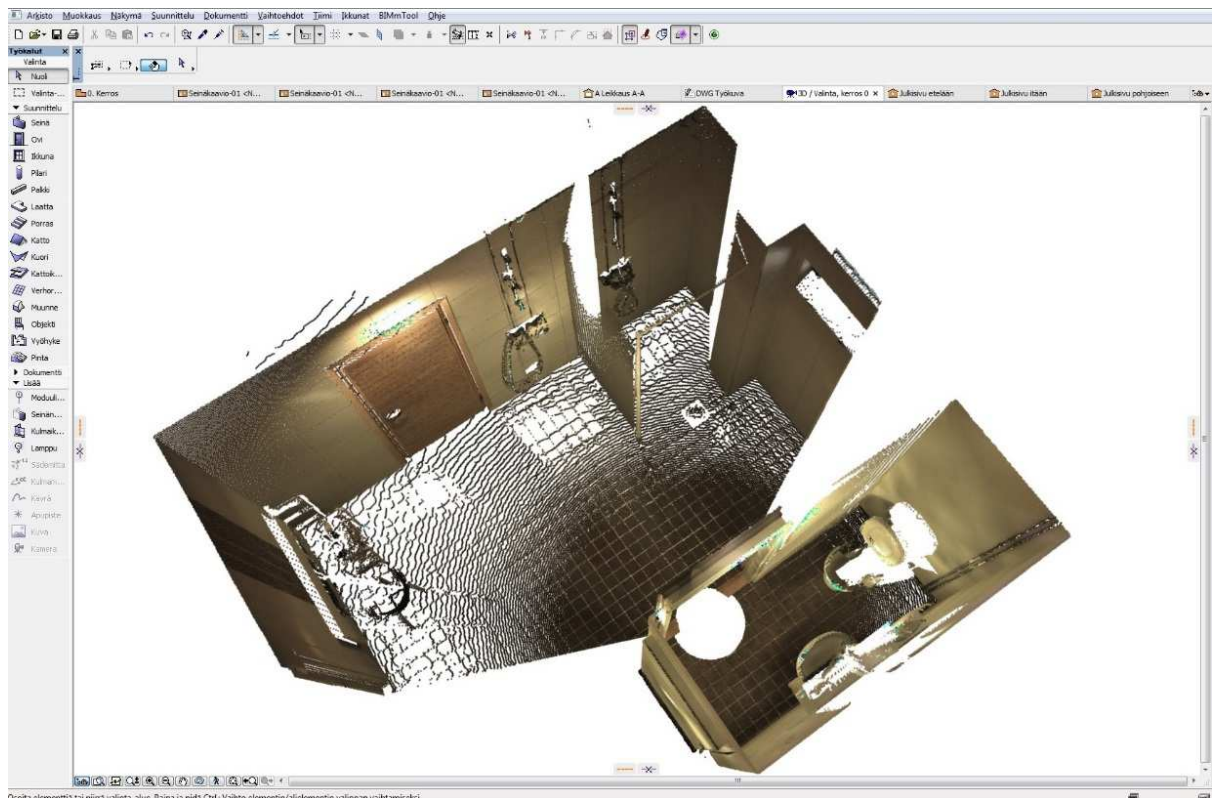


Kuva 24. Pistepilvi latauduttuaan (Hämäläinen 2016)

Tältä pistepilvi näyttää 3D-näkymässä:



Kuva 25. Pistepilvi 3D-näkymässä (Hämäläinen 2016)



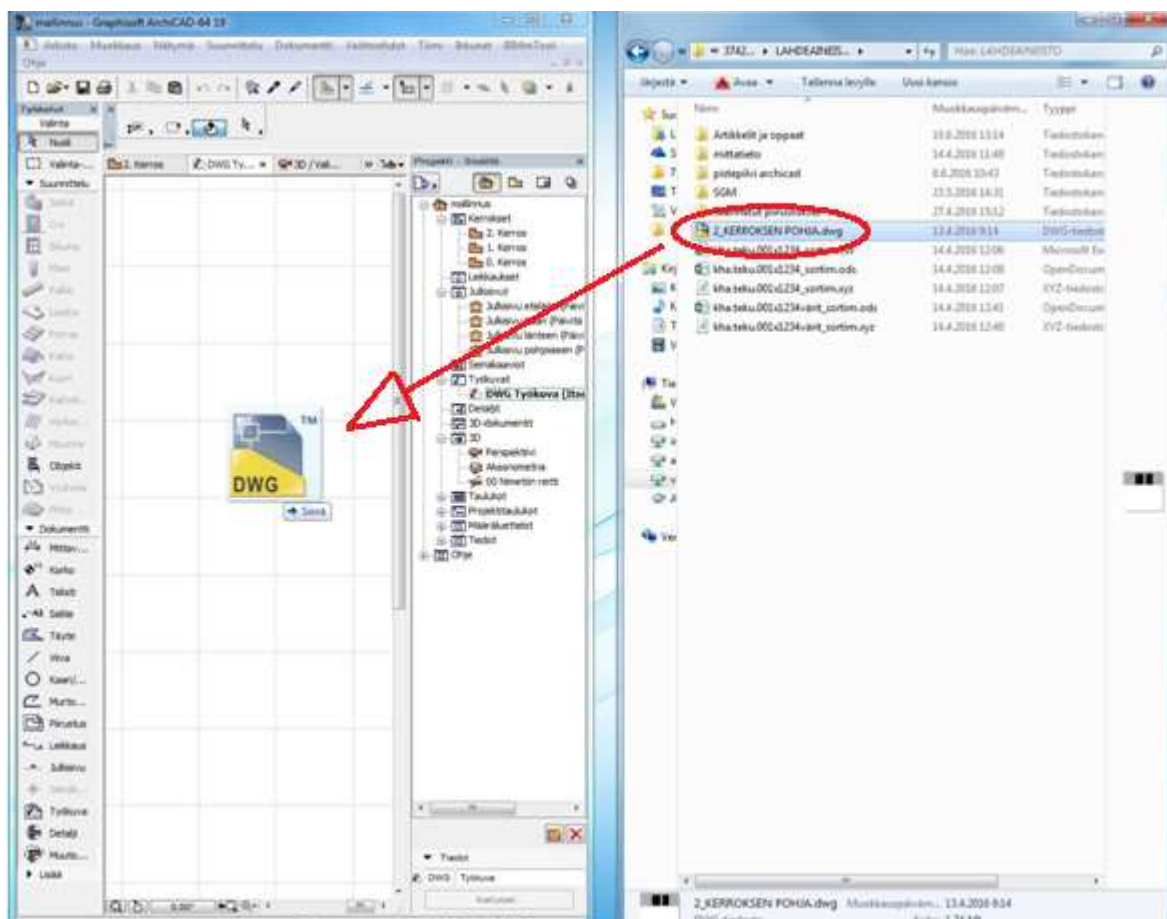
Kuva 26. Pistepilvi 3D-kuvassa ylhäältäpäin (Hämäläinen 2016)

5.2 Inventointimalli: mallintaminen mittausaineiston pohjalta

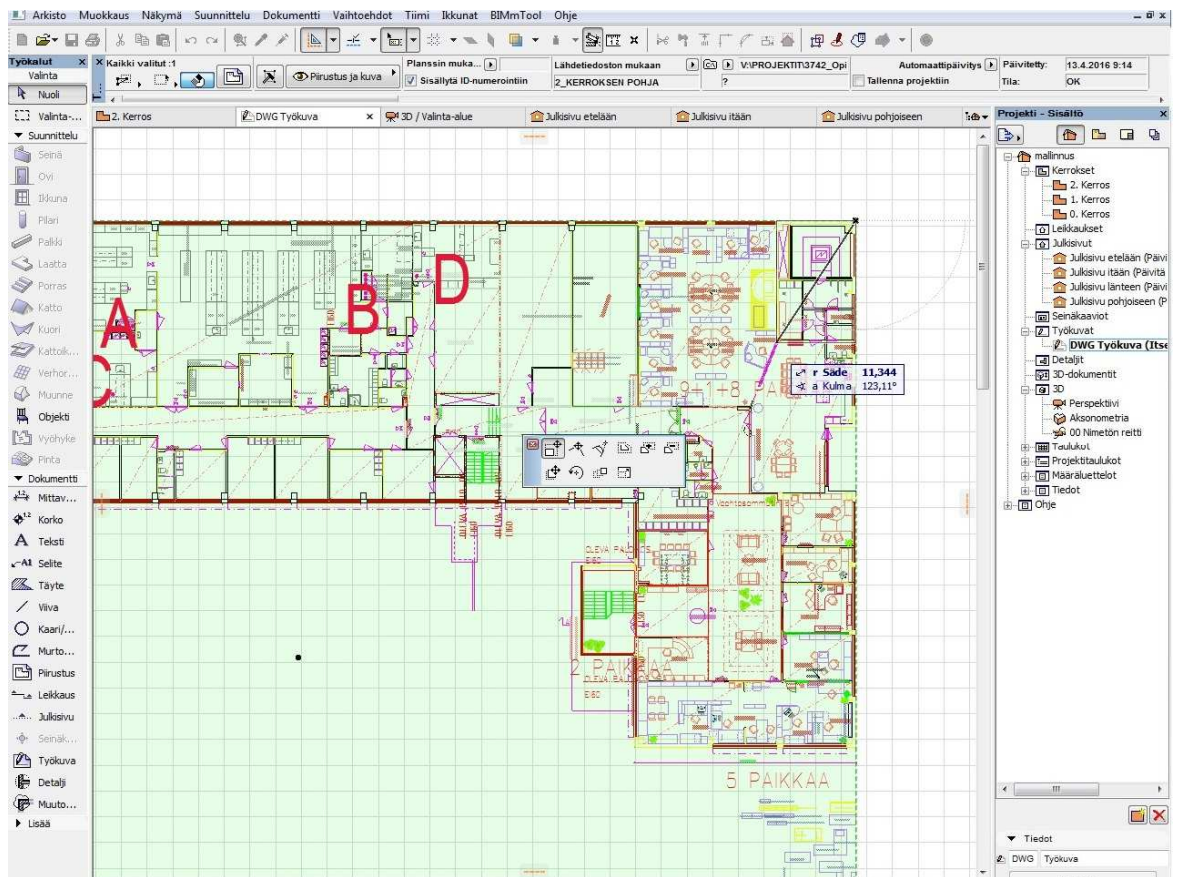
Pistepilvi oli tuotu *ArchiCAD*-ohjelmaan. Tuonnin jälkeen tutkittiin mitä asetuksia pistepilvestä saadaan säädettyä ja miten löydetään mallinnuslinjat niin, että mallinnettavat seinät ja kalusteet tulevat olemaan mahdollisimman tarkasti oikeilla paikoillaan. Mallintaminen aloitettiin tuomalla valmis DWG-pohjakuva *ArchiCAD*-ohjelmaan. Asettamalla pohjakuva mallinnuksen pohjaksi voidaan pistepilvi sijoittaa suoraan oikeaan kohtaan. Pohjalle voidaan tuoda myös skannattu pohjapiirros, jos muuta ei ole. Mutta koska kuvia ei aina välttämättä vanhoista kohteista löydy, voidaan joskus joutua myös aloittamaan suoraan pistepilvestä mallintamalla. Tällöin mallinnuslinjat etsitään pistepilvestä.

5.2.1 DWG-tiedoston lisääminen

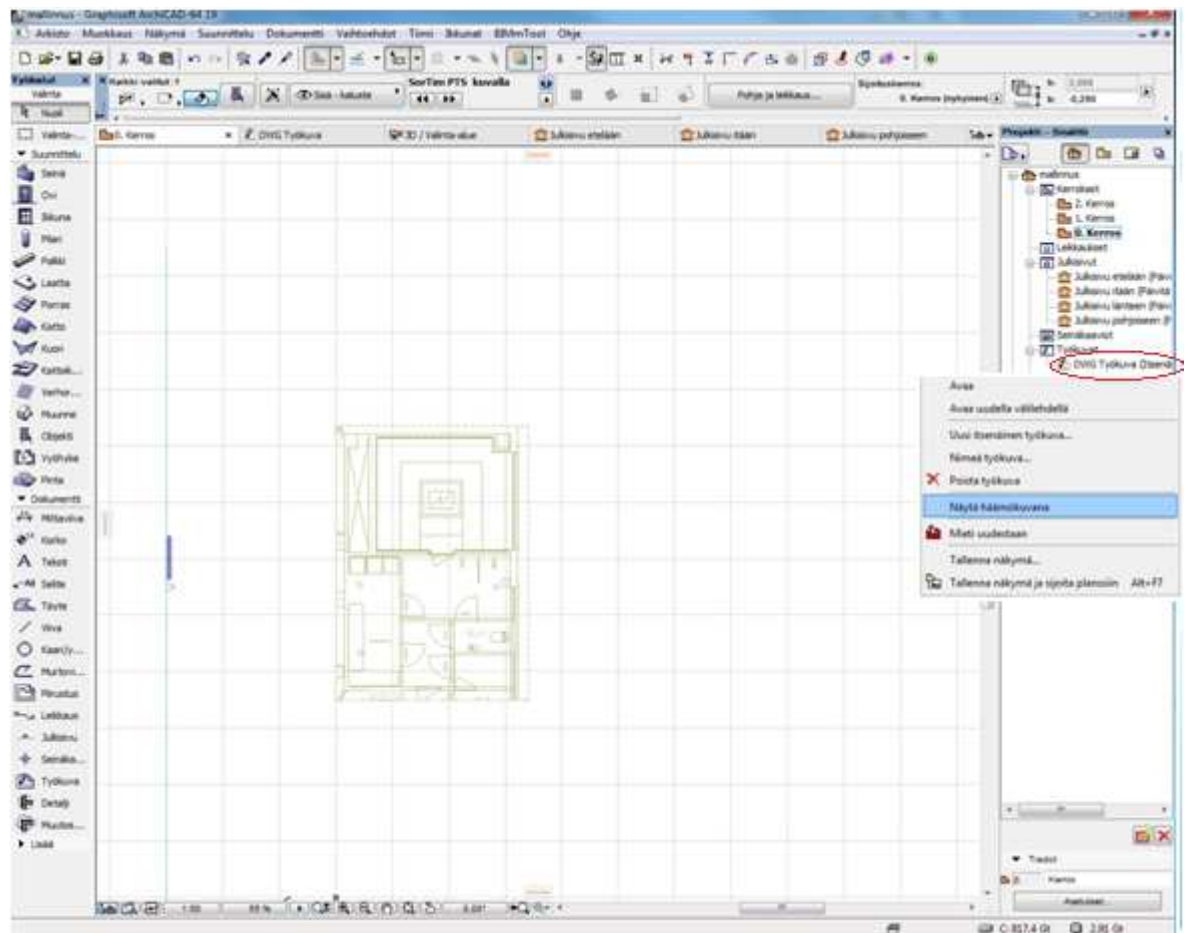
Valitaan oikeanpuoleisesta valikosta (projekti-sisältö) Työkuvat → uusi itsenäinen työkuva → jonka jälkeen aukeaa työkuvapohja, johon tuodaan DWG-tiedosto raahaamalla kansioista (kuva 27). Kuva rajataan tarvittavan kokoiseksi (kuva 28), tämän jälkeen mennään kerros pohjakuvaan, tässä tapauksessa 0.kerrokseen → laitetaan DWG-työkuva näkymään häämökuvana (kuva 29). Kuva näkyy nyt näkymässä häämökuvana.



Kuva 27. Työkuvan siirto ohjelmaan (Hämäläinen 2016)



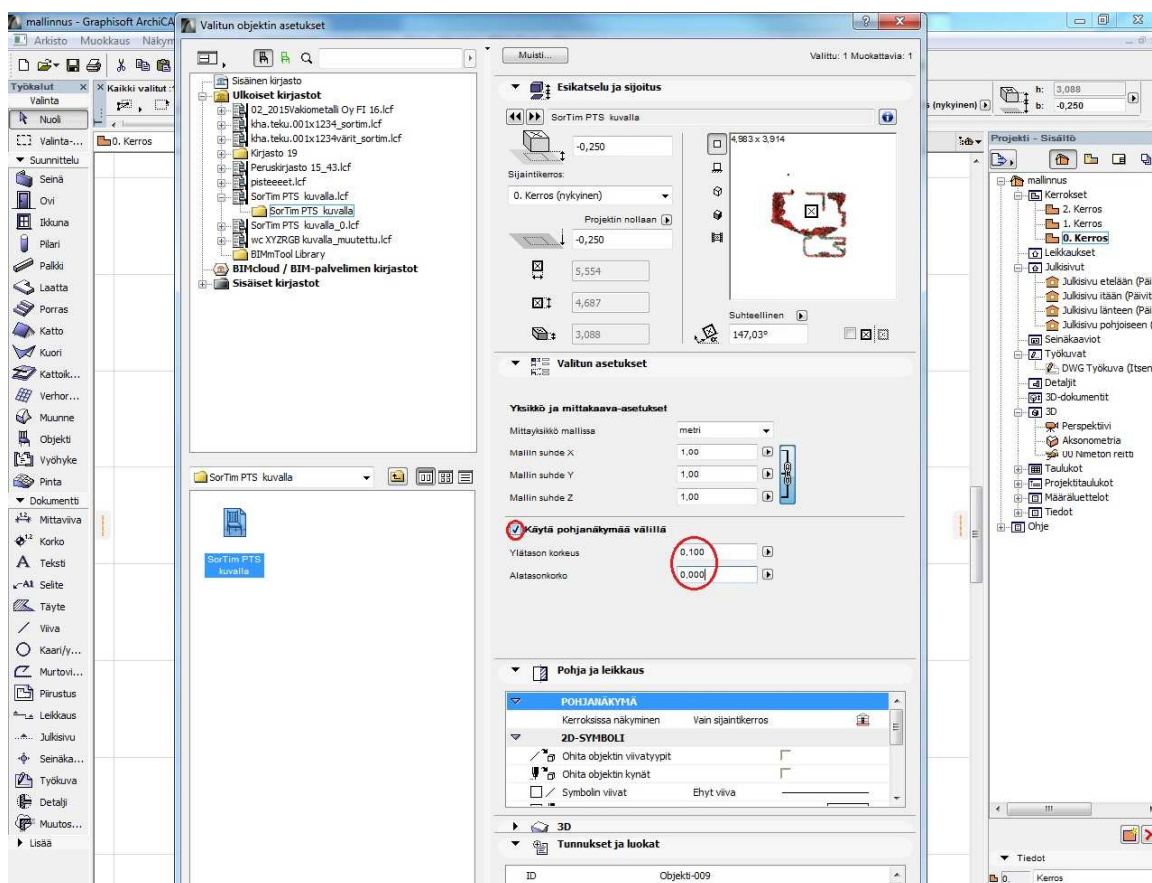
Kuva 28. Työkuvan rajaus (Hämäläinen 2016)



Kuva 29. Hämmökuva (Hämäläinen 2016)

5.2.2 Pistepilven asettaminen

Pohjakuvan häämökuvaksi asettamisen jälkeen voidaan ohjelmaan tuoda pistepilvi, jonka täydellinen lisääminen on kerrottu aiemmassa luvussa (6.1 Mittausaineiston käsittely). Pistepilven asetuksista määritellään pisteiden näkyvyys lattian ja katon välillä, tällaisissa koh-teissa väliksi on sovittu noin 100 mm lattiapinnasta. Edellä mainitulla välillä näkyvät pisteet vastaavat tarkimmin suoraa seinälinjaa, koska seinät saattavat olla kaltevat, esimerkiksi jos seinän muuraus tai pintalaatoitus tehty on epätasaisesti, heittää mitat erikohdassa seinää usein useitakin senttejä. Seuraavaksi valitaan pistepilvi aktiiviseksi, jonka jälkeen avataan asetukset valikko (kuva 30) -> josta muutetaan valitun asetuksista ”Käytä pohjanäkymää välillä”.

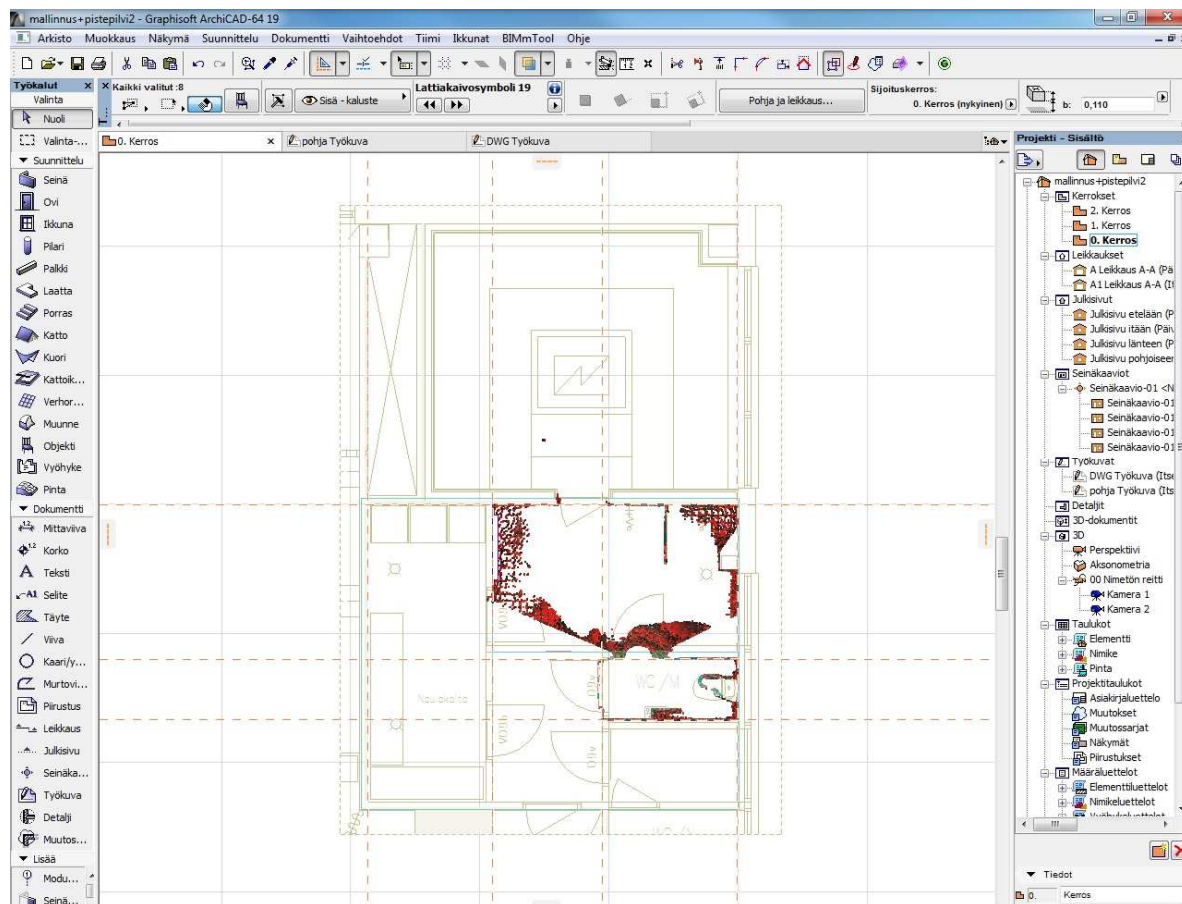


Kuva 30. Pisteiden näkymä välillä (Hämäläinen 2016)

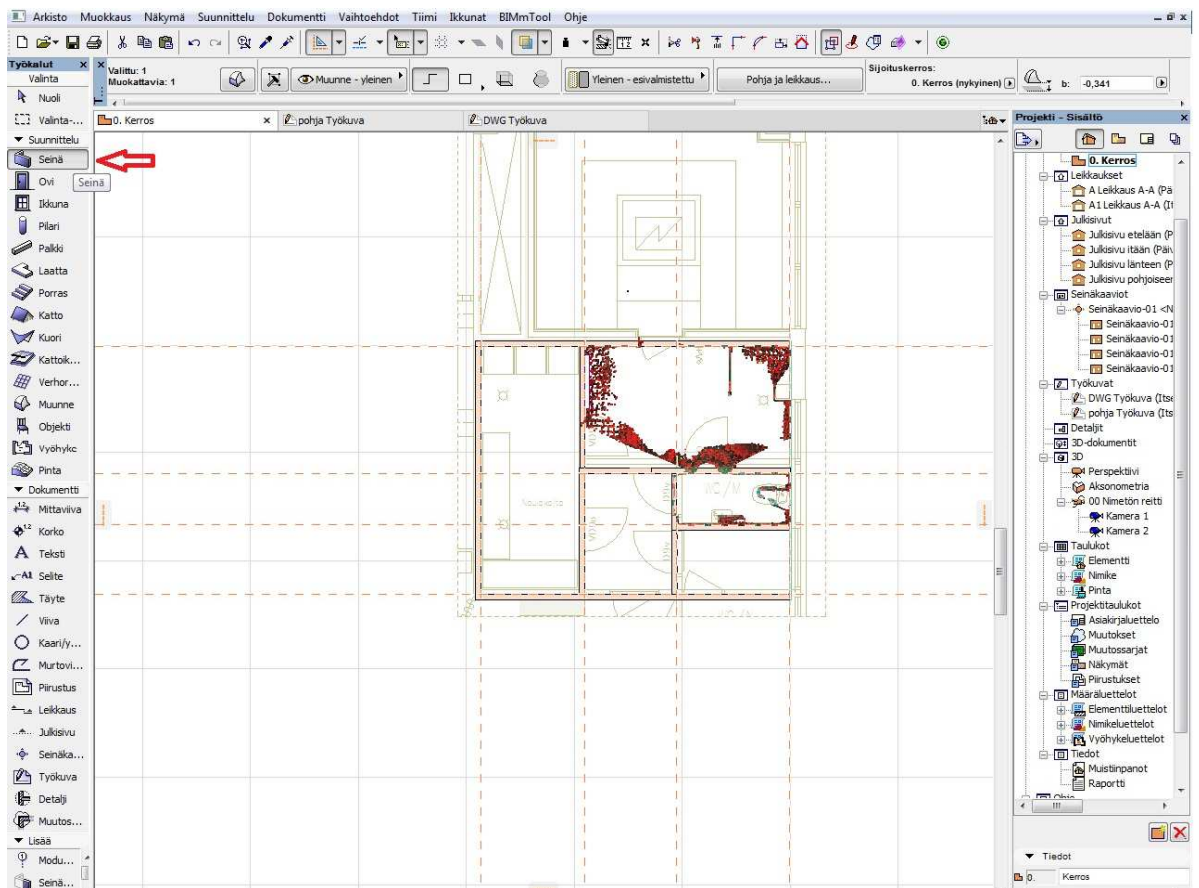
5.2.3 Seinien mallintaminen

Mallinnuslinjat haetaan apuviivoilla pistepilvestä, kun pistepilvi on rajattu 100 mm lattiapinnasta. Linjat haetaan pistepilven ulkopinnan mukaan (kuva 31). Seuraavaksi otetaan seinätyökalu, jolla mallinnetaan seinät pistepilven mediaania pitkin (kuva 32). Seinät mallinnetaan tarpeen mukaan rakennekerrosten kanssa tai ilman. Rakennekerrokset lisätään valitsemalla seinä ja valitaan yläpalkin valikosta: Vaihtoehdot → attribuutit → rakennetyypit (kuva 33).

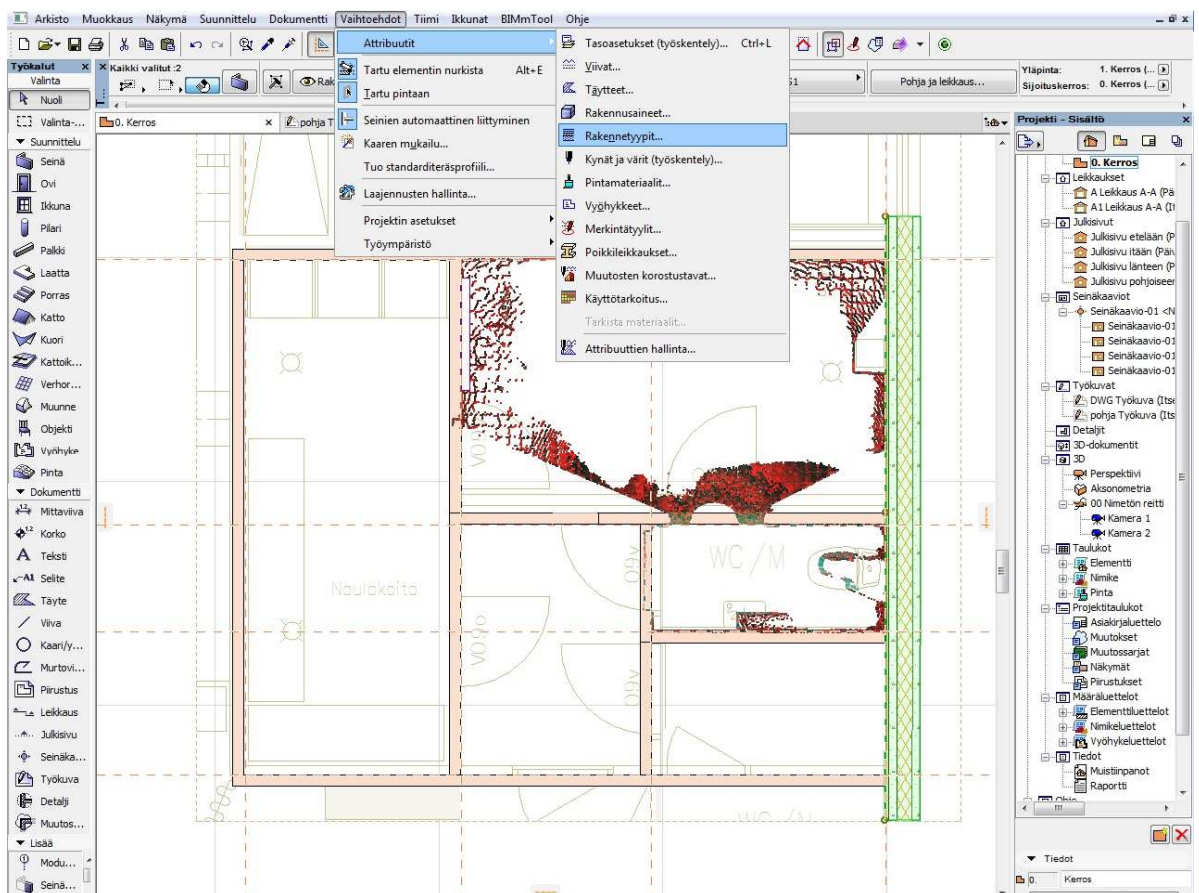
Rakennetyyppeihin lisätään rakennusselostuksesta (LIITE4), tai piirustuksista löytyvät rakennekerrokset joita on esimerkiksi: eristeet, seinän ulko- ja sisäpinnat (Kuva 34). Seiniä mallintaessa tulee myös kerroskorkeus käydä muuttamassa oikean korkuiseksi. Kerrosväli muutetaan valikosta Suunnittelu → kerrosasetukset tai ohjelman oikeasta alanurkasta Asetukset kohdasta, asetuksiin laitetaan lattian korkeuden kohdalle haluttuun kerrokseen oikea korkeus, tässä tapauksessa korkeus oli 2,561m. (kuva 35) ja (kuva 36).



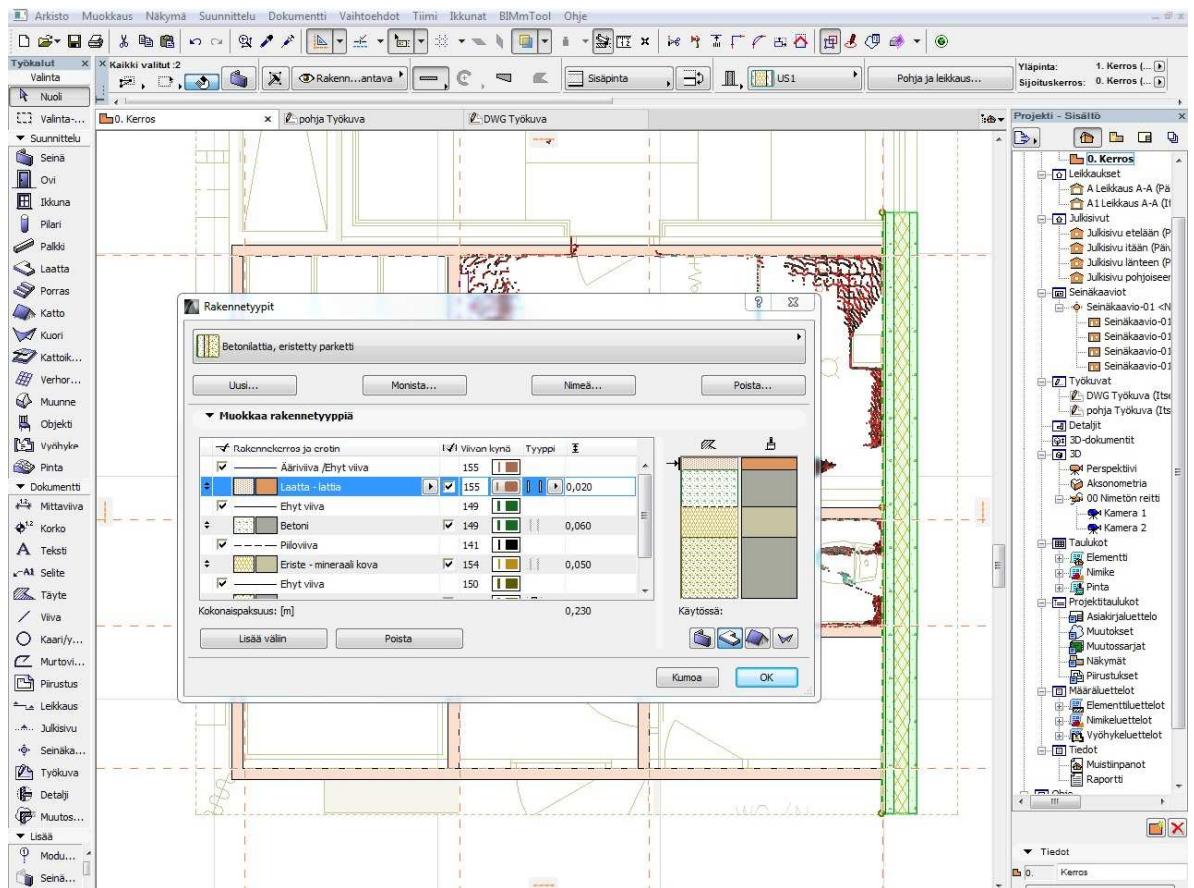
Kuva 31. Oranssit katkoviivat apuviivoja (Hämäläinen 2016)



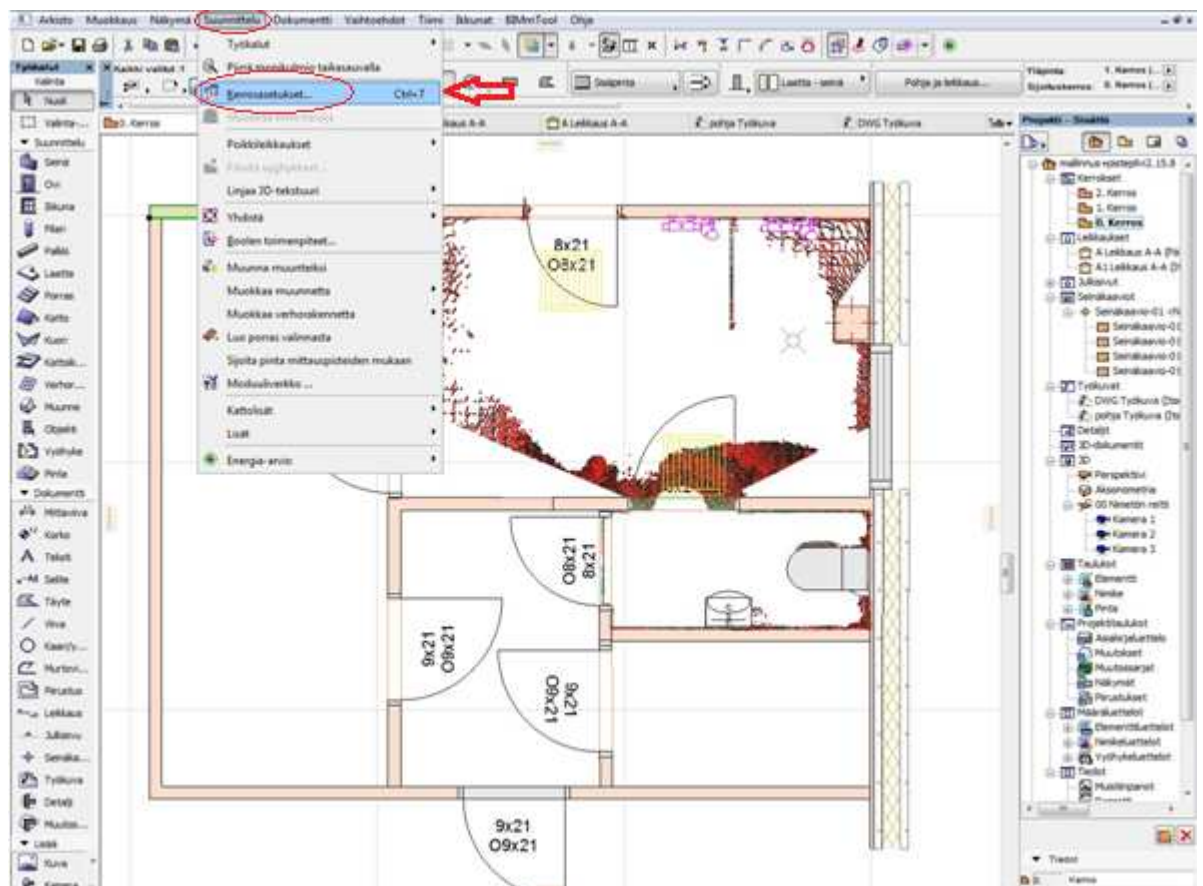
Kuva 32. Seinien mallinnus (Hämäläinen 2016)



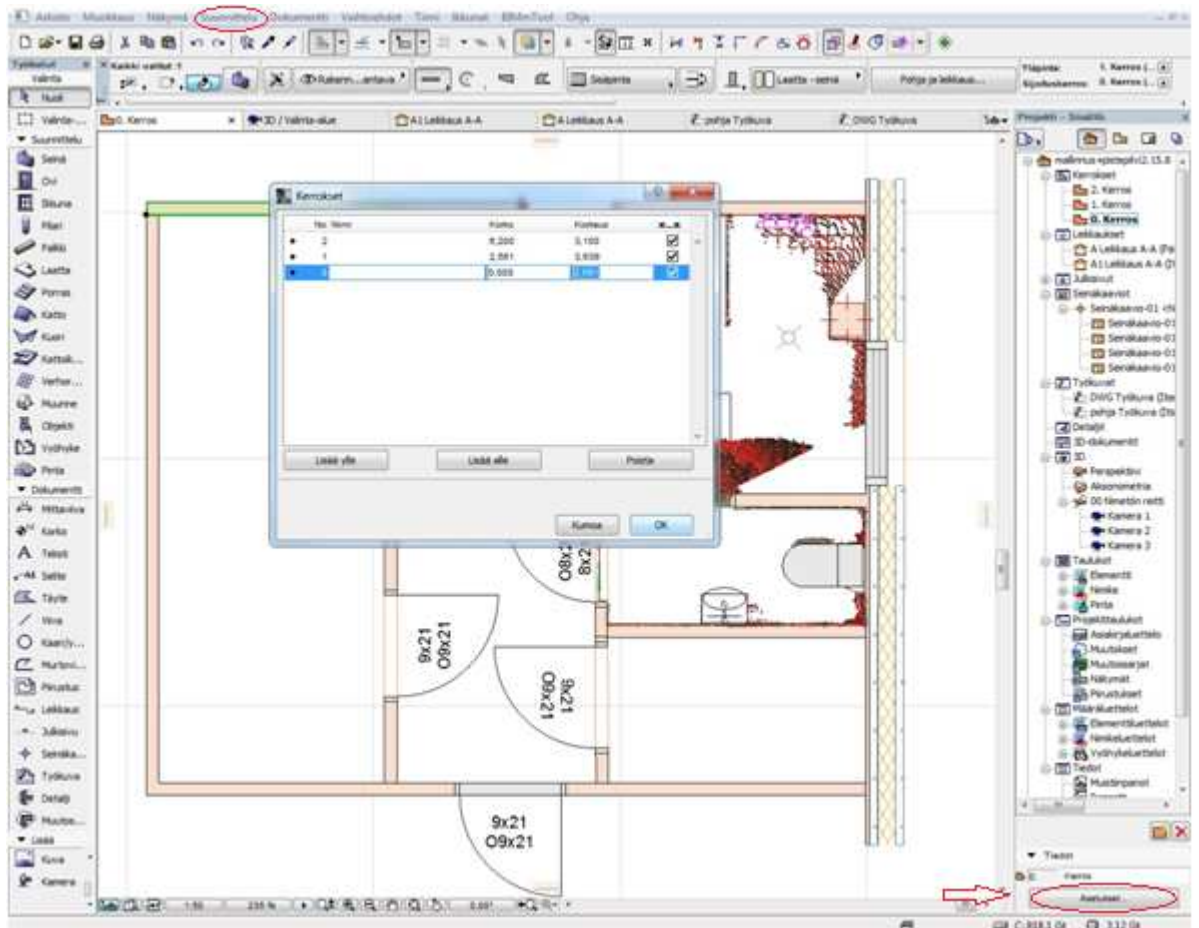
Kuva 33. Rakennetyypit-valikko (Hämäläinen 2016)



Kuva 34. Rakennetyyppien muokkaus (Hämäläinen 2016)



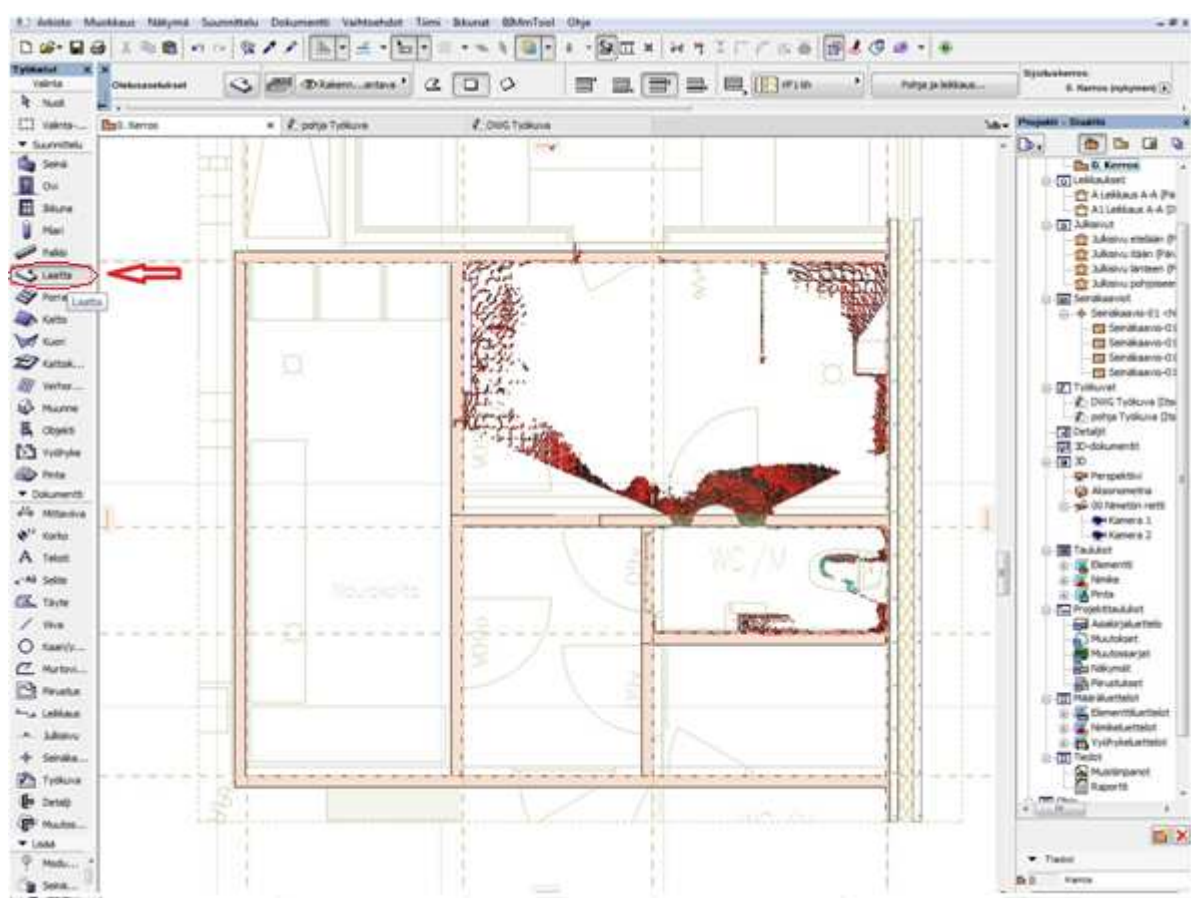
Kuva 35. Kerrosasetusten-valikko (Hämäläinen 2016)



Kuva 36. Kerrosasetusten muokkaus (Hämäläinen 2016)

5.2.4 Lattian ja katon mallintaminen

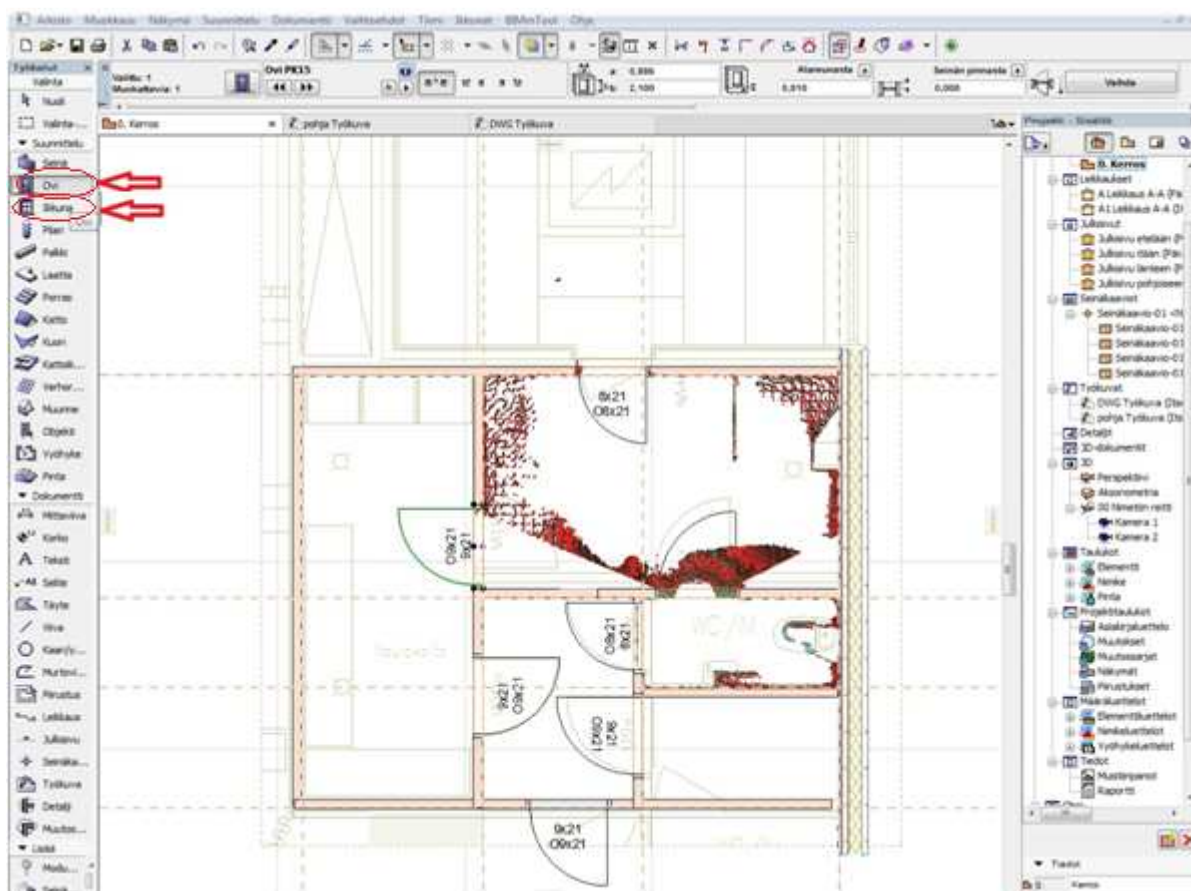
Lattia ja sisäkatto mallinnetaan Laatta-työkalulla (kuva 37). Alakaton ja yläpohjan välissä on aina tilaa, koska märkätilojen alakatto on alaslaskettu. Väliin jäävä tila pitää arvioida tai mitata erikseen, todellinen tila nähdään vasta yleensä purkuvaiheessa. Lattioissa on viemäreihin kaadot, nämä tulee mitata pilvestä erikseen ja merkitä malliin. Niin opinnäytetyön esimerkkikohteessa, kuin oikeassa saneerauskohteessakin, tehdään raja-eritys erityisen tarkasti märkätiloihin, siksi mallinnuslinjat ovat sisäseinissä ulkopinnassa ja ulkoseinissä sisäpinnassa. Myös välipohjan, eli lattian ja sisäkaton rakennekerrokset lisätään edellä mainitussa osiossa aiemmin esitetyn kuvan (kuva 34) mukaan.



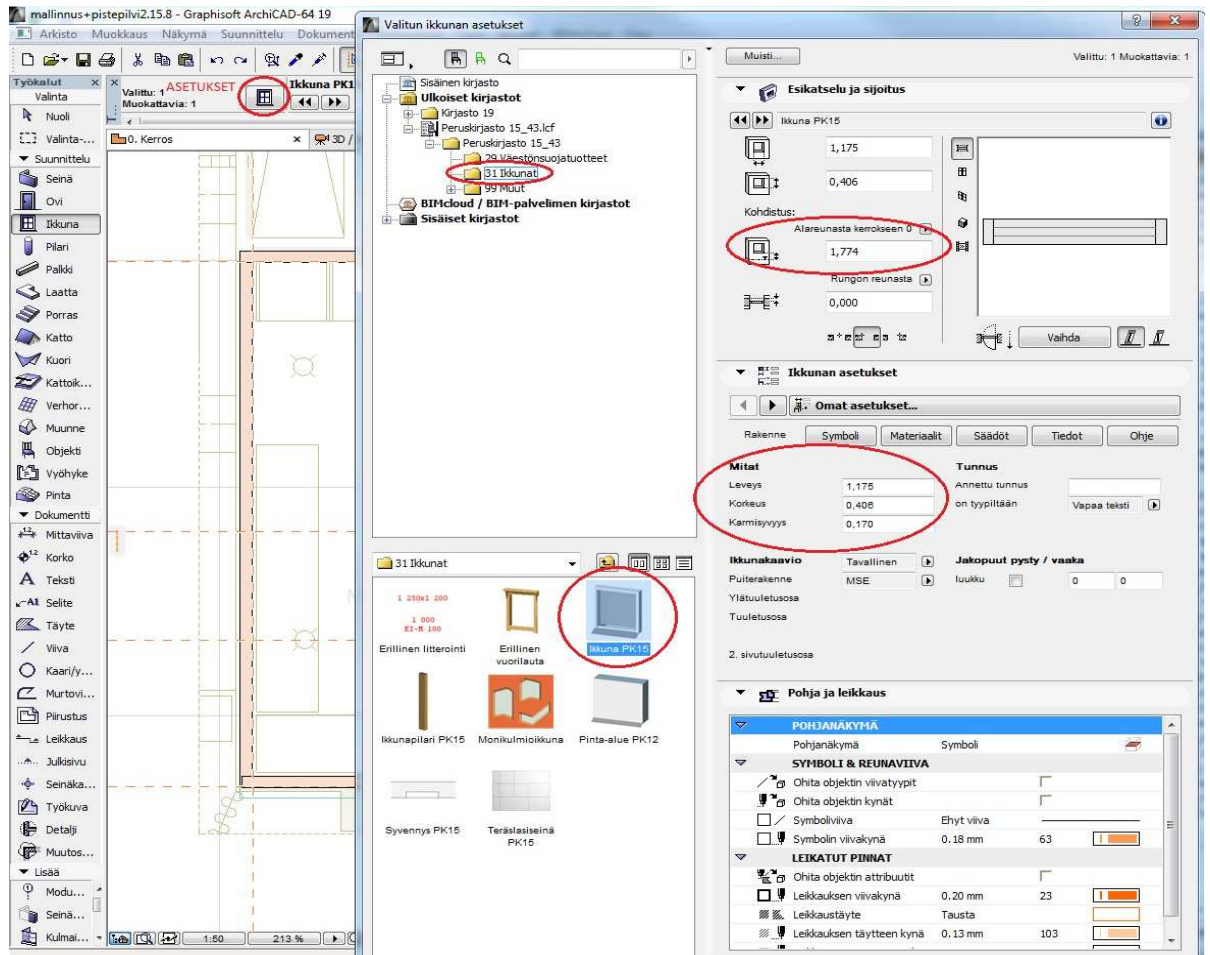
Kuva 37. Lattia-valikko (Hämäläinen 2016)

5.2.5 Ovien ja ikkunoiden mallintaminen

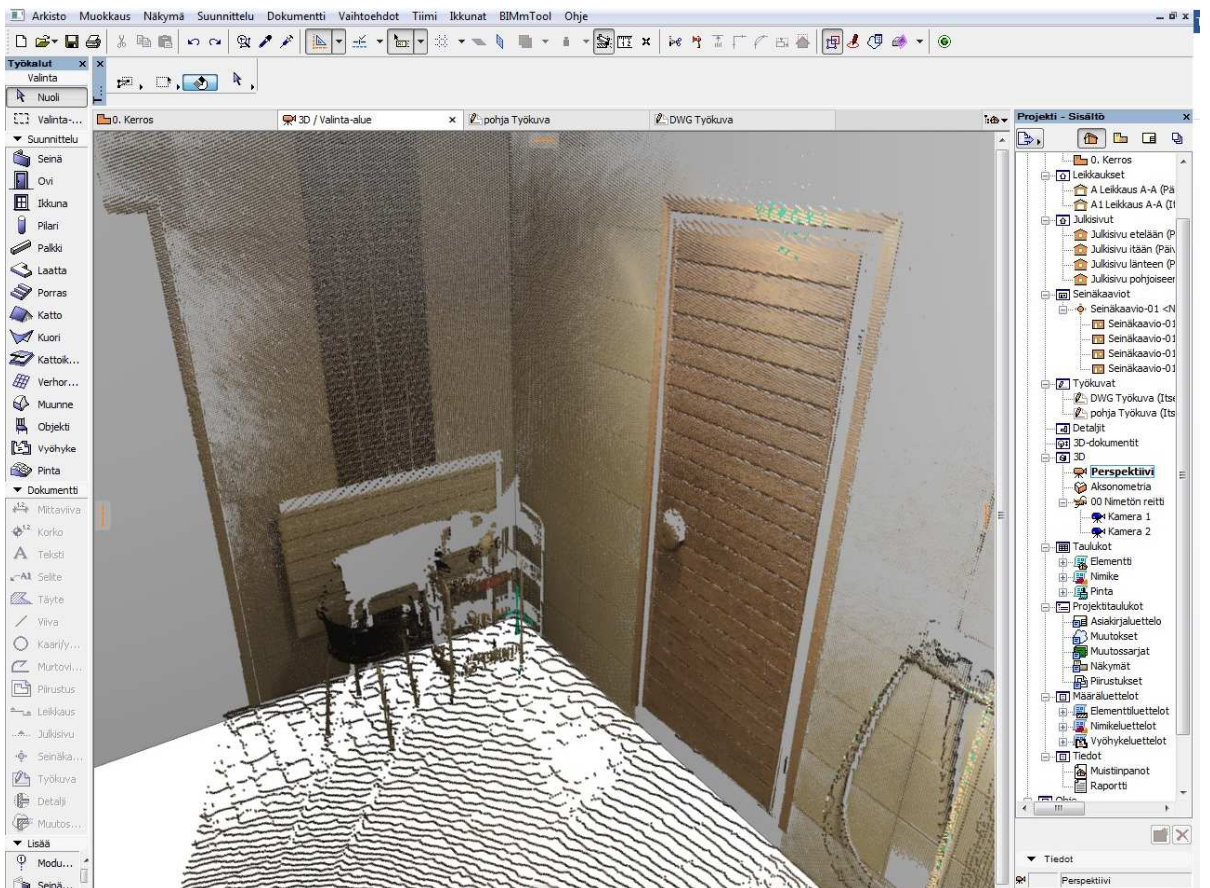
Ikkunat ja ovet lisätään vasemmalta työkalupalkista omista painikkeistaan (kuva 38). Ikkunoiden ja ovien paikat sekä leveys- ja korkeusmitat voidaan mitata pistepilvestä suoraan, ilman erikseen otettuja valokuvia tai mittoja. Ikkunoiden ja ovien tietoja muokataan valitun ikkunan asetuksista (kuva 39). 3D-näkymässä (kuva 40) voidaan nähdä ovet selvästi ja siitä voidaan mitata ovien tarkat paikat mittatyökalulla, jonka saa painamalla m-näppäintä 3D-näkymässä (kuva 41).



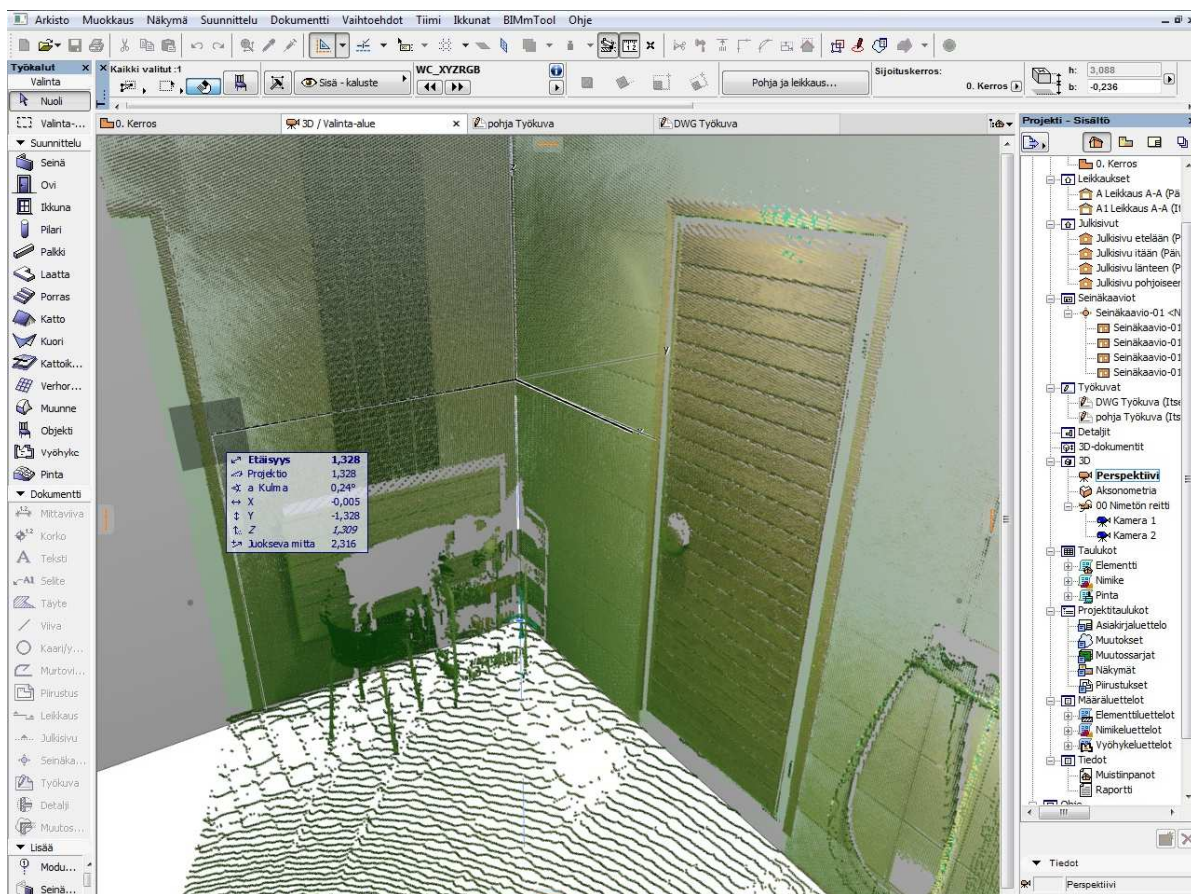
Kuva 38. Ovien ja ikkunoiden lisääminen (Hämäläinen 2016)



Kuva 39. Ikkunan asetusten muuttaminen (Hämäläinen 2016)



Kuva 40. 3D-näkymä pistepilven sisältä (Hämäläinen 2016)

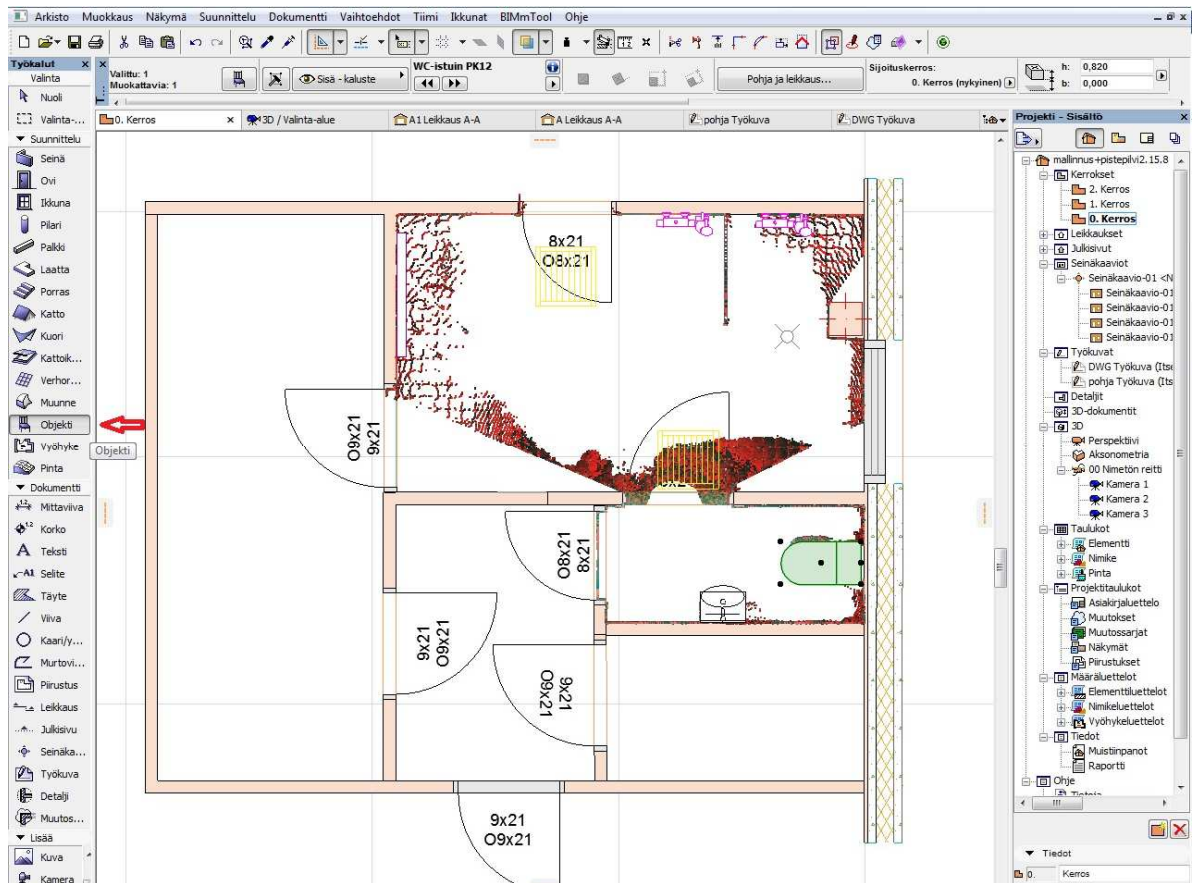


Kuva 41. Mittojen otto (Hämäläinen 2016)

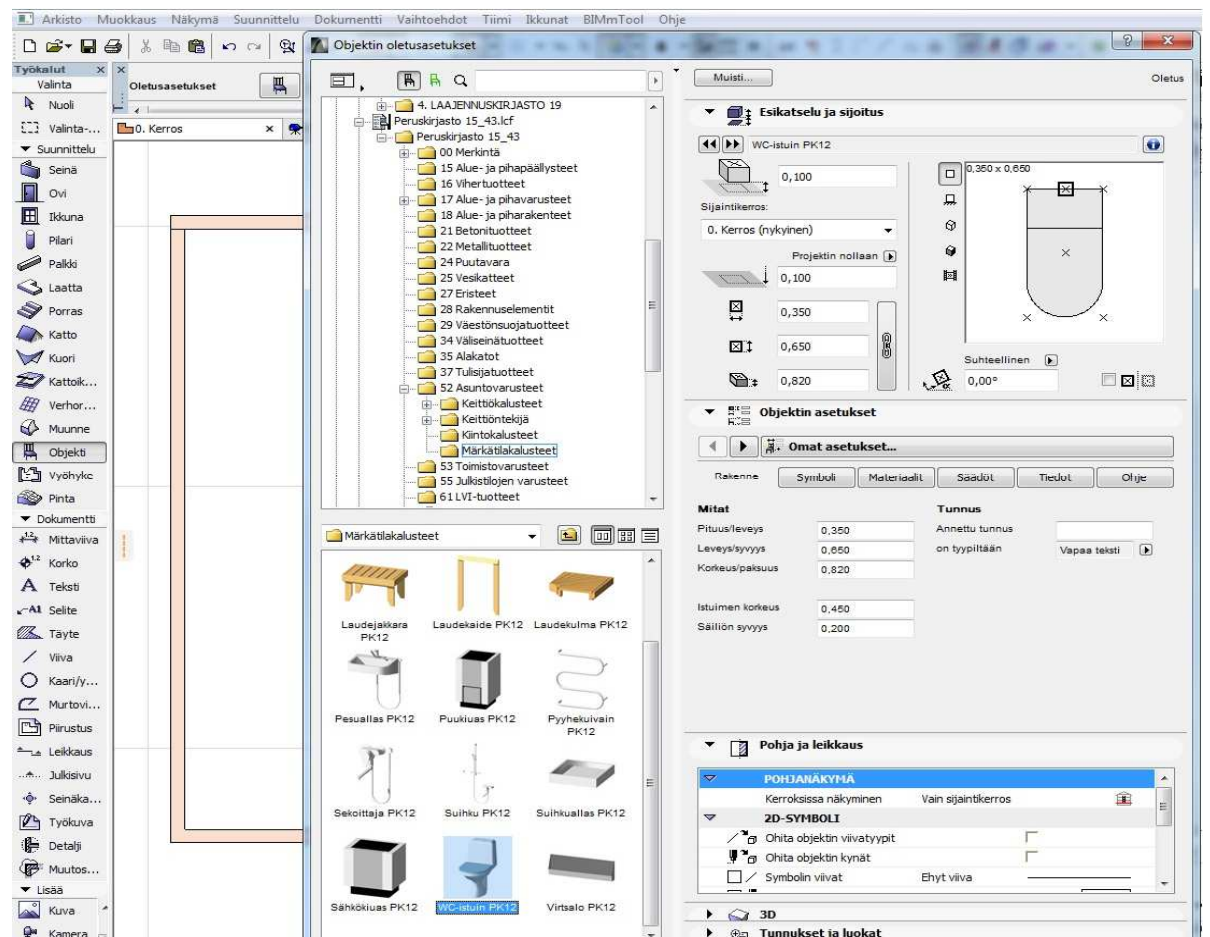
5.2.6 Kalusteiden mallintaminen

Kalusteet tulee sijoittaa tähän malliin niiden oikeille paikoille.

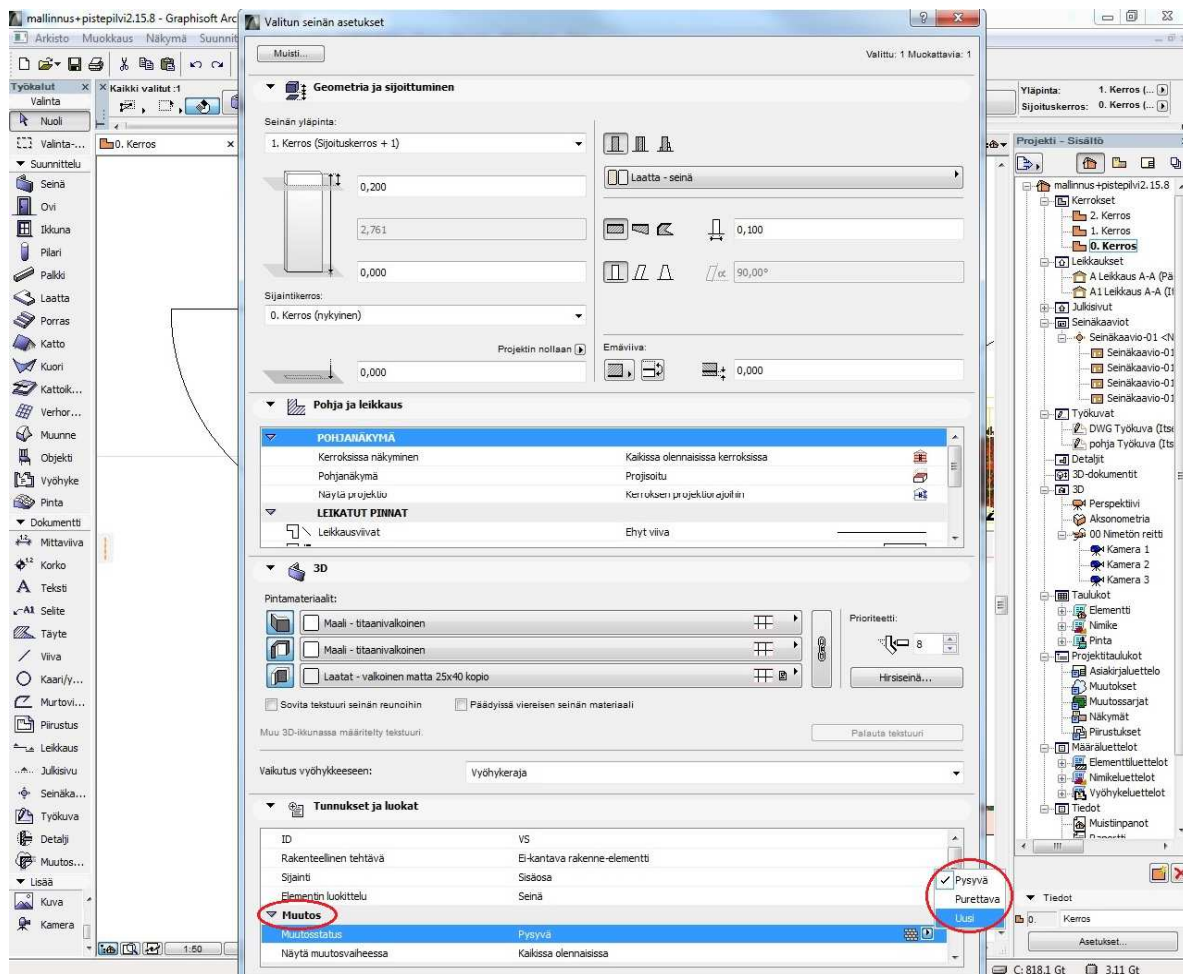
Pohjakuvassa pistepilvestä nähdään kalusteiden paikat ja mitat, kalusteet ovat näin ollen helppo sijoittaa omille paikoilleen, korkeudet voidaan mitata 3D-näkymässä. Kalusteet lisätään malliin Objekti-työkalun kautta (kuva 42). Avataan objektin oletusasetukset ja valitaan tarvittava objekti, tässä esimerkissä on valittu peruskirjasto 15:sta märkätilakalusteista WC-istuin (kuva 43), lisäämisen yhteydessä tai sen jälkeen muutetaan objektin asetuksista mitat oikeanlaisiksi. Objektia lisätessä merkitään jokaiseen oveen, ikkunaan, kalusteeseen ja seinään ovatko ne pysyviä, muutetaanko vai puretaanko rakennusosa. Mallintaessa valitaan esimerkiksi seinä, jonka asetuksista muutetaan seinälle määriteltävä tila (kuva 44). Tunnukset ja luokat kohtaan syötetään tiedot jotka kulkevat IFC-mallin mukana.



Kuva 42. Objektin lisääminen (Hämäläinen 2016)



Kuva 43. Objekti asetukset (Hämäläinen 2016)



Kuva 44. Tunnukset ja luokat valikko (Hämäläinen 2016)

5.3 Suunnittelun lähtötietomalli

Kun lähtötietomalli on valmis, siirrytään ehdotussuunnitteluvaiheeseen, jossa käydään läpi erilaisia suunnitelmia ja ratkaisuja. Tämän jälkeen arkkitehti suunnittelee ja mallintaa rakennuksen sisä- ja ulkopuolen projektissa vaadittavalla tarkkuudella. Arkkitehdin tekemät suunnitelmat ovat tilamalleja, joista selviää tilojen käyttötarkoitukset ja pinta-alat. IFC-mallin avulla voidaan arkkitehdin suunnitelmien pohjalta tutkia toimivia ja kannattavia vaihtoehtoja myös muiden suunnittelualojen välillä. Lisäksi tehtyjen suunnitelmien pohjalta voidaan arvioida investointikustannuksia ja laskea määrälaskentaa. Luonnossuunnitelmien avulla voidaan lisäksi havainnollistaa asiakkaalle rakennuksessa tapahtuvaa muutosta etukäteen. (YTV osa 3). Kuvia inventointimallista, joka toimii suunnittelun lähtötietomallina, liitteessä (LIITE 7).

6 LOPPUTULOKSET JA YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää korjausrakennuskohteen mittaus- ja inventointitietojen keräämismenetelmiä. Korjausrakennuskohteissa tarkkojen mitta- ja inventointitietojen kerääminen on erityisen tärkeää. Mittausten tekeminen laserkeilaamalla on nopeaa ja tehokasta. Menetelmästä saatava hyöty on työssä tehtyjen tutkimusten perusteella paljon kattavampaa kuin vertailtavilla menetelmillä. Koska pistepilven tuonti *ArchiCAD*-ohjelmaan onnistuu, on siitä myös suuri hyöty suunnittelijalle. Arkkitehti voi mallintaa suoraan pistepilvestä tarkoilla mittatiedoilla.

Opinnäytetyö antaa yritykselle mietittävää nykyiseen lähtötietojen keräämisprosessiin. Vaikka opinnäytetyö on tehty vain esimerkkikohteesta, antaa se osviittaa sille, miten laserkeilauksesta voitaisiin hyötyä samalla säästämällä aikaa ja rahaa. Työn kautta nähdään arkkitehtisuunnittelun lähtötietojen keräämisprosessin laajuus. Lisäksi siinä on nähtävissä esimerkkejä ratkaistaviin ongelmiin, joita korjausrakennuskohteen tietojen keräämiseen liittyy.

Työskentelyn alussa haastavinta oli löytää oikea tapa jolla aloittaa ongelman tutkiminen. Aluksi opinnäytetyöntekijän tekemät nurkkapistekoiden mittaukset sekä yrityksen työntekijöiden omalla tyyllillään ottamat mitat ja kuvat, sekä vanhat piirustukset olivat ainoana pohja työlle. Työ alkoi edetä, kun selvitettiin lähistöllä toimivia mittauksia tekeviä yrityksiä. Kaikeksi onneksi SGM Consulting Oy oli mielellään apuna ja mukana opinnäytetyön toteutuksessa. Laserkeilausmittausten jälkeen aloitettiin mittaustulosten käsittelyn tutkiminen. Tässä kohtaa tiedon kerääminen ja jatkokäsittelyn erilaisten tapojen selvittäminen veivät taas aikaa, mutta lopulta löydettiin sopivin tapa jatkokäsittelylle.

Opinnäytetyön myötä saatiin yrityksen käyttöön paljon uutta tietoa sisätilojen laserkeilauksesta sekä siitä saatavien tulosten jatkokäsittelystä. Lisäksi työtä tehdessä opittiin, miten laserkeilattua aineistoa voidaan käyttää suunnittelun lähtötietoina. Työssä löydettiin tapoja, joiden avulla pistepilvestä mallintaminen *ArchiCAD*-ohjelmalla onnistuu. Tässä opinnäytetyössä tutkittuja tietoja tilaaja yritys voi hyödyntää tulevaisuuden projekteissa.

Tilaaja yrityksen tavoitteena olisi lähitulevaisuudessa kokeilla mittausten tekoa laserkeilauksen avulla oikeassa kohteessa, jotta siitä saatava hyöty sekä siitä koituvat todelliset kustannukset selviäisivät. Kokeilu toteutettaisiin yhteistyössä LVIS-suunnittelijoiden kanssa, jotka ovat tulossa mielellään mukaan kehittämään nykyisiä tekniikoita uudempaan suuntaan. (LVIS-palaveri.)

Laserkeilaus on sisätilojen mittausmenetelmänä vielä varsin tuntematon menetelmä monelle suunnittelutoimistolle. Menetelmä on toki käytössä jo mitausten tekemiseen, kuitenkin enimmäkseen käyttö on rajoittunut ulkotiloihin ja sisätilojen mitausten tekeminen on vielä aika vähäistä. Mittausmenetelmän toteutuksessa on vielä muutamia kysymyksiä, esimerkiksi suunnittelutoimistolle selvittäväksi jää, onko sisätilojen laserkeilaus kannattavaa siitä koituvien todellisten kustannusten ja keilaustuloksista saatavan hyödyn kautta ajateltuna. Mallintamisen näkökulmasta ajateltuna voidaan miettiä, mitä kannattaa mallintaa ja mikä on tarvittava mallinnustarkkuus. Laserkeilauksen käyttö myös sisätiloissa on yleistymässä. Uskoisin, että 5-10 vuoden päästä tätä menetelmää käytetään nykyistä enemmän ja sen kustannukset tulevat laskemaan kysynnän kasvaessa. Teknologian jatkuvan kehityksen myötä myös mittaus- ja mallinnustekniikat kehittyvät. Esimerkkinä teknologian tulevaisuuden kehittymisestä on virtuaalitodellisuus sekä lisätty todellisuus, joiden avulla voidaan tarkastella muun muassa vielä suunnitteluvaiheessa olevia kohteita remontoitavassa tilassa 3D-lasien avulla. (Virtuaalimaailma)

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

ARCHICAD-OPAS [verkkoaineisto]. [viitattu] Saatavissa: [Sormunen & Timonen Oy](#)

ARCHIMAD [Julkaisu 3/2015]. [viitattu 2016-09-12]

AUTODESK.COM [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-10-10] Saatavissa: <http://www.autodesk.com/>

KAUTTO, Marjo [Tiedonanto]. [Sormunen & Timonen Oy](#)

KOKKONEN, Joonas [Tiedonanto]. [Sormunen & Timonen Oy](#)

LVIS-palaveri. Muistio 2016-06-20 [palaveri] Saatavissa: [Sormunen & Timonen Oy](#)

MAD.FI[verkkoaineisto]. [viitattu 2016-09-12] Saatavissa: <http://mad.fi/>

RAPIDTABLES.COM web, color, rgb color [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-10-10] Saatavissa: http://www.rapidtables.com/web/color/RGB_Color.htm

RAKENNUSTEOLLISUUS.FI, tietoa alasta, korjausrakentaminen [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-09-05] Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Korjausrakentaminen1/>

RIL.FI, ALAN KEHITTÄMINEN, tietomallinnus [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-09-05] Saatavissa: <http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>

SAFA.FI, kestävän suunnittelun sivusto - eko-boxi, korjausrakentaminen [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-09-05] Saatavissa: http://www.safa.fi/fin/safa/kestavan_suunnittelun_sivusto_-_eko-boxi/korjausrakentaminen/

SGM. Yritystiedot [Verkkoaineisto]. Saatavissa: <http://sgmconsulting.fi/>

SORMUNEN&TIMONEN Yritystiedot [Verkkoaineisto]. Saatavissa: <http://www.sortim.fi/>

SORMUNEN&TIMONEN [Valokuva]. Saatavissa: [Sormunen & Timonen Oy](#)

TRIMBLE[verkkoaineisto]. [viitattu 2016-09-05] Saatavissa: http://trl.trimble.com/docu-share/dsweb/Get/Document-348124/022543-261G_TrimbleVX_DS_0613_LR.pdf

ULJONEN, Henri. Pistepilvi [Tiedosto] ja [Tiedonanto]. Saatavissa: [SGM Consulting Oy](#)

VIRTUAALIMAAILMA [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-10-06] Saatavissa: <http://www.virtuaalimaailma.fi/virtuaalitodellisuus-rakentaminen-arkkitehtuuri-suunnittelu/>

VÄISÄNEN, Marja [Tiedonanto]. [Sormunen & Timonen Oy](#)

YTV OSA 1 yleinen osuus versio 1.0 RT 10-11066 [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2016-09-05] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/tuote.html.stx?RANEget=/index/haku&tuote=/108093>

YTV OSA 2 lähtötilanteen mallinnus versio 1.0 RT 10-11067 [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2016-09-05] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/tuote.html.stx?RANEget=/index/haku&tuote=/108094>

YTV OSA 3 arkkitehtisuunnittelu versio 1.0 RT 10-11068 [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2016-09-05] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/tuote.html.stx?RANEget=/index/haku&tuote=/108095>

LIITTEET

LIITE 1: Mallinnustasot

LIITE 2: LVIS-kokousmuistio

LIITE 3: Rakennetyypit

LIITE 4: Tietomalliselostus

LIITE 5: Leica-laserkeilauslaite

LIITE 6: Hintavertailu

LIITE 7: Kuvia mallinnuksesta

LIITE 1. Mallinnustasot

Taso 1

4/9

18.11.2015



TASO 1 - Tilamalli

Tontin mallissa on mallinnettu 3D-pintamalli maaston muodoista ja aluerakenteesta.

11 Alueosat (Tontin malli)	Mallinnustarkoitus
111 Maaosat	3D-pintamalli ja säilytettävä kasvillisuus: määritellään hankekohtaisesti
1111 Rakennusosat (rakennettavat alueet)	
1112 Katuaukeat	
1113 Kanavallit	
1114 Tietyt alueet	
1115 Pankkeerat	
1116 Kuvatuusot	
1117 Erityiset maaosat	
112 Tuennat ja vahvistukset	
1121 Pylväät	
1122 Tuennat	
1123 Vahvistukset	
1124 Erityiset tuennat ja vahvistukset	
113 Päälysteet	
1131 Ihminenluokkien päälysteet	
1132 Pankkiosuhteiden päälysteet	
1133 Oskkoku- ja leikkikenttien päälysteet	
1134 Kasvillisuus (ja kasvustot)	
1135 Erityisalueiden päälysteet	
114 Alueen varusteet	
1141 Talonvarusteet	
1142 Oskkokuvarusteet	
1143 Leikkikenttövarusteet	
1144 Alueoppilait	
1145 Erityiset aluevarusteet	
115 Alueen rakenteet	
1151 Pihavarusteet	
1152 Pihakatekivet	
1153 Aikat ja tukimuurit	
1154 Alueen portaat, laukat ja terasit	
1155 Alueen pyörittötrakanteet	
1156 Erityiset alueen rakenteet	
12 Talo-osat	
121 Perustukset	
1211 Antarak (rakennemallin perusteella)	
1212 Perustusrak, perustoparit ja perustoparit (ulkopuolella pintarakenteilla)	
1213 Erityiset perustukset	
122 Alapohjat	Määritellään hankekohtaisesti
1221 Alapohjajalat	
1222 Alapohjajanaalit (ja alapohjan täydentävät rakennusosat)	
1223 Erityiset alapohjat	
123 Runko	Määritellään hankekohtaisesti
1231 Väestösuojat	
1232 Kantavat seinät	
1233 Pilarit	
1234 Palkit	
1235 Välipohjat (välipohjarekenteet)	
1236 Yläpohjat (yläpohjarekenteet)	
1237 Runkoportaat	
1238 Erityiset runkorakenteet	
124 Julkisivut	
1241 Ulkoseinät	Mallinetaan ilman yksityiskohtia
1242 Ikkunat	Mallinetaan ilman karmijaksia
1243 Ulko-övet	Mallinetaan ilman yksityiskohtia
1244 Julkisivuvarusteet	
1245 Julkisivun lauterakenteet	
125 Ulkotasot	Määritellään hankekohtaisesti
1251 Parvekkeet	
1252 Katokset (ja niiden rakenteet)	
1253 Erityiset ulkotasot	
126 Vesikatot	
1261 Vesikattorakenteet	
1262 Päystöalakat	
1263 Vesikatteet (aluskattoiveen)	Mallinetaan
1264 Vesikattovarusteet	
1265 Lasikattorakenteet	
1266 Karttakunnat ja kiskut	
1267 Erityiset vesikatkorakenteet	

13 Tilat	
131 Tilan jako-osat	
1311 Väliseinät (kevyet)	
1312 Lasiseinät	
1313 Erityisvälineet	
1314 Kattoet	
1315 Väliseinät	
1316 Erityisvälineet	
1317 Tilaportaat ja lepotaacet	
1318 Erityiset tilajako-osat	
132 Tilapinnat	
1321 Lattioiden pintarakenteet	
1322 Lattiapinnat	
1323 Sisäkattorakenneet	
1324 Sisäkattopinnat	
1325 Seinien pintarakenteet	
1326 Seinäpinnat	
1327 Erityiset tilapinnat	
133 Tilavarusteet	
1331 Välikäsitökalusteet	
1332 Erityiskäsitökalusteet	
1333 Varusteet	
1334 Välikalusteet	
1335 Tilapöydät	
1336 Erityiset tilavarusteet (esim. saniteettikalusteet ja varusteet)	Määritellään hankkoehteisesti
134 Muut tilat	
1341 Hoitotilat ja kulkurakenteet (esim. hoitotilajen portaat ja akeleimat)	
1342 Tuulijat ja savunpoimit	
1343 Muut erityiset tilat	
135 Tilaelementit (kevyet)	
1351 Kylvyhuone-elementit	
1352 Kylmähuone-elementit	
1353 Saunaelementit	
1354 Talotekniikan tilaelementit	
1355 Hormielementit	
1356 Erityiset tilaelementit	
2 Tekniikkaosat	
21 Putkiosat	
22 Ilmanvaihto-osat	
23 Sähköosat	
24 Tiedonsiirto-osat	
25 Laitteet, yleensä	
251 Siirtolaitteet	
2511 Pöydät	
2512 Kallotimet	
2513 Erityiset siirtolaitteet	
252 Tilalaitteet	
2521 Keittolaitteet	
2522 Pesukalusteet	
2523 Viestiväyryslaitteet	
2524 Aluslaitteet	
2525 Erityiset tilalaitteet	
9 Laajuustiedot	
91 Ohjelma-ajat	
911 Rakennusajan ohjelma-ajat	
9111 Alueen ohjelma-ajat	
9112 Rakennuksen ohjelma-ajat	
9113 Tilojen ohjelma-ajat	
912 Tekniikkaosan ohjelma-ajat	
92 Alueiden pinta-ajat	
921 Torstien alaj	
922 Korttelien alaj	
923 Rakennusalue	
924 Ukkonauha	
929 Erityiset alueiden pinta-ajat	
93 Rakennuksen kokonaisajat	
931 Bruttoajat	
932 Karmotusajat	
933 Huoneistojen alaj	
934 Tärylumen alaj	
935 Huoneajat	Mallinnetaan, tiloihin liitetään tilatunnisteet ja määritellyt inventointitiedot
9351 Alle 1000 mm korkeat huoneajat	
9361 Ruokarakennusajan alaj	
9362 Etukantavien rakennusajan alaj	
94 Osastot	
9411 Palo-osastojen alaj	
95 Tilavuudet	
95 Rakennusten tilavuus	

TASO 2 - Rakennusosamalli

Tilallisia on mallinnettuna rakennuksen ulkovaippa ilman yksityiskohtia ja tilat tilaobjekteina tilatietoiheen.

Fin-Talot 2005 -merkintä	Mallinnusmerkintä
11 Alueosat (Tontin malli)	3D-pintamalli ja silytettävä kasvillisuus: Mallinnetaan
111 Maaosat	
1111 Raivausosat (rakennettavat alueet)	Mallinnetaan
1112 Kaloerot	
1113 Kanaalit	
1114 Täyttöosat	
1115 Pöydäteet	
1116 Makuuolosat	
1117 Erityiset maaosat	
112 Tuennat ja vahvistukset	
1121 Paalut	
1122 Tuennat	
1123 Vahvistukset	
1124 Erityiset tuennat ja vahvistukset	
113 Päällysteet	
1131 Tilialuealueiden päällysteet	
1132 Palkkialueiden päällysteet	
1133 Oleskelu- ja leikkialueiden päällysteet	
1134 Kasvillisuus (ja kasvustukset)	
1135 Erityisalueiden päällysteet	
114 Alueen varusteet	
1141 Talovarusteet	
1142 Oleskeluvarusteet	
1143 Leikkivarusteet	
1144 Aluevarusteet	
1145 Erityiset aluevarusteet	
115 Alueen rakenteet	Mallinnetaan
1151 Pihavarastot	
1152 Pihakatokset	
1153 Aidat ja tukimuurit	
1154 Alueen portaat, luiskat ja terassit	
1155 Alueen pysäköintirakenteet	
1156 Erityiset alueen rakenteet	
12 Talo-osat	
121 Perustukset	
1211 Anturat (rakennemallin perusteella)	
1212 Perusmuuri, peruspilari ja peruspalkit (ulkopuolella pintarakenteilla)	
1213 Erityiset perustukset	
122 Alapohjat	
1221 Alapohjakaatat	Mallinnetaan näkyviltä osin
1222 Alapohjajäkälät (ja alapohjan täydentävät rakennusosat)	Määritellään hankekohtaisesti
1223 Erityiset alapohjat	
123 Runko	Mallinnetaan näkyviltä osin ilman yksityiskohtia
1231 Väestösuojat	
1232 Kantavat seinät	
1233 Pilarit	
1234 Palkit	
1235 Välipohjat (välipohjarakenteet)	
1236 Yläpohjat (yläpohjarakenteet)	
1237 Runkoportaat	
1238 Erityiset runkorakenteet	
124 Julkisivut	
1241 Ulkoseinät	Mallinnetaan ilman yksityiskohtia
1242 Ikkunat	Mallinnetaan karmeineen ja puitteineen
1243 Ulko-ovet	Mallinnetaan karmeineen
1244 Julkisivuvarusteet	
1245 Julkisivun lasirakenteet	
125 Ulkotasot	Mallinnetaan
1251 Parvekkeet	
1252 Katokset (ja niiden rakenteet)	
1253 Erityiset ulkotasot	
126 Vesikatot	
1261 Vesikattorakenteet	Mallinnetaan yksinkertaisesti
1262 Näyteläpöydät	
1263 Vesikatteet (aluskattienään)	Mallinnetaan
1264 Vesikattovarusteet	
1265 Lasikattorakenteet	Mallinnetaan
1266 Kattoikkunat ja luukut	Mallinnetaan
1267 Erityiset vesikattorakenteet	

13 Tilat	
131 Tilan jako-osat	Mallinetaan ilman yksityiskohtia
1311 Väliseinät (kevyet)	
1312 Lasiväliseinät	
1313 Erityisväliseinät	
1314 Kaiteet	
1315 Väliovet	
1316 Erityisovet	
1317 Tilaportaat ja lepotasot	
1318 Erityiset tilajako-osat	
132 Tilapinnat	
1321 Lattioiden pintarakenteet	
1322 Lattiapinnat	
1323 Sisäkattorakenteet	Mallinetaan ilman yksityiskohtia
1324 Sisäkattopinnat	
1325 Seinien pintarakenteet	
1326 Seinäpinnat	
1327 Erityiset kaapit	
133 Tilavarusteet	
1331 Välikäintokalusteet	Mallinetaan tilavarsuksina
1332 Erityiskäintokalusteet	
1333 Varusteet	
1334 Välikalusteet	
1335 Tilaportteet	
1336 Erityiset tilavarusteet (esim. seinäkalusteet ja -varusteet)	Mallinetaan tilavarsuksina
134 Muut tilat	
1341 Hoitotilat ja kulkuvälineet (sisäisten hoitotilojen portaat ja eskinit)	
1342 Tulisijat ja savuhormit	Mallinetaan näkyviltä osin ulkopuolelta
1343 Muut erityiset tilat	
135 Tilaelementit (kevyet)	
1351 Kylpyhuone-elementit	
1352 Kylmähuone-elementit	
1353 Saunaelementit	
1354 Talotekniikan tilaelementit	
1355 Hormielementit	
1356 Erityiset tilaelementit	
2 Tekniikkaosat	
21 Putkiosat	
22 Ilmanvaihto-osat	
23 Sähköosat	
24 Tiedonsiirto-osat	
25 Laiteosat, yleensä	
251 Siirtolaitteet	Mallinetaan tilavarsuksina
2511 Hissit	
2512 Kujettimet	
2513 Erityiset siirtolaitteet	
252 Tilalaitteet	
2521 Keittiölaitteet	
2522 Pesu- ja astinlaitteet	
2523 Viestintälaitteet	
2524 Alustalaitteet	
2525 Erityiset tilalaitteet	
9 Lajustukset	
91 Ohjelma-asiat	
911 Rakennusosien ohjelma-asiat	
9111 Alueen ohjelma-asiat	
9112 Rakennuksen ohjelma-asiat	
9113 Tilojen ohjelma-asiat	
912 Tekniikkaosien ohjelma-asiat	
92 Alueiden pinta-asiat	
921 Tonttien asiat	
922 Korttelien asiat	
923 Rakennusalue	
924 Liikennesuhteet	
929 Erityiset alueiden pinta-asiat	
93 Rakennuksen kokonaizat	
931 Bruttoala	
932 Kertotasoala	
933 Huoneistojen alat	
934 Tilavalmioiden alat	
935 Huonealat	Mallinetaan, tuloihin liitetään tilatunnitteet ja määritellyt inventointiöhdöt
9351 Alle 1600 mm korkeat huonealat	
9352 Runkorakennusosien alat	
9353 Et-kantavien rakennusosien alat	
94 Osastot	
9411 Pajo-osastojen alat	
95 Tilavuudet	
95 Rakennusten tilavuus	

TASO 3 - Rakennusosamalli

Tason 2 Rakennusosamalli on mallinnuksen perustaso, jossa on mallinnettuna tilat tilasobjekteina tietötoineen ja kaikki rakennusosat.
Tason 3 rakennusosamallissa lisätään mallin tarkkuustasoa koristeaiheilla, varusteilla ja pintarakenteilla.

Wm Talo 2000-nimike	Mallinnusarvot
11 Alueosat (Tontin malli)	3D-pintamalli ja säilytettävä kasvillisuus: Mallinnetaan
111 Maasorat	
1111 Raivausosat (rakennettavat alueet)	Mallinnetaan
1112 Savennot	
1113 Karselit	
1114 Täyttöosat	
1115 Penkeräet	
1116 Kuviteluosat	
1117 Erityiset maasorat	
112 Tuennat ja vahvistukset	
1121 Paakut	
1122 Tuennat	
1123 Vahvistukset	
1124 Erityiset tuennat ja vahvistukset	
113 Päällysteet	
1131 Liikennealuiden päällysteet	
1132 Pakkautusalueiden päällysteet	
1133 Diekkitu- ja teikkialuiden päällysteet	
1134 Kasvillisuus (ja kasvialustat)	
1135 Erityisalueiden päällysteet	
114 Alueen varusteet	
1141 Talovarusteet	
1142 Diekkituvarusteet	
1143 Leikkivarusteet	
1144 Alueopitteet	
1145 Erityiset aluevarusteet	
115 Alueen rakenteet	Mallinnetaan
1151 Pihavarustot	
1152 Pihakatokset	
1153 Aidat ja tukimuurit	
1154 Alueen portaat, luiskat ja terassit	
1155 Alueen pysäköintirakenteet	
1156 Erityiset alueen rakenteet	
12 Talo-osat	
121 Perustukset	
1211 Anturat (rakennemallin perusteella)	
1212 Perusmuuri, peruspiirit ja perusleikit (ulkopuolelta pintarakenteilla)	
1213 Erityiset perustukset	
122 Alapohjat	
1221 Alapohjaleikat	Mallinnetaan näkyviltä osin
1222 Alapohjekanselit (ja alapohjan täydentävät rakennusosat)	Määritellään hankekohtaisesti
1223 Erityiset alapohjat	
123 Runko	Mallinnetaan näkyviltä osin ilman yksityiskohtia
1231 Vöestönruojuot	
1232 Kantavat seinät	
1233 Pilarit	
1234 Palkit	
1235 Väli- ja välipohjat (välipohjarakenteet)	
1236 Yläpohjat (yläpohjarakenteet)	
1237 Runkoportaat	
1238 Erityiset runkorakenteet	
124 Julkisivut	
1241 Ulkoseinät	Mallinnetaan ilman yksityiskohtia
1242 Ikkunat	Mallinnetaan karmeineen ja puutteineen
1243 Ulko-ovet	Mallinnetaan karmeineen
1244 Julkisivuvarusteet	
1245 Julkisivun lausrakenteet	
125 Ulkotasot	Mallinnetaan
1251 Parvekkeet	
1252 Katokset (ja niiden rakenteet)	
1253 Erityiset ulkotasot	
126 Vesikatot	
1261 Vesikattorakenteet	Mallinnetaan yksinkertaistettuna
1262 Rayttorakenteet	
1263 Vesikatteet (aluskatteineen)	Mallinnetaan
1264 Vesikattovarusteet	
1265 Laakattorakenteet	Mallinnetaan
1266 Kattoikkunat ja lukut	Mallinnetaan
1267 Erityiset vesikattorakenteet	

13 Tilat	Toleranssi on sovitettava hankekohtaisesti.
131 Tilan jako-osat	Mallinnetaan yksityiskohtineen
1311 Väliseinät (kevyet)	
1312 Laskiseinät	
1313 Erityisväliseinät	
1314 Käsitteet	
1315 Väliovet	
1316 Erityisovet	
1317 Tilaportaat ja lepotasot	
1318 Erityiset tilajako-osat	
132 Tilapinnat	Mallinnetaan yksityiskohtineen
1321 Lattioiden pintarakenteet	
1322 Lattiapinnat	
1323 Sisäkattorakenteet	
1324 Sisäkattopinnat	
1325 Seinien pintarakenteet	
1326 Seinäpinnat	
1327 Erityiset tilapinnat	
133 Tilavarusteet	Mallinnetaan tilavaruksina
1331 Väkiokiintokalusteet	
1332 Erityisikiintokalusteet	
1333 Varusteet	
1334 Väkiolaitteet	
1335 Tilapöydät	
1336 Erityiset tilavarusteet (esim. saniteettikalusteet ja -varusteet)	
134 Muut tilat	
1341 Hoitotasot ja kulkurakenteet (sisäisten hoitotasojen portaat ja askelmat)	Mallinnetaan
1342 Tulijäät ja savuhormit	Mallinnetaan näkyviltä osin ulkopuolelta
1343 Muut erityiset tilat	
135 Tilaelementit (kevyet)	
1351 Kipsituone-elementit	
1352 Kipsivälinelementit	
1353 Saunaelementit	
1354 Talonrakennuksen tilaelementit	
1355 Hormielementit	
1356 Erityiset tilaelementit	
2 Tekniikkaosat	Toleranssi on sovitettava hankekohtaisesti.
21 Purkiosat	Määritellään hankekohtaisesti
22 Ilmanvaihto-osat	Määritellään hankekohtaisesti
23 Sähköosat	Määritellään hankekohtaisesti
24 Tiedonsiirto-osat	
25 Laiteosat, yleensä	Määritellään hankekohtaisesti
251 Siirtolaitteet	Mallinnetaan tilavaruksina
2511 Hissit	Hiszikulun mittaus ja mallinnus
2512 Kuljettimet	
2513 Erityiset siirtolaitteet	
252 Tilalaitteet	
2521 Keittiölaitteet	
2522 Pesu- ja WC-laitteet	
2523 Viestintälaitteet	
2524 Alustalaitteet	
2525 Erityiset tilalaitteet	
9 Laskutiedot	
91 Ohjelma-ajat	
911 Rakennusajan ohjelma-ajat	
9111 Alueen ohjelma-ajat	
9112 Rakennuksen ohjelma-ajat	
9113 Tilojen ohjelma-ajat	
912 Tekniikkaosan ohjelma-ajat	
92 Alueiden pinta-ajat	
921 Tonttien ajat	
922 Korttelien ajat	
923 Rakennusalue	
924 Liikennealue	
925 Erityiset alueiden pinta-ajat	
93 Rakennuksen kokonaisajat	
931 Bruttoajat	
932 Kierrosajat	
933 Huoneistojen ajat	
934 Tilayhtymien ajat	
935 Huoneajat	Mallinnetaan, tiloihin liitetään tilatunnisteet ja määritellyt inventointitiedot
9351 Alle 1600 mm korkeat huoneajat	
9352 Kulkurakennusosan ajat	
9353 Eri-kerrosten rakennusosan ajat	
94 Osastot	
9411 Osastojen ajat	
95 Tilavuudet	
95 Rakennuksen tilavuus	

LIITE 2. LVIS-kokousmuistio



SORMUNEN & TIMONEN
ARKKITEHTI- JA RAKENNESUUNNITTELU

OPINNÄYTETYÖ KATJA HÄMÄLÄINEN | 3742

Korjauskohteen mittaus ja tietomallintaminen LVIS-palaveri

Aika	16.06.2016 klo 9:30 – 11:00	
Paikka	Sormunen & Timonen Oy, kokoushuone	
Osallistujat	Joona Kokkonen	Sormunen & Timonen Oy
	Marja Väisänen	Sormunen & Timonen Oy
	Ilkka Kosonen	AH-Talotekniikka Oy
	Jorma Kauppinen	LVI-Planor Oy

Käsitellyt asiat

3D-mallintaminen

Saneerauskohteen suunnitteleminen mallintamalla karsii suunnitteluvirheitä huomattavasti. Tärkeimpiä tietoja TATE-suunnittelijoiden kannalta ovat seinien sijainnit ja paksuudet. LVI-suunnittelijalle seinien lisäksi merkittäviä tietoja ovat **päätelaitteiden, hormien ja huolto-luukkujen sijainnit**. Sähkösuunnittelija joutuu hyvin todennäköisesti käymään pistorasiat ja katkaisijat läpi paikan päällä, koska ne ovat usein jonkin kalusteen takana. Myös **korkotiedot** ovat tärkeitä, sillä reittejä ja läpivientejä suunniteltaessa on tiedettävä mistä kohdasta tekniikka mahtuu kulkemaan tiettyyn tilaan. Yleensä läpiviennit kulkevat kerroksen yläreunassa ja laatat voivat olla keskenään eri koroissa eri puolilla seinää, varsinkin porrashuoneen ja asuinhuoneiston välillä tai väestönsuojan lähellä.

Pistepilvi

Suurin hyöty pistepilvestä LVI- ja sähkösuunnittelijalle tulee **tarkan arkkitehtimallin kautta**. Tiettyjä asioita, joita ei ole esitetty arkkitehtimallissa, on silloin tällöin syytä tarkistaa pistepilvestä (selainpohjainen sovellus). Pohdinnan lopputuloksena totesimme, että pistepilvi, joka sisältää kaikki huoneet mukaan lukien **porrashuoneet sekä kellarin käytävät ja niiden var-silla olevat tilat** (tähysten avulla yhdistettynä), olisi paras vaihtoehto mittaukselle. Tällöin va-lokuvaus jäisi keilauksesta pois ajan ja rahan säästön vuoksi **ja tarvittavat kuvat otettaisiin suunnittelijakerroksella inventointimallin ollessa lähes valmis**.

Hinta

Hintapohdinta on vietävä projektin alusta loppuun saakka. Keilattu ja mallinnettu hinta voi olla projektin alkuvaiheessa kalliimpi, verrattuna piirtämällä toteutettuun suunnitteluun. Pistepilven pohjalta tehty 3D-malli säästää kuitenkin työmaan aikaisia kustannuksia, kun suunnitteluvirheet ja olevien rakenteiden paksuuden poikkeamisista johtuvat yllätykset vähenevät. Saneerauskohteiden kustannuslaskennassa varaudutaan yleensä 10% lisätyökustannuksiin. Jos lisätyökustannuksista säästetään puolet (5% kaikista kustannuksista), tulee rakentaminen edullisemmaksi, kuin käsin mittaamalla ja piirtämällä toteutettu suunnitelma. On muistettava, että suunnitteluhinta on hyvin pieni osa koko projektiin käytettävästä budjetista.

Markkinointi

Laserkeilausta pitäisi päästä markkinoimaan isännöintifirmoille. Olisi oltava pilottikohde, josta pidettäisiin esitelmä. Projekti voisi olla kuvitteellinen, mutta laajuus olisi hyvä olla normaalin viisikerroksisen asuinkerrostalon luokkaa. Esitelmä pitäisi sisällään vertailukelpoiset faktat hinnoista, hyödyistä ja haitoista.

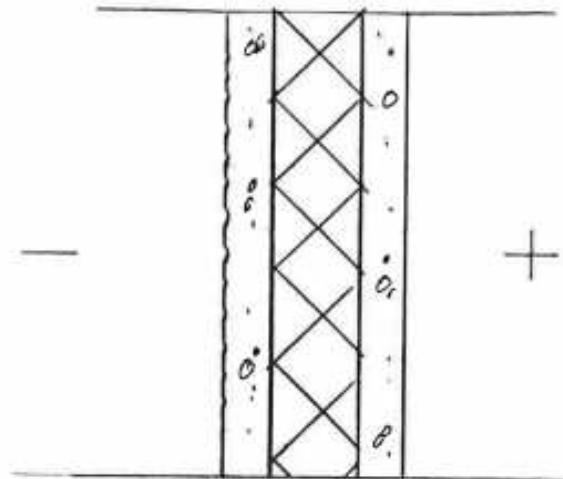
Kokeilu

Voimme kokeilla IFC-tiedostojen käsittelyä tarvittaessa. Pistepilviobjektit eivät taida kulkea IFC-standardissa, joten venttiileiden, valaisinten, kytkimien, ym. mallintamista arkkitehtimalliin on pohdittava. Jos arkkitehtimalli on tarkempi, siitä on etua TATE-suunnittelijoille, mutta kannattaako arkkitehdin mallintaa kytkimiä ja pistorasioita? TATE-suunnittelijoiden tekemä reittisuunnittelu riittänee.

Tietosuoja

Kaikkien osallistuneiden nimet saa mainita opinnäytetyössä.

LIITE 3. Rakennetyypit

US 1

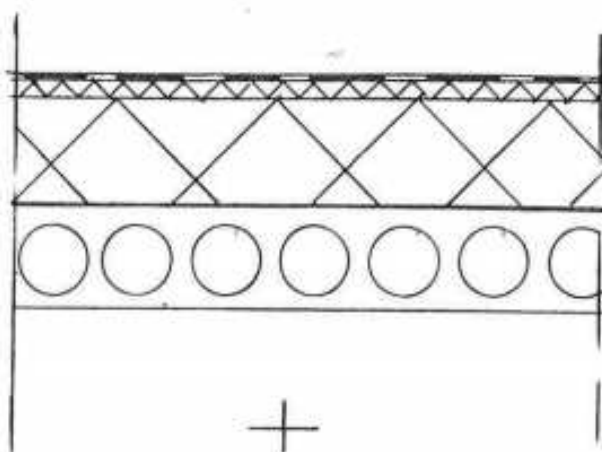
70 mm	pesubetonipintainen betoni
140 mm	mineraalivilla, ryhmä 02.005
70 mm	betoni
	pintakäsittely rakennusselityksen mukaan

$$k\text{-arvo} = 0,27 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Pintakerrokset:

Poistumistiet, korjaamo	1/I
Konevarasto	2/-
Tsto-tilat	2/-
Aulat ja sis.käytävät	1/II

YP 1



vedeneristys, luokka D

- 20 mm vuorivilla KKL
 160 mm vuorivilla AKL
 höyrynsulku 0,2 mm muovikalvo
 150 mm ontelolaatta, saumat valetaan betonilaastilla
 pintakäsittely/alaslaskettu katto rak.selityksen
 mukaan
 Huom! Lämmöneristeet kiinnitetään alustaan mekaanisesti

k-arvo = 0,2 W/m² K

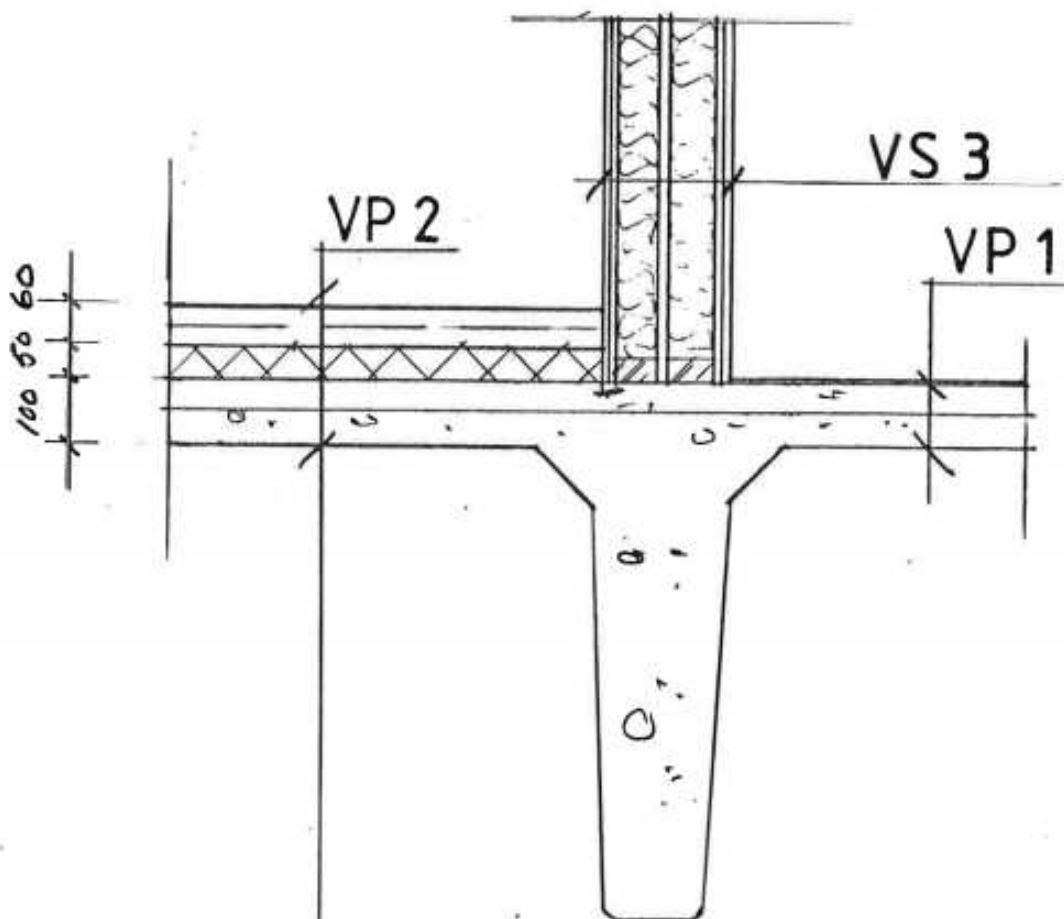
Pintakerrokset:

Aulat ja sisäiset käytävät K = 1/II

Toimisto, yms. K = 2/-

MONIVUOKRAUS KY
 KUOPIO

ASUNNON VÄLISEINÄ/VÄLIPOHJA



- lattianpäällysteenä joustopohjainen muovimatto
- 60 mm betonilaatta
- 50 mm mineraalivilla, ryhmä 02.005
- 100 mm teräsbetonilaatta
- pintakäsittely rakennusselityksen mukaan

MONIVUOKRAUS KY
KUOPIO

LIITE 4. Tietomalliselostus

ARK-BIM Tietomalliselostus

Suunnittelukohde	
Suunnitteluvaihe	
Havainnekuva	
Yritys	Rakennussuunnittelutoimisto Sormunen & Timonen Oy
Vastaava suunnittelija	
Tietomalliyhteyshenkilö	
sähköposti	
puhelinnumero	
Mallin nimi	
Mallin julkaisupäivä	
Tärkeimmät muutokset edelliseen julkaisuun	*****

Yleiskuvaus ja huomioitavaa mallinnusperiaatteista

Nimikkeistöt / käytettävät kuvatasot*	
Mallinnuksen mittayksikkö	mm
Korkeusjärjestelmä	N2000
Origo (x, y, z)	0, 0, 0
Kerrosten korkeusasemat	0. kellari +00.000
	1. kerros +03.000
	2. kerros +06.000
	3. kerros +09.000
	4. kerros +12.000
	5. kerros +15.000
	6. ullakko +18.000
Mallin tarkkuus	Rakennusosien perusgeometria ja sijainti oikein
poikkeukset	
Mallin tietosisältö	ks. liite Rakennemallin tietosisältö
poikkeukset	
Käytettävät ohjelmistot	Graphisoft ArchiCAD 19
Muuta huomioitavaa	

Sivu 1 / 3

ARK-BIM

Tietomalliselostuksen vaiheilmoitus

Suunnittelukohte	
Suunnitteluala	ARK
Suunnitteluvaihe	
Työnumero	
Tietomallikokous no. / pvm.	
Yritys	Rakennussuunnittelutoimisto Sormunen & Timonen Oy
Vaiheilmoituksen laatija	
Vaiheilmoituksen päiväys	

Tietomallin tilanne

Aineisto toimitettu projektipankkiin	
Toimitetun aineiston sisältö	
Tietomalliin tehdyt päivitykset edellisen jakson aikana	
Merkittävät keskeneräiset alueet	
Tietomallinnuksen aikataulu	Aikataulussa / edellä / myöhässä
Tarvitavat lähtötiedot muilta osapuolilta	
Seuraavan jakson aikana ohjelmassa	
Muut asiat	
Edelliset revisiomerkinnot	

ARK-BIM

Arkkitehtimallin tarkastuslomake

Kohde	
Versio	
Version päiväys	
Tarkastaja	
Aika	
Paikka	

	Kunnossa	Puutteita	Ei relevantti	Kommentti
Tarkastuksen kohde				
Tietomalliselostus				
Mallit sovittuna tiedostformaattina (IFC ja muut tiedostot).				
Malli kohden on (pääsääntöisesti) yksi rakennus.				
Malli vastaa mittausdokumenteja (pistokoe)				
Koordinaatisto on sovitun mukainen.				
Kerrokset on määritelty.				
Rakennusosat ja tilat on määritelty kerroksittain.				
Rakennusosat on numeroitu yksilöllisesti				
Sovitut / vaatimusten mukaiset rakennusosat on mallinnettu (ks. liite).				
Rakennusosat on mallinnettu oikeilla työkaluilla.				
Rakenteet on nimetty sovitulla tavalla (ks. liite).				
Mallissa ei ole ylimääräisiä rakennusosia.				
Mallissa ei ole sisäkkäisiä tai tuplarakennusosia.				
Mallissa ei ole merkittäviä rakennusosien välisiä leikkauksia.				
Arkkitehti- ja rakennemallin rakenteet vastaavat toisiaan				
Arkkitehti- ja rakennemallin aukot ovat vastaavilla kohdilla.				
Rakenteet ovat tuettuja.				
Kantaviin rakenteisiin on siirretty TATE-suunnittelijoiden varaukset.				

Lisäksi yhdistetyssä mallissa tarkistetaan

Sovitut tietomallit ovat käytössä				
Malleista on toisiaan vastaavat versiot				
Mallit on kohdistettu oikein keskenään				
TATE mahtuu pystykuiluihin ilman törmäyksiä				
TATE mahtuu vaakareiteille ilman törmäyksiä				
TATE-järjestelmällä ei ole keskinäisiä leikkauksia				
Alaslasketut katot suhteessa TATE:an ovat kunnossa				
TATE ei törmää pilareiden kanssa				
TATE ei törmää palkkien kanssa				
TATE ei törmää muiden rakenteiden kanssa				
Laatoissa on aukot pystykuilujen kohdalla				

Sivu 3 / 3

Volttikatu 5
ALV.REK
70700 KUOPIO

Puh. (017) 366 5566
Telefax (017) 366 5599

Email: rak-suunn@sortim.fi
etunimi.sukunimi@sortim.fi

Y-tunnus 0810443-7
Kotipaikka: Kuopio



Leica ScanStation P20

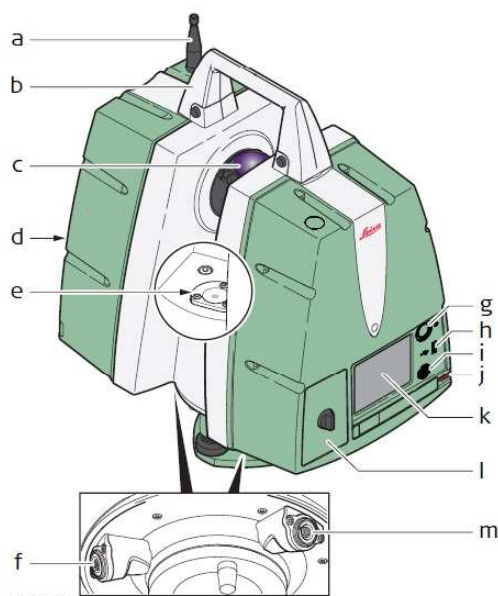
User Manual

Version 1.1
English

- when it has to be **right**

Leica
Geosystems

Components of the ScanStation P20



- a) Antenna
- b) Removable handle
- c) Rotating mirror (laser and camera aperture)
- d) Battery compartment B
- e) Circular level
- f) Socket for power supply, 5 pin female with blue bend protection
- g) ON/OFF button
- h) USB socket
- i) Loudspeaker
- j) Stylus
- k) Touchscreen
- l) Battery compartment A
- m) Ethernet socket, 8 pin female with grey bend protection

004241_001

LIITE 6. Hintavertailu

29.9.2016

Korjauskohteen mittaaminen: Hintavertailu



	Mittaus	Keilaus
Tuntuhinta (€/hio/h)	60,00 €	tähyksillä
hio	2	55,00 €
€	120,00 €	1
Suun.kierros (€)	65,00 €	65,00 €
Suun.kierros (h)	5,00 h	110,00 €
Tiedonsiirto (€/h)	60,00 €	65,00 €
Ohjelmistot (€)	AutoCAD ArchiCAD	55,00 €
Laitteet (€)	Laseräisyydsmittari Kamera	AutoCAD ArchiCAD ReCap
Matkakulut (€/km) esim. 10 km (€)	0,65 € (0,43/hio) 6,45 €	150,00 € Keilaimen laitevuokra
Aika (min/tila) esim. X tilaa (h)	15 min + valokuvauus	0,70 €
20	5,00 h	7,00 €
YHTEENSÄ	991,45 €	150,00 € Keilaimen laitevuokra
Hyödyt	+ Omat työntehtävät voivat tehdä työn. + Aistihaavainnot	0,70 €
		7,00 €
		15 min (sis. valokuvat)
		5,00 h
		1 087,00 €
		333,33 € erotus keilaukseen tähyksillä
		95,55 € erotus käsinmittaukseen
		+ Saadaan mittatieto, joka löytyy koneelta. Ei tarvita uusia mittauksia tai kohteessa lisäkäyntejä mittauksen takia.
		+ Saadaan pisteplvi, jossa liitettynä RGB väriarvoilla kuvat, pisteplvissä nähtävissä kohteen oikeat värit.
		+ Kaikki suunnittelualat saavat mittatiedon käyttöönsä, esim. LV-putket
		+ Tarrkkuus
		+ Nykyteknikkaa, yrityksen imago
Haitat	- Tietyn mittatiedon puuttuessa, mitta on arvioitava tai mitattava uudelleen	- Pajon tietoa: Tiedonhyödyntäminen osattava

LIITE 7. Kuvia mallinnuksesta

