



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

LASERKEILAUSDATAN SIIRTO 3D-SUUNNIT- TELUOHJELMAAN

JUHA-MATTI VEHKA-AHO



Opinnäytetyö
Huhtikuu 2018
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus
Talonrakennustekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus
Talonrakennustekniikka

VEHKA-AHO JUHA-MATTI:
Laserkeilausdatan siirto 3D-suunnitteluohjelmaan

Opinnäytetyö 23 sivua, joista liitteitä 78 sivua
Huhtikuu 2018

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin laserkeilauksen avulla saatujen pistepilvien siirtoa 3D-suunnitteluohjelmaan ja niiden muokkausta. Tutkimuksen tuloksista kirjoitettiin erilliset työohjeet, jossa neuvotaan tekemään kyseiset toiminnot työssä käytetyillä ohjelmilla. Tutkimuksen tilasi Kodikas Remontit Oy ja työohjeet ovat erikseen liitteinä, ne ovat salaisia eivätkä tästä syystä ole julkisessa jaossa.

Laserkeilaus on mittausten menetelmä, joka mittaa ympäristöä lasersäteiden avulla. Laserkeilaus on lisääntynyt mittaustapana infra- ja korjausrakentamisessa tarkan mittatiedon tarpeen takia. Laserkeilauksen hyödyntämisellä on paljon etuja, mutta syy minkä takia sitä ei käytetä paljoa rakentamisessa on suunnittelupuolen puutteellinen osaaminen ja tietotaito pistepilvien käsittelyssä. Laserkeilauksesta järjestetään koulutuksia koulujen sekä yksityisten firmojen puolesta ja niiden suosio on alkanut kasvaa.

Tässä työssä pistepilvestä pyrittiin leikkaamaan ylimääräiset pisteet ja samalla ottaa talteen tärkeät objektit (esim. kalusteet). Siirtoa tutkittiin vaiheesta, jossa pistepilvi on vielä raakadata muodossa, mikä tarkoittaa sitä, että pistepilveä ei ole muokattu millään tavalla keilauksen jälkeen. 3D-suunnitteluohjelmana toimi Graphisoft Archicad 21 –ohjelma ja pistepilven muokkauksissa ohjelmina olivat Cloudcompare v2.10 ja Faros Scene 7.1.

Tutkimuksessa huomattiin, että laserkeilausaineistoa pitää muokata ennen sen siirtoa 3D-suunnitteluohjelmaan. Raakadata täytyy rekisteröidä ja pisteisiin pitää ajaa ympäristön värit ennen sen muokkaamista. Muokausvaiheessa pistepilvistä kannattaa poistaa ylimääräiset keilaukset sekä muuttaa pistepilvin koordinaatteja siten, että ne saadaan 3D-suunnitteluohjelmassa sijoitettua lähelle origoa. Suunnitteluohjelmassa pistepilvestä ei pysty enää poistamaan ylimääräisiä keilauksia, joten ne on tehtävä ennen siirtoa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Bachelor Degree Programme in Construction Engineering
Building Construction

VEHKA-AHO, JUHA-MATTI:
Exporting Laser Scanning Data to 3D Design Software

Bachelor's thesis 23 pages, appendices 78 pages
April 2018

The purpose of this thesis was to investigate how laser scanning point clouds are exported to 3D design programs and how they can be modified. Written working instructions for the related software are included in this thesis. The study was commissioned by Kodikas Remontit Oy, and the aforementioned instructions are not available in the public version of this thesis as they are classified.

Laser scanning is a measuring method that uses laser beams to measure surroundings. Infrastructural and repair construction has started to use laser scanning more and more as a measuring method for need of accurate measuring data. There are many benefits to using laser scanning, but the main reason why it is not used in construction is insufficient know-how and skill to use point clouds in building design. Schools and companies have started to organize training for laser scanning and the popularity of these (training) programs is on the rise.

In this thesis, the aim was to remove unnecessary points from the point cloud, and to cut out important objects such as pieces of furniture, and save them. Point clouds were in raw data form, which means that no modifications or adjustments were made to the laser scanning data. Graphisoft Archicad 21 was the 3D design program used here, and Cloudcompare v2.10 and Scene 7.1. were used for point cloud modifications.

It was noticed in the study that point clouds need modification before they can be export to 3D design software. First, raw data needs to be registered and the colors of the surrounding areas must be assigned to the points before point clouds can be edited. It's useful to cut out extra scans from point clouds and to modify their coordinates so that they can be exported close to origo in the 3D design program. In 3D software the point cloud is non-editable so modifications must be made before exportation.

Key words: laser scanning, point cloud, archicad, cloudcompare, faros scene

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	LASERKEILAUUS	7
	2.1 Laserkeilaus	7
	2.2 Laserkeilaus rakentamisessa	7
3	PISTEPILVI- JA SUUNNITELUOHJELMAT.....	9
	3.1 Faro Scene 7.1.....	9
	3.2 Cloudcompare v2.10.....	9
	3.3 Archicad 21	9
4	LASERAINEISTON MUOKKAUSEN VAIHEET	10
	4.1 Aineiston esittely	10
	4.2 Pistepilvien rekisteröinti	10
	4.3 Pistepilvien muokkaus	13
	4.4 Pistepilven avaus Archicadissä.....	17
5	POHDINTA.....	20
	LÄHTEET.....	22
	LIITTEET	23
	Liite 1. Raakadatan kohdistaminen ja muokkaus Faros Scene 7.1 –ohjeet.....	23
	Liite 2. Pistepilvien muokkaus Cloudcompare v2.10 –ohjeet.....	31
	Liite 3. Pistepilven hyödyntäminen Archicad 21 –ohjeet	63

ERITYISSANASTO

Rekisteröinti	Suoraan laserkeilamesta olevan pistepilvien kohdistaminen toisiinsa tähyksien avulla.
Segmentointi	Pisteryhmien irrottaminen pistepilvestä.
Tähys	Apuväline millä pistepilviä voidaan yhdistää toisiinsa. On joko pallo- tai shakkiruututähys. Vähintään 3 tähyksen on näyttävä kahdelle eri skannauspaikalle.

1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena on selvittää, mitenkä laserkeilausaineisto siirretään Archicad suunnitteluohjelmaan ja mitä aineistolle pitää tehdä ennen siirtoa. Työssä käydään läpi vaiheet laseraineiston muokkaamisesta raakadatasta siirtokelpoiseksi pistepilveksi ja sen hyödyntämistä suunnitteluohjelmassa. Siirto- ja muokkausvaiheista tehtiin samalla työohjeet, jotka ovat kuitenkin salaisia ja ne eivät ole tästä syystä julkisessa jakelussa.

Laserkeilaus on mittaamenetelmä, jossa lasermittaustekniikkaa ja tietotekniikkaa käytetään hyväksi ympäristön mittaamiseksi. Laserkeilaamalla voidaan nopeasti tuottaa rakennetusta ympäristöstä kolmiulotteinen, tarkka, pisteistä koostuva malli, pistepilvimalli. Pistepilvimalli voidaan lukea lisäohjelmien avulla 3D-suunnitteluohjelmiin lähtötiedoksi (Rajala, 2015, 2)

Laserkeilausta käytetään rakentamisessa eniten infra- ja korjausrakentamisessa. Korjausrakentamisessa sitä hyödynnetään vanhojen rakenteiden tutkimiseen ja piirustuksien tekemiseen. Laserkeilatut tilat ovat myös hyvä tapa pitää tallessa rakennuksen entinen sisältö. Keilausdataa voidaan hyödyntää sisätilojen tarkasteluun ja mittojen ottamiseen ilman, että tarvitsi jatkuvasti käydä kohteella. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että suunnittelijoiden ei tarvitsisi jatkossa käydä tutustumassa kohteeseen.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, kuinka pistepilvidata siirretään Archicadiin ja kuinka sitä voi hyödyntää siellä. Samalla selvitetään miten pistepilven raakadataa pitää muokata ja käsitellä, että se on hyödyllistä Archicadissä ja kuinka voidaan leikata objekteja irti pistepilvestä ja saada tallentaa ne omina pistepilvinä. Tutkimusaineistona käytettiin koulun omaa laserkeilausdataa vuodelta 2015.

2 LASERKEILAUUS

2.1 Laserkeilaus

Laserkeilain lähettää lasersäteen, joka kohteeseen osuessaan heijastuu takaisin laitteeseen ja tallentuu pisteeksi. Laserkeilauksen tuloksena syntyy pistepilvi, joka on kolmiulotteinen pisteistä muodostuva kuva mitattavasta kohteesta. Mittausetäisyys kohteeseen, mitauslaitteet sekä mittausresoluutio ratkaisevat, kuinka tarkka pistepilvi aineisto on. (Neopoint, 2018)

Laserkeilauslaitteessa on nollapiste, josta laite ampuu lasersäteen, jonka avulla mitataan kohteen etäisyys mittalaitteesta. Valon kulkuaikaan perustuvissa laserkeilaimissa mitataan etäisyys aikana, mikä kestää valosignaailta kulkea mittalaitteesta kohteeseen ja takaisin. Koska tiedetään lasersäteen lähtökulmat (sekä pysty- että vaakasuunnassa) ja -matka, voidaan laskea jokaiselle mitatulle pisteelle koordinaatit. (Joala, 2006, 1)

Laserkeilaimet voidaan luokitella kolmeen eri luokkaan: Kaukokartoitus-, maa- ja teollisuuslaserkeilaimet. Kaukokartoitus-laserkeilaimia käytetään yleensä isojen alojen keilaukseen. Mittausetäisyys on näissä laitteissa 0,1-100 km ja mitatun pisteen tarkkuus ovat joitakin senttimetrejä (yleensä $> 10\text{ cm}$). Maalaserkeilaimien käyttö keskittyy enimmäkseen maastokohteiden mittauksiin (esim. kaupunkiympäristön keilaukset). Mittausetäisyys on 1-300 m ja mittaustarkkuus ovat yleensä alle 2cm. Teollisuuslaserkeilaimilla mitataan pieniä kohteita. Mittausetäisyys näillä on 30 m ja tarkkuus alle millimetrin. (Joala, 2006, 1)

2.2 Laserkeilaus rakentamisessa

Laserkeilauksen tuottamaa pistepilveä käytetään mm. 3D-mallinnuksen lähtötietona esimerkiksi as-build- ja inventointimallien sekä kiinteistön ylläpidon ja hallinnan tarpeisiin sekä arkeologisten ja historiallisten kohteiden dokumentointiin. (Rajala, 2015, 1)

Laserkeilaus on käyttökelpoinen menetelmä rakentamisessa jos:

- Halutaan korkeaa detaljitasoa monimutkaisesta kohteesta
- Muilla menetelmillä mittaus joudutaan suorittamaan vaarallisissa olosuhteissa
- Mitattavat alueet ovat luoksepääsemättömissä paikoissa. (Rajala, 2015, 6)

Yleinen ohje laserkeilausaineiston laadusta rakennuksen tietomallintamisessa on se, että laserkeilaus on tehty kattavasti kaikilta näkyviltä pinnoilta. Mitta-aineiston on oltava havainnollistavaa ja sen oikeellisuus on todennettavissa visuaalisesti. Inventointimallia tai piirustuksia voidaan täydentää ja tarkentaa tarvittaessa ilman lisämittauksia. Mittatarkkuus vaatimus on mittavirheelle ± 10 mm ja pistetiheyden pisteet vähintään 5 mm välein. (YTV, 2012, 10)

Vanhojen rakennusten ja rakenteiden geometriaan laserkeilaus on hyödyllinen työkalu. Yleensä vanhojen rakennusten piirustukset ovat epätarkkoja ja niihin ei ole merkattu muutoksia mitä on tehty tilaratkaisuihin. Vanhoja kohteita mitataan yleensä käsin ja niiden perusteella on piirretty uudet piirustukset. Mittaaminen tällä menetelmällä on yleensä hidasta ja riskialtista mittavirheiden takia. Vanhat rakennukset ovat yleisesti aina hieman kaltevia, kaarevia tai vinoja ja käsin mitattaessa mahdolliset epäsymmetriat jäävät huomaamatta. Laserkeilauksella saadaan mittavirheet minimiin ja mahdolliset epäsymmetriat tulevat näkyviin. Samalla saadaan kohteesta 3D-malli, mitä voidaan käyttää vertauskohteena kohteeseen tehtyihin muutoksiin.

Laserkeilaus on jo yli 10 vuotta vanha mittausmenetelmä ja sitä käytetään paljon muualla maailmassa rakennussuunnittelussa. Suomessa sen käyttö suunnittelussa ei ole vielä kovin yleistä, johtuen suunnittelijoiden ja rakennusliikkeiden puutteellisesta tietotaidosta. Rakennusala on kuitenkin ruvennut lähiaikoina havahtumaan laserkeilaukseen ja sen tuomiin etuihin, joka on johtanut siihen, että alalle tulee koko ajan uusia osajia ja tekijöitä.

3 PISTEPILVI- JA SUUNNITELUOHJELMAT

3.1 Faro Scene 7.1

Scene on FARO Technologies yhtiön tekemä maksullinen pistepilvien käsittelyohjelma, joka on suunnattu ammattilaisille. Se on erityisesti suunniteltu iso resoluutioisen ja laajan pistepilviaineiston työskentelyyn, tarkasteluun ja hallintaan. Scenellä on laaja valikoima erilaisia työkaluja millä voi tehdä toimenpiteitä kuten pisteiden suodatus, automaattinen objektien tunnistus, skannausten rekisteröinti ja automaattinen pistepilvien väritys. Scenellä on myös mahdollisuus viedä pistepilviä eri CAD ja pistepilvi formaatteihin. (FARO, 2017, 13)

3.2 Cloudcompare v2.10

Cloudcompare on pistepilvien ja kolmioverkkojen käsittelyohjelma. Aluksi ohjelma suunniteltiin isojen pistepilvien (pisteitä yli 10 miljoonaa) käsittelyyn kannettavalla tietokoneella. Jälkeenpäin ohjelmaa on laajennettu enemmän pistepilvien käsittelyyn sisältäen enemmän kehittyneempiä toimintoja kuten esim. manuaalinen rekisteröinti, värimallien luonti, tilastolliset laskelmat, interaktiivinen tai automaattinen segmentointi, esitystavan parantaminen, kolmioverkon luonti jne. Cloudcompare on ilmaisohjelma ja sitä voi käyttää ilmaiseksi yksityiseen, kaupalliseen ja opiskelukäyttöön. (Cloudcompare, 2016).

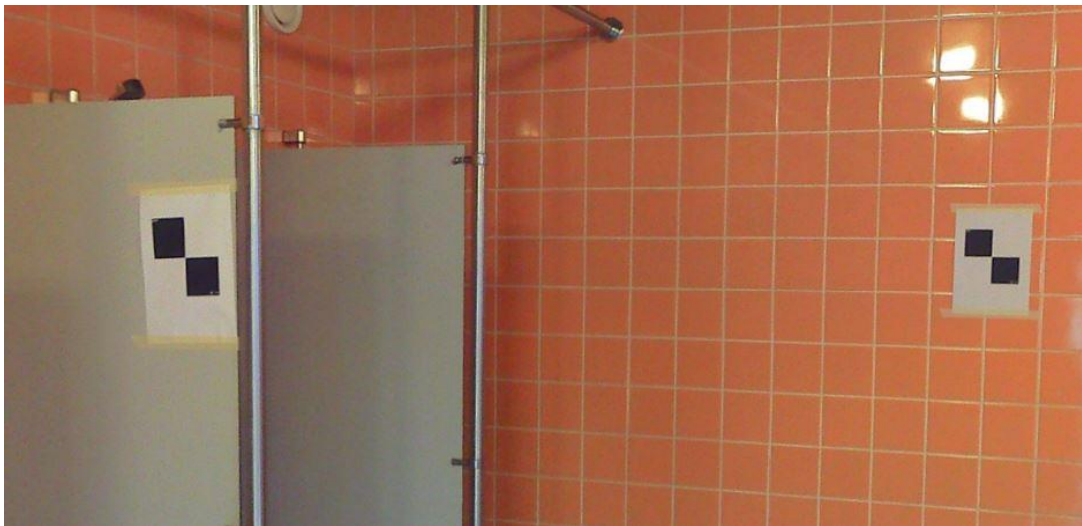
3.3 Archicad 21

Archicad on Graphisoftin BIM ja CAD pohjainen rakennussuunnitteluohjelma joka on suunnattu arkkitehdeille. Ohjelma tarjoaa tuettuja ratkaisuja estetiikkaan ja tekniikkaan liittyviin näkökulmiin koko rakennussuunnittelun prosessin aikana esim. rakennusten ympäristö, sisätilat, talotekniikka jne. (Wikipedia, 2018) Ohjelmalla voidaan luoda 3D-malleja rakennuksesta ja samalla tehdä siitä arkkitehtipiirustukset ja määräluettelot. Ohjelmalla pystytään avaamaan pistepilviä ja käyttämään sitä suunnittelun apuna, mutta ne aukeavat vain e57 ja xyz muotoisina tiedostoina. Pistepilviä ei pysty mitenkään muokkaamaan Archicadissa vaan se täytyy tehdä jollakin toisella ohjelmalla.

4 LASERAINEISTON MUOKKAUSEN VAIHEET

4.1 Aineiston esittely

Opinnäytetyön pistepilvenä käytettiin L-talon laserkeilausaineistoa. L-talo laserkeilattiin tammikuussa 2015 ennen sen saneerausta. Laserkeilaus tehtiin oppilastyönä Faro Focus3D X330 maakeilaimella, jonka tarkkuus on ± 2 mm ja kantama 0,6-330 m. Tähyksinä käytettiin shakkiruututähyksiä, joita oli teipattu tilojen seinille (kuva 1). Koko L-talon aineistoa ei käytetty opinnäytetyössä vaan työssä keskityttiin lähinnä märkätilojen muokkaukseen. Aineisto oli raakadataa mitä ei oltu vielä rekisteröity.

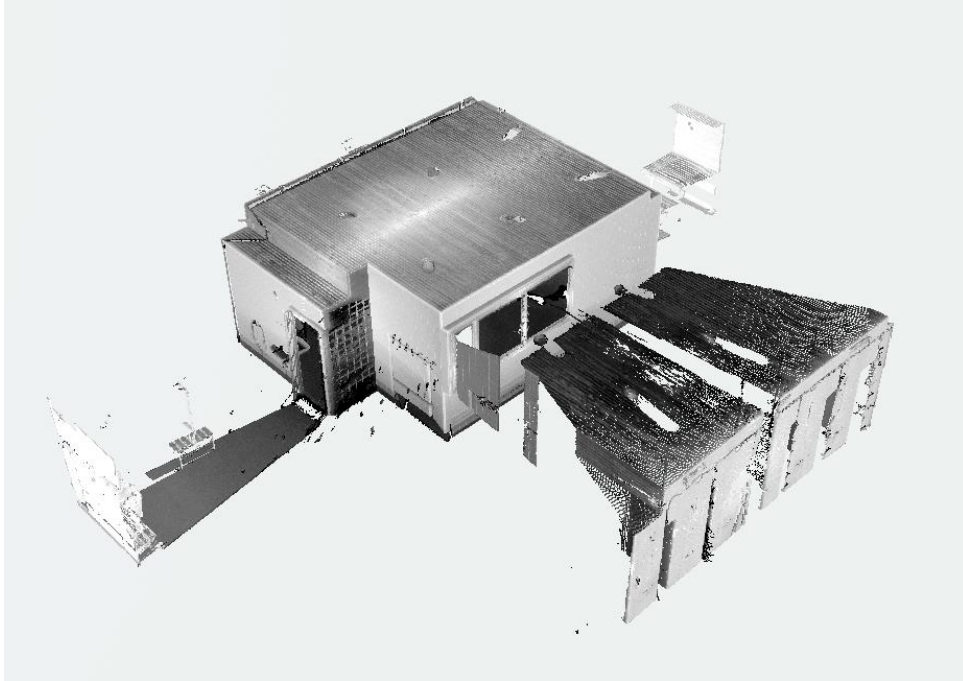


KUVA 1. Shakkiruututähyksiä, vähintään 3 tähyksen on näyttävä eri skannauspaikalle.

4.2 Pistepilvien rekisteröinti

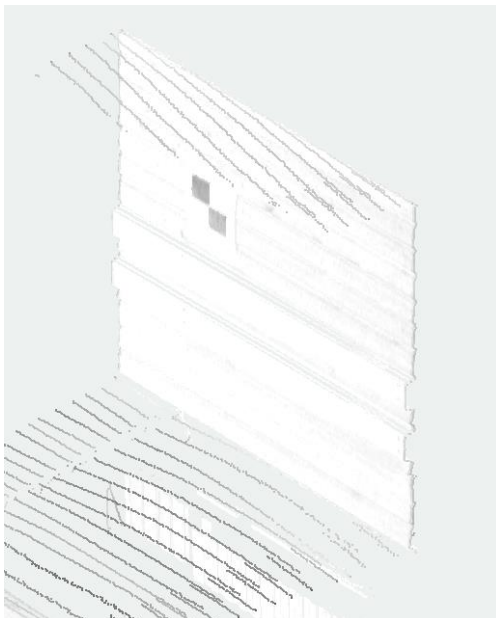
Pistepilvien rekisteröinti tehtiin Scene 7.1 ohjelmalla. Cloudcompare v2.10 ohjelmalla rekisteröinti ei onnistunut automaattisesti hyödyntäen tähyksiä. Sijoittelun olisi voinut tehdä manuaalisesti, mutta se olisi ollut liian hidasta ja työlästä verrattuna Sceneen.

Rekisteröinti aloitettiin ensimmäiseksi tuomalla raakadata Scene ohjelmaan. Ohjelman avatessa tiedostot, huomattiin laserkeilauksen ottaneen ylimääräisiä pisteitä jopa 300 m päästä. Pistepilvestä puuttui myös värit. (kuva 2.) Kuvasta huomaa, että keilain on ottanut pisteitä ikkunoiden ja ovien ulkopuolelta.

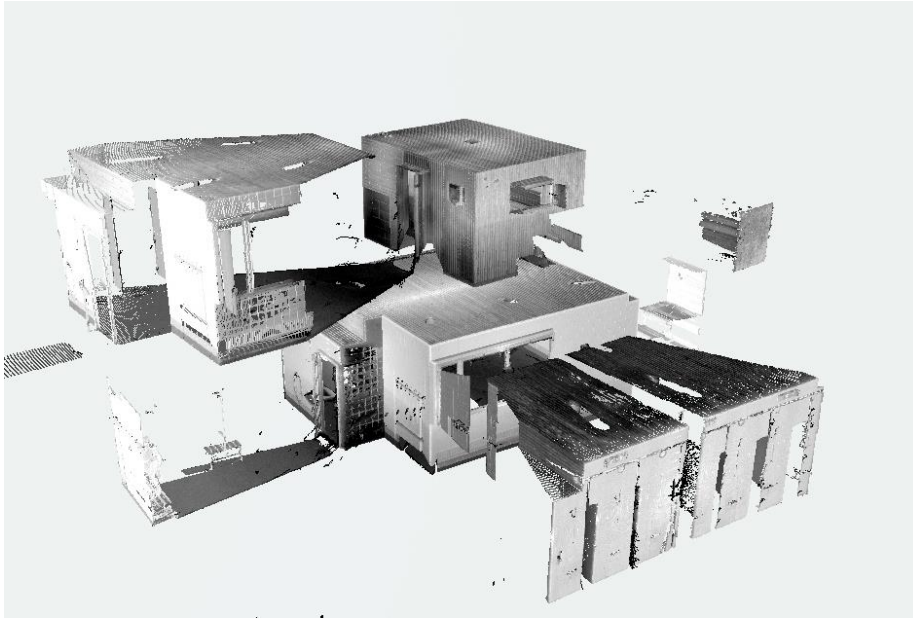


KUVA 2. Muokkaamaton raakadata.

Ylimääräiset pisteet kannattaa poistaa vasta rekisteröinnin jälkeen, ettei vahingossa poista tähyksiä pistepilvestä (kuva 3). Yhdistettävät pistepilvet eivät sijoitu kohdalleen automaattisesti (kuva 4), tämän takia ne pitää kohdistaa toisiinsa tähyksien avulla.

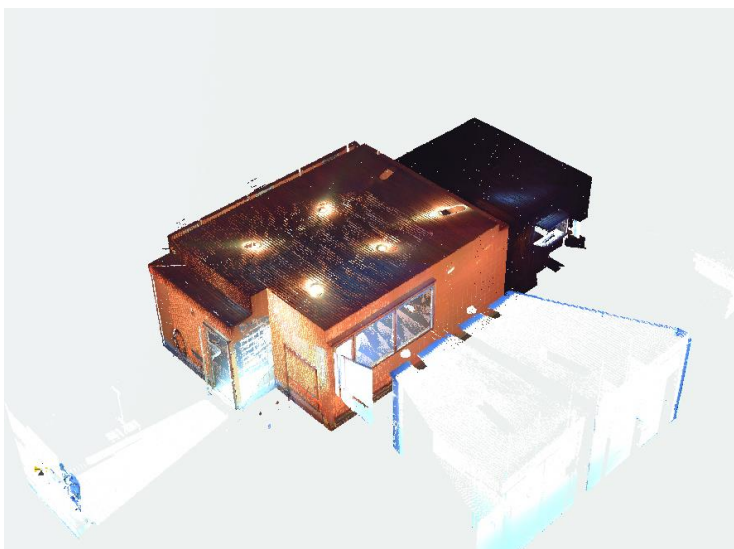


KUVA 3. Raakadatassa oleva shakkiruututähyys.



KUVA 4. Raakadata ilman rekisteröintiä.

Pistepilville ajetaan ensiksi värit ja sen jälkeen ne rekisteröintiin toisiinsa tähyksien avulla. Scene 7.1 versiolla nämä vaiheet ovat yksinkertaisia toteuttaa verrattuna aikaisempiin versioihin. Rekisteröinnin jälkeen pistepilvet ovat kohdistuneet toisiinsa (kuva 5). Ohjelma merkkasi keltaisella merkillä löytyneet tähykset. (kuva 6). Tämän jälkeen aloitettiin ylimääräisten pisteiden poistaminen. Segmentointi on hivenen hankalampaa Scenessä kuin Cloudcomparessa, joten sillä kannattaa poistaa vain isoimmat alueet. Segmentoinnin jälkeen vietiin (export) pistepilvet omiksi tiedostoiksi ja avattiin ne Cloudcomparessa.



KUVA 5. Pistepilvet rekisteröinnin jälkeen.

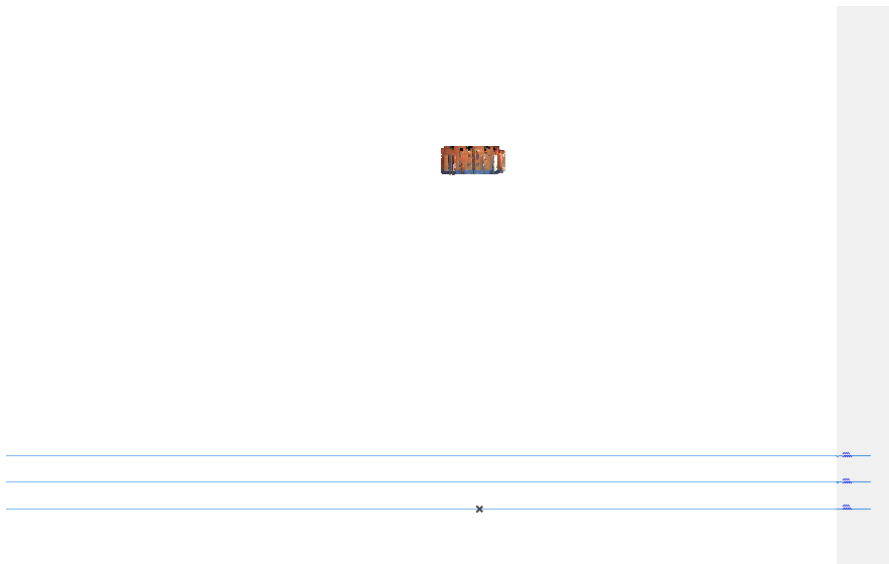


KUVA 6. Tähyksien löytyminen Scenessä.

4.3 Pistepilvien muokkaus

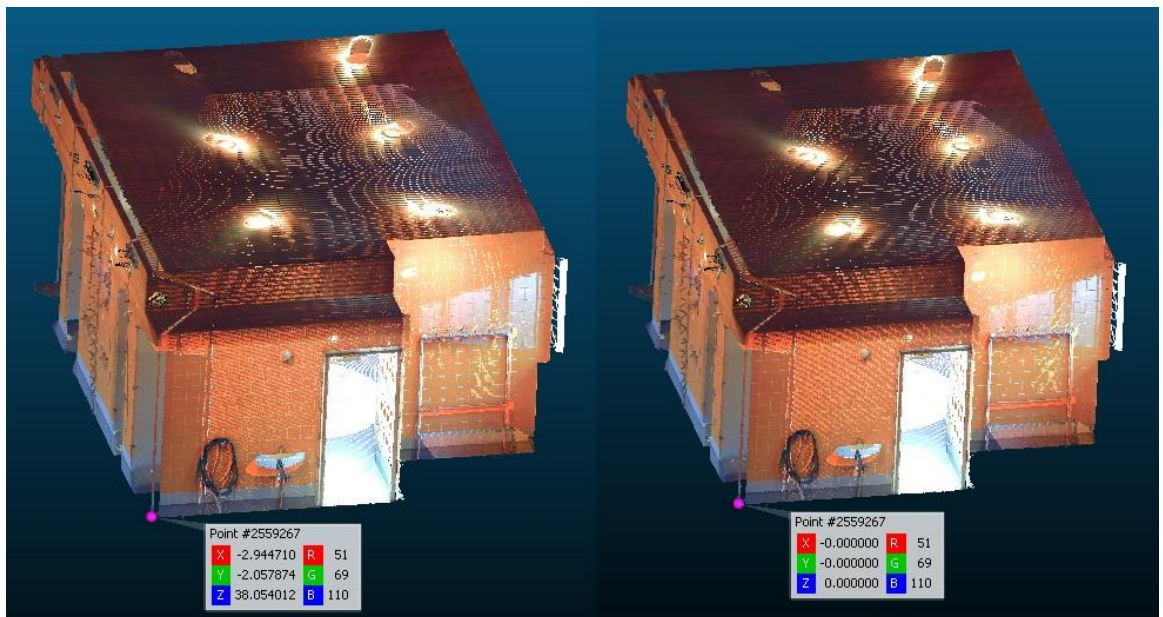
Pistepilvien muokkaus tehtiin Cloudcomapre v2.10 ohjelmalla. Cloudcompare on helpokäyttöinen ilmaisohjelma, jolla segmentoinnin ja väriskaalojen luonnit onnistuivat helposti. Segmentoinnin pystyy tekemään Scene 7.1 ohjelmalla, mutta se on Cloudcompareen verrattuna huomattavasti hankalampaa ja hitaampaa. Scenen ongelma on myös sen tallennusjärjestelmän muistitilan tarve. Scenen tallennusmenetelmä perustuu siihen, että se tallentaa projektin aina uutena versiona jättäen vanhan varmuuskopioksi. Kun muokkauksia tallentaa monta kertaa niin projektien vanhat versiot alkavat nopeasti viedä tietokoneelta muistitilaa.

Koordinaattimuunnoksella saadaan säädettyä pistepilvelle haluttu origon nollakohta. Pistepilvet sijoittuvat olemassa olevaan koordinaatistoon ja kun niitä viedään Archicadiin, niin pistepilvi sijoittuu siellä ohjelman omaan koordinaatistoon. Tämä aiheuttaa sen, että pistepilvi on sijoittunut väärään paikkaan (kuva 7). Koordinaattimuunnoksella pistepilvi sijoittuu aina Archicadin origoon ja on heti näkyvissä.



KUVA 7. Pistepilven sijoitus Archicadissä.

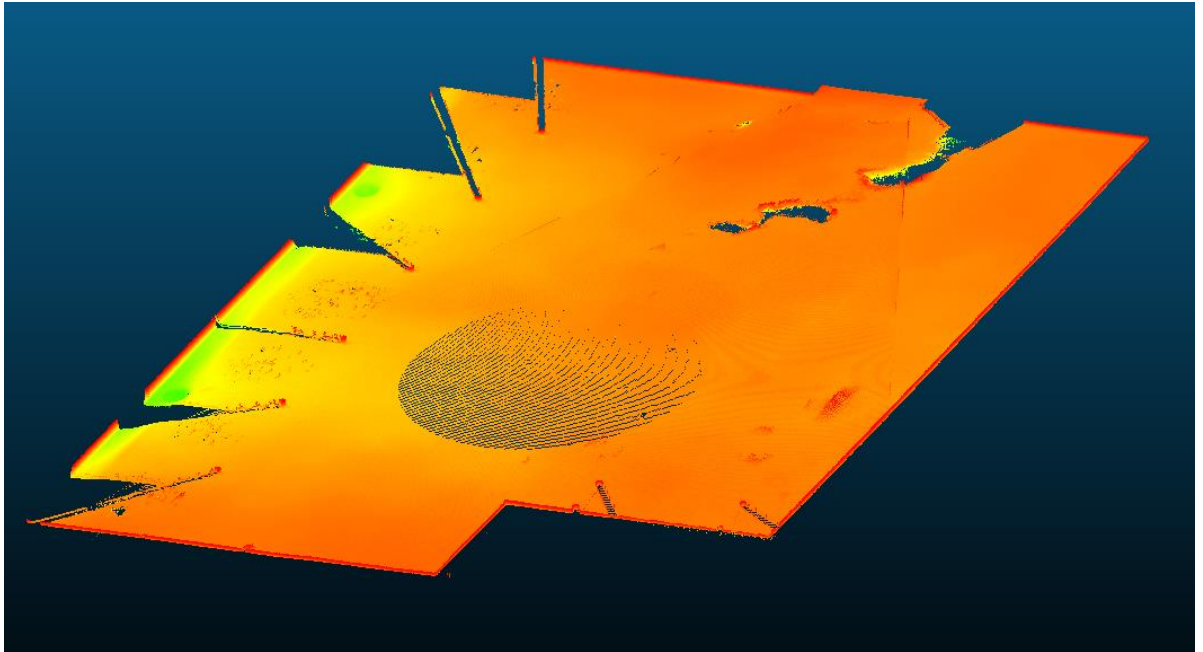
Koordinaattimuunnos toteutettiin siten, että valittiin käsin pistepilvestä haluttu uusi origon nolla piste ja vähennettiin sen x, y, z koordinaattiarvot kaikista pistepilven koordinaattiarvoista. (kuva 8).



KUVA 8. Koordinaattinollaus ennen ja jälkeen.

Väriskaalauksella (Scalar Fields) voidaan luoda värimalleja pistepilvestä halutun koordinaatti arvon mukaan. Värimalli auttaa hahmottaa pisteiden sijoitusta tietyn suunnan mukaan (esim. korkeuden) varsinkin silloin, jos pistepilvestä ei ole olemassa kuvatiedostoja.

Skaalauksella voidaan valita pisteitä tietyn vaihteluvälin mukaan, tällä toiminnolla saadaan valittua tietty pinta millintarkasti esim. lattiapinnan leikkaaminen pistepilvestä. Lattiapinnat kannattaa erottaa pistepilvestä ennen segmentointia. (kuva 9).



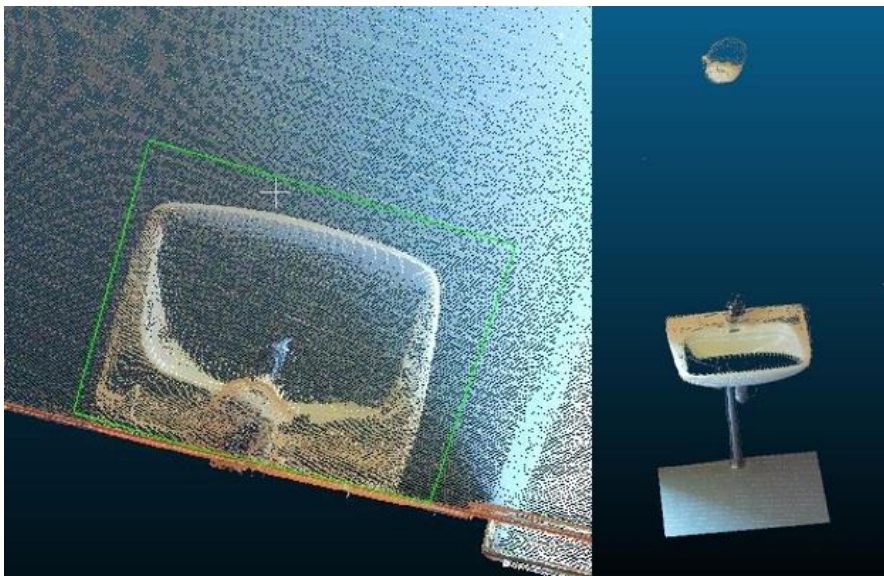
KUVA 9. Pistepilvestä skaalattu värimalli lattiapinnasta.

Segmentoinnilla voidaan leikata pistepilvestä turhia pistealueita pois. Näitä esiintyy monesti peilien ja ikkunoiden kohdalla. monesti lasersäteet on voinut osua ohi liikkuviin ihmisiin ja näin jättäen ilmaan pistepilviä (kuva 10). Suunnittelun kannalta nämä pisteet ovat turhia ja monesti voivat poikkileikkauksia tehdessä hämätä piirtämistä. Segmentoinnilla voidaan myös leikata pistepilvestä objekteja ja tallentaa niitä omina pistepilvinä (esim. kalusteet).



KUVA 10. Ilmassa olevia turhia pisteitä.

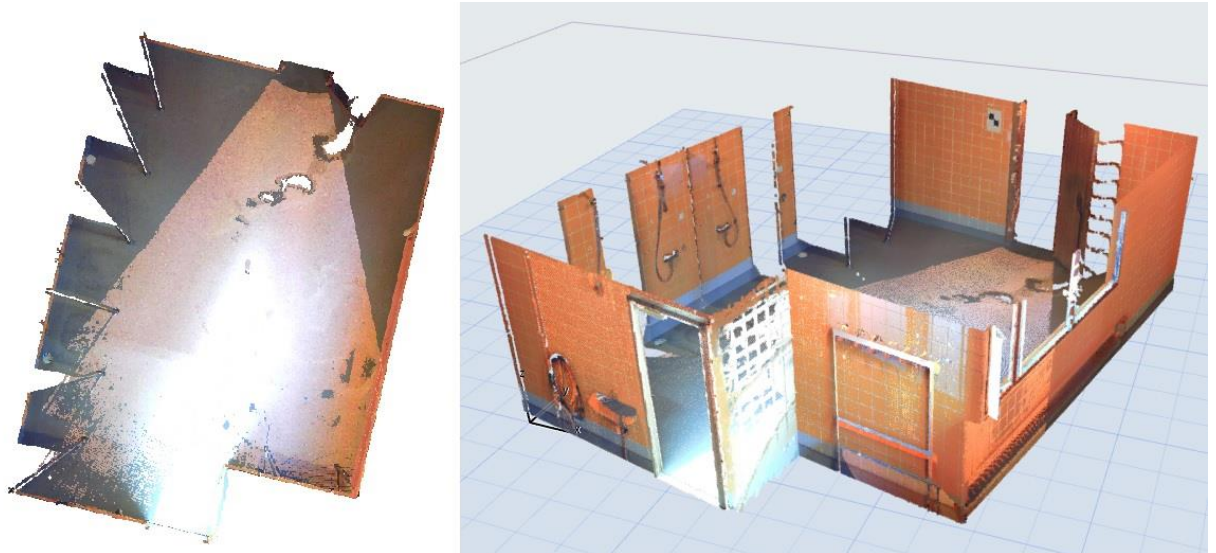
Segmentointi leikkaa kaikki pisteet mitkä osuvat sen alueelle alasuunnassa (kuva 11). Tämän takia on hyvä leikata lattiapinta pois niin se ei osu segmentoitaviin kalusteisiin. Pistepilviä pystyy yhdistämään toisiinsa, joten leikatut pinnat voidaan liittää takaisin alkuperäiseen pistepilveen. Segmennoin jälkeen tallennettiin pistepilvet e57 muotoon ja vietiin ne Archicad ohjelmaan.



KUVA 11. Pistepilvestä leikattua lavuaari.

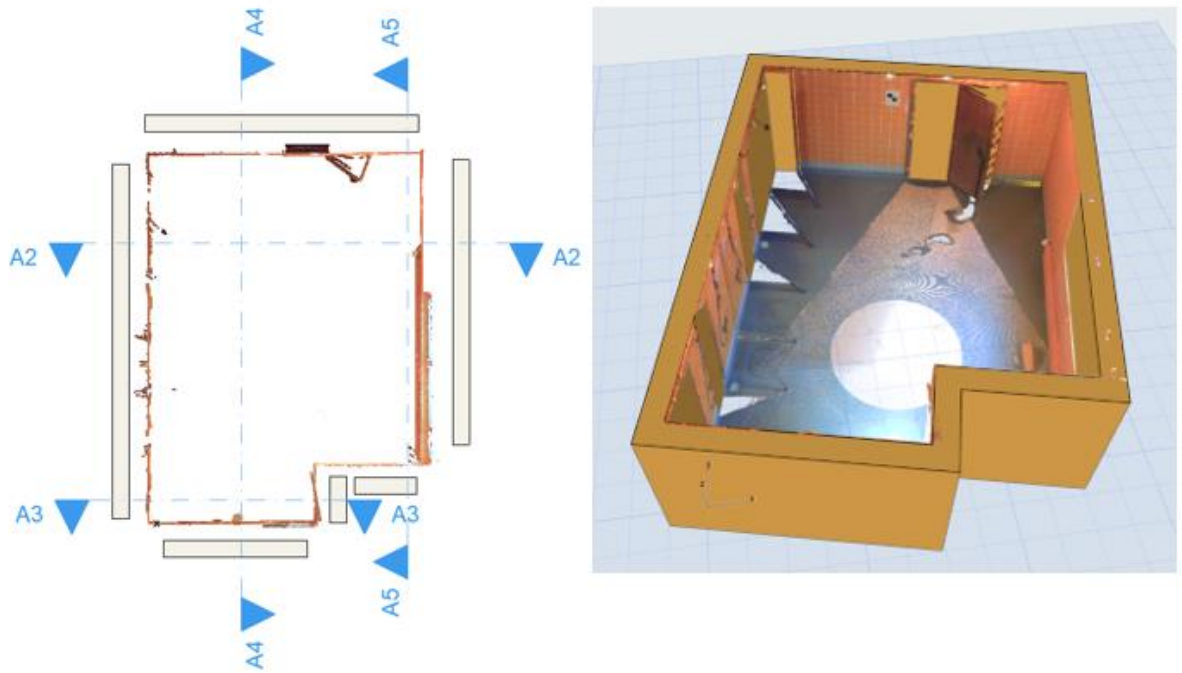
4.4 Pistepilven avaus Archicadissä

Pistepilvi pitää olla .e57 tai .xyz muodossa, että Archicad voi tuoda sen ohjelmaan. Ennen avausta Archicad tekee siitä .lcf (library container file) tiedoston ja tallentaa sen omaksi objektikseen. Tämän jälkeen ohjelma kysyy pistepilven sijoituskerrosta ja avaa sen omaan koordinaatistoonsa. Pistepilven pisteisiin pystyy tarrautumaan erikseen kiinni ja pistepilveä pystyy siirtämään haluamaansa paikkaan. Pistepilvi on kuitenkin oma objektinsa, joten mitään sisäisiä muokkauksia sille ei pysty enää tekemään (esim. ylimääräisten pisteiden poisto). Pistepilvi ilmaestyy normaalisti 3D-ikkunaan ja leikkautuu normaalin objektin tavoin leikkaustyökalulla.

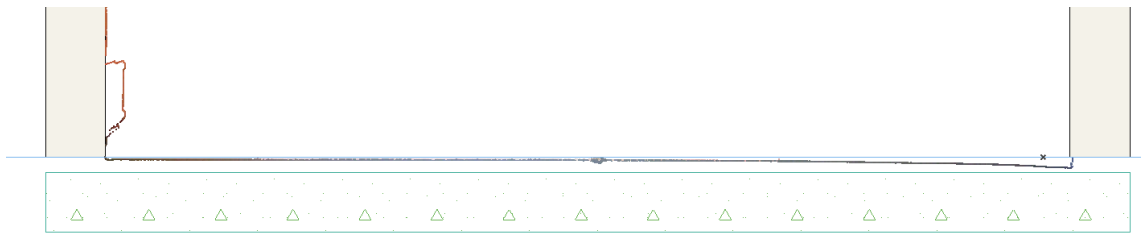


KUVA 12. Pistepilvi 2D ja 3D-näkymässä.

Pistepilven hyödyntäminen seinien piirroksessa toimii siten, että aluksi piirretään pienet päät seinä jokaiselle sivulle. Tämän jälkeen tehdään leikkauksia, sillä periaatteella, että jokaisen seinän vastakkainen seinä on samalla leikkauslinjalla. Leikkausnäkymissä seinät siirretään lähelle pistepilven seinälinjaa ja kun tämä on tehty kaikille seinille, niin yhdistetään seinät toisiinsa. Alapohjan piirtämisessä on sama periaate, aluksi piirretään laatta seinän reunojen mukaan, tämän jälkeen säädetään se poikkileikkauksessa kohdalleen.

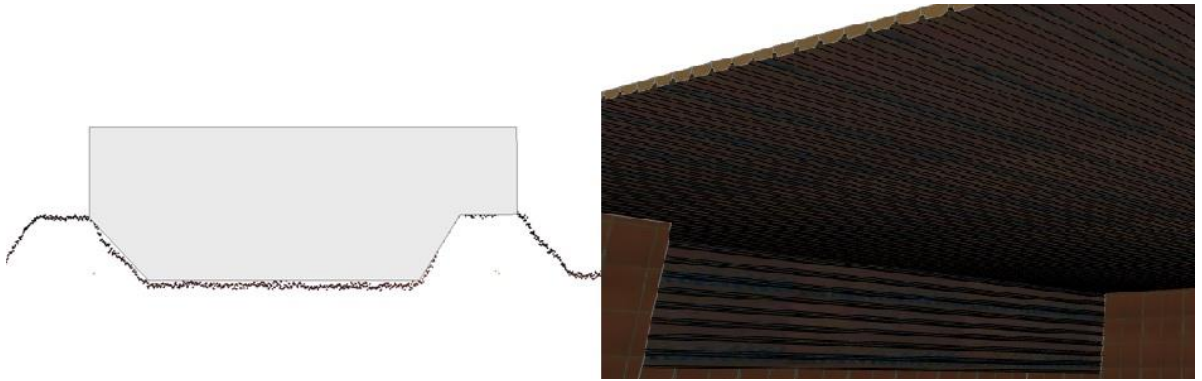


KUVA 13. Vasemmalla on kuva seinien piirtämisen alkutilanteesta, oikealla on seinät sijoitettu ja yhdistetty toisiinsa kiinni.



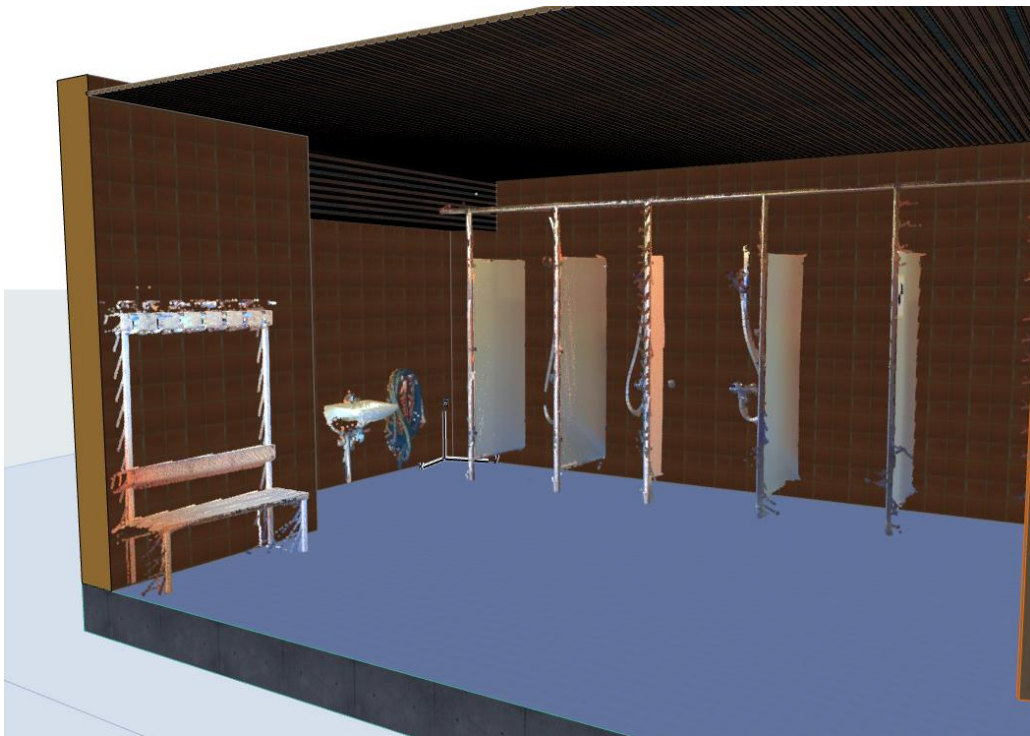
KUVA 14. Laatan sijoitus poikkileikkauksessa.

Jos yläpohjan muoto on erikoinen (esim. kattopaneelit) voi kattopinnan piirtää poikkileikkaustyökälulla. Tällä tavoin saadaan oikea pinta piirrettyä ja näkymä on realistisempi. Piirretään kattopaneelistä poikkileikkaus pistepilven leikkausnäkömystä ja käytetään sitä hyväksi kattopinnanpiirtämisessä.



KUVA 15. Kattopaneelin pinnasta piirretty poikkileikkaus ja se käytettynä kattopintana 3D-näkymässä.

Cloudcomparessa irti leikatut kalusteet voidaan tuoda Archicadiin omina objekteina. Kalusteet ilmestyvät täsmälleen samalle paikalle kuin ne olisi keilatussa tilassa. Niitä voidaan siirrellä vapaasti piirustuskuvasssa ja 3D-näkymässä. Samalla niitä voidaan tuoda näkyviin piirretyille pinnoille ja käyttää niitä apuna uusien pintojen suunnitteluun. (kuva 16)



KUVA 16. Pistepilvestä leikatut kalusteet Archicadiin piirretyissä pinnoissa.

5 POHDINTA

Tutkimuksessa huomattiin, että pistepilviä pitää muokata ennen siirtoa Archicadiin. Raakadata pitää rekisteröidä ja sen jälkeen sitä on muokattava sopivammaksi. Pistepilvien siivoaminen ja kohdistaminen helpottavat huomattavasti suunnittelua ja piirustusten piirtämistä. Siivoamisvaiheessa voidaan poistaa kaikki turhat tiedot (esim. irtokalusteet, ihmiset) joilla ei ole mitään oleellista merkitystä suunnittelun kannalta. Siivoaminen madaltaa pistepilven kokoa joka johtaa siihen, että ohjelmat pystyvät helpommin lataamaan ja mallintamaan niitä.

Pistepilveä voidaan käyttää seinä- lattia- ja kattopintojen mallinnuksen apuna. Pinnoista saadaan mallinnettua tilasta tarkka tila ja samalla saadaan tarkat pohjapiirustukset. Vanhat piirustukset harvoin pitävät paikkansa ja niissä ei näy mahdolliset seinälinjojen sivusiirtymiä. Huonetilojen mitat ovat harvoin ovat senttitarkkuudeltaan vanhoissa piirustuksissa samoja kuin luonnossa. Suunnittelu helpottuu huomattavasti, kun mitat ovat tarkkoja ja niitä voidaan ottaa pistepilvestä uudestaan, milloin tahansa. Laseraineistolla voidaan tarkastella kylpyhuoneiden lattiakaatojen kallistumissuuntia ja huomata etukäteen mahdolliset pullistumat ja kuopat mitkä voivat olla ihmissilmälle vaikea huomata.

Irti leikattuja kalusteita voidaan käyttää suunnittelun apuna, koska ne ovat valmiina oikeissa paikoissa. Tämä helpottaa mahdollisten vesikalusteiden sijoittelua ja samalla voidaan tarkastaa mahtuvatko uudet kalusteet vanhojen vierelle. Samalla voidaan vertailla uuden pintamateriaalin värisävyn sopivuutta vanhojen kalusteiden kanssa sekä samoista päin. Irti leikattuja kalusteita voidaan sijoitella toisiin paikkoihin ja tutkia niiden toimivuutta uudessa sijainnissa.

Laserkeilauksesta on todella paljon hyötyä korjausrakentamisessa ja tilasuunnittelussa. Ainoa haittapuoli on suunnitteluohjelmien ja laserkeilaimien korkeat hinnat, mitkä syövät kannattavuuden pienissä pintaremonteissa. Laserkeilausmittaus voidaan tilata ulkopuolisesta toimijalta, mutta sekin on liian kallista pieniin pintaremontteihin. Isoimmissa remonttikohteissa laserkeilaus maksaa itsensä nopeasti takaisin mahdollisten virheiden minimoituessa mittatarkan tiedon takia.

Laseraineston siirto 3D-suunnitteluohjelmaan onnistuu ongelmitta ja on olemassa ilmainen ohjelma millä voidaan muokata pistepilviä niin tämä avaisi mahdollisuuksia jatkotutkimuksiin. Yksi mahdollinen tutkimusaihe olisi tutkia rakenteiden taipumia pistepilvestä ja verrata niitä käsin laskettuihin arvoihin. Laserkeilauksella saataisiin yläpohjat, palkit ja seinät mitattua millitarkasti niin rakenteen pistepilvestä voisi muodostaa yhtenäisen pinnan josta voisi mitata taipuman. Tätä arvoa verrattaisiin käsin laskettuun arvoon ja tutkittaisiin näiden eroja.

Toinen jatkotutkimus voisi keskittyä laserkeilauksen kustannuksiin. Tutkimuksessa tutkittaisiin milloin olisi taloudellisesti kannattavaa ottaa käyttöön laserkeilausmittaus rakennuskohteessa. Samalla tutkittaisiin laserkeilauksen aiheuttamia säästöjä/menoja rakennushankkeen ketjussa.

LÄHTEET

Cloudcompare. 2016. Introduction. Luettu 27.03.2018. Päivitetty 17.11.2016. <http://www.cloudcompare.org/doc/wiki/index.php?title=Introduction>

FARO, SCENE 7.1 User Manual. FARO Technologies Inc. Luettu 24.3.2018. Päivitetty 11.10.2017. <https://faro.app.box.com/s/8ogjqd50rv8p0ipkys41a6tocgxglkee>

Joala, Vahur, Laserkeilauksen perusteita ja mittauksen suunnittelu. Leica Nilomark Oy. Luettu 12.3.2018. Päivitetty 30.11.2006. <https://drive.google.com/file/d/0B3MfAq-wXowlN2Q4MzJIYjktZTA5Ni00ZGMylTlkOWUtNTQzMDIwZTI3NDVm/view>

Neopoint Oy. 2018. Laserkeilausteknologia. Luettu 12.3.2018. Päivitetty 12.3.2018. <http://www.neopoint.fi/fi/laserkeilaus>

Rajala, Marko. 2015. Laserkeilausmittaus ja rakennuksen inventointimalli. Luettu 12.3.2018. Rakennustieto. Päivitetty 08.12.2015 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK090701.pdf>

YTV 2012, osa 2 Lähtötilanne. COBIM 2012. Luettu 18.3.2018. Tietoa Finland Oy. Päivitetty 27.03.2012. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf

Wikipedia. 2018. ArchiCAD. Luettu 27.03.2018. Päivitetty 16.03.2018. <https://en.wikipedia.org/wiki/ArchiCAD>