



LiDAR kameran hyödyntäminen ti- lasuunnittelussa

Vili Happonen

Opinnäytetyö, AMK

Toukokuu 2024

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka (AMK)

Happonen, Vili

LiDAR kameran hyödyntäminen tilasuunnittelussa

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2024, 36 sivua.

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Opinnäytetyö toteutettiin toimeksiantona Sitwell ky:lle. Toimeksiantajalla oli tilanne, että kaikista suunnittelu kohteista ei ollut pohjapiirustuksia vaan niistä tuli sinnepäin käsin mitattuja hahmotelmia ja siihen tarvitsi jonkun ratkaisun. Opinnäytetyön tavoitteiksi laadittiin että selvitetään, saisiko Ipadin lidar kameralla 3D skannattua huoneista ja tiloista 3d malleja ja pohjapiirustuksia. 3D-skannausta on jo käytössä monessa paikassa ja tulevaisuudessa yleistymässä eri aloilla.

Tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksena ja tutkimusaineisto kerättiin havainnoimalla. Aineisto analysoitiin käyttäen laadullisia menetelmiä. Käytännön kokeilujen avulla ja kirjallisuuden avulla saatiin vastaukset tutkimuskysymyksiin.

Kameraa kokeiltiin käytännössä ja tietoperustaan kerättiin työn keskeisistä käsitteistä tietoa. Tutkimuksen tuloksena saatiin kattava kuva siitä, että Ipadin LiDAR kamera soveltuu hyvin pohjapiirustuksien tekemiseen, jos ei tarvitse millin tarkkoja kuvia. Jatkotutkimuksena voisi tutkia mitä 3D skannaukseen tarkoitetuilla kameroilla pystyy tekemään eri suunnittelu ohjelmien kanssa.

Avainsanat (asiasanat)

LiDAR, 3D skannaus, Kaluste, Suunnittelu, Pistepilvet, Toimisto, Tilasuunnittelu.

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Happonen, Vili

Using the lidar camera in spatial design

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2024, 36 pages.

Engineering and technology. Degree programme in construction and civil engineering. Bachelor's thesis

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

Thesis was commissioned by Sitwell ky. Principal had a situation where all designing projects did not have floor plans and they became hand-measured sketches and principal needed some solution to there. Objectives of the thesis were to find out if the ipad's lidar camera could be used to scan rooms and premises to make 3d models and floor plans. 3D-scanning is already in use in many places and will become more common in various fields in the future.

The study was carried out as a case study and the research data was collected by observation. The material was analyzed using qualitative methods. Practical experiments and literature provided answers to research questions.

Camera was tested in practice and information on key concepts of the work was collected into the knowledgebase. In The result of the study was a comprehensive picture showing that where iPad's LiDAR camera is well suited for making floor plans if you don't need millimetre-precise images. Further research could explore what cameras intended for 3D scanning can do with different design programs.

Keywords/tags (subjects)

LiDAR, 3D-scanning, Furniture, Design, Point clouds, Office, Spatial planning.

Miscellaneous (Confidential information)

Sisältö

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Johdanto | 6 |
| 2 | Työn Keskeisiä käsitteitä | 7 |
| 2.1 | Miten kaluste suunnittelua on tehty? | 7 |
| 2.2 | Tietoa toimitiloista | 7 |
| 2.2.1 | Muuntojoustavat rakennukset | 9 |
| 2.3 | Toimiston suunnittelusta tietoa | 10 |
| 2.3.1 | Miksi tilasuunnittelu on tärkeää | 10 |
| 2.3.2 | Tilasuunnittelun tavoitteet | 11 |
| 2.3.3 | Työn analysointi | 12 |
| 2.4 | BIM ja ”SCAN to BIM” | 12 |
| 2.5 | Suunnitteluohjelmat | 13 |
| 2.6 | LiDAR | 15 |
| 2.7 | 3D skannaus | 17 |
| 2.8 | Applen lidar kamera | 19 |
| 2.9 | Mitä LiDAR kameralla tehdään tai on tehty aikaisemmin | 21 |
| 3 | Työn Tavoitteet ja tutkimuskysymykset | 22 |
| 4 | Toteutus | 23 |
| 4.1 | Kehittämistyön menetelmä | 23 |
| 4.2 | Aineiston keruu | 23 |
| 5 | Tulokset | 29 |
| 6 | Pohdinta | 31 |
| 6.1 | Luotettavuus ja eettisyys | 31 |
| 6.2 | Johtopäätökset ja kehittämissuhteet | 31 |
| | Lähteet | 33 |

Kuviot

| | | |
|----------|---|----|
| Kuvio 1. | Hyvä toimintaympäristö. (RT 95-11152 Toimistotilat, tilasuunnittelu.) | 8 |
| Kuvio 2. | Toimistotilatyyppien ominaisuuksia ja tilantarve. (RT 95-11152 Toimistotilat, tilasuunnittelu.) | 9 |
| Kuvio 3. | Muuntojoustavuuden käsite ja muunneltavuuden sekä monikäyttöisyyden erot. (Häkkinen 2020.) | 10 |
| Kuvio 4. | Malli skannatusta tilasta ja sama tila suunnitteluohjelmaan siirrettynä (Verma, S. 2023). | 13 |
| Kuvio 5. | Pcon.scanin näkymästä iPadilla ja iPhoneella (LiDAR in Interior N.d). | 15 |

| | |
|---|----|
| Kuvio 6. Perus lidar järjestelmä (Ebrahim, M 2011). | 16 |
| Kuvio 7. 3D LiDARin toiminta periaate..... | 17 |
| Kuvio 8. Laser skannerin toimintaperiaate (Ebrahim, M 2011)..... | 18 |
| Kuvio 9. Pistepilvi data ja data siirrettynä revit ohjelmistoon (22 benefits of 3d laser. N.d.).... | 19 |
| Kuvio 10. Skannaus sovelluksien ominaisuuksista (Askar & Sternberg 2023, 4)..... | 20 |
| Kuvio 11. LiDAR suunnittelu käytössä (Hewett, h. & Mizuno, M. N.d)..... | 22 |
| Kuvio 12. Pcon.scan tiedosto ipadissa, kun tila on kuvattu..... | 24 |
| Kuvio 13. Skannattu tila siirrettynä suunnittelu ohjelmaan. | 25 |
| Kuvio 14. Kuva kalustettuna ja mittoja laitettuna | 25 |
| Kuvio 15. Skannattava kohde Jyväskylässä | 26 |
| Kuvio 16. Jyväskylä toimisto pcon.scan tiedosto | 26 |
| Kuvio 17. Tiedostot siirrettynä suunnittelu ohjelmaan | 27 |
| Kuvio 18. Punaisella rullamitalla otetut tarkastus mitat ja mustalla skannatut..... | 27 |
| Kuvio 19. Tiedosto pcon.scanista..... | 28 |
| Kuvio 20. Tiedostot suunnittelu ohjelmassa..... | 29 |
| Kuvio 21. Punaisella rullamitalla otetut mitat mustalla kameralla. Toimisto Jyväskylässä..... | 30 |

1 Johdanto

Nykyään suunnittelijat hyödyntävät digitaalisia ratkaisuja työn tekemiseen käsin piirrettyjen piirustusten ja pohjapiirustusten sijaan. Tällä saavutetaan tarkempi ja nopeampi projektin hallinta. (Harmaala, O 2021.) Monet yritykset käyttävät nykyään BIM ohjelmistoja koska siitä on tulossa nykyään standardi. Toimialat kehittyvät jatkuvasti ja 3D-skannaus voi olla se mikä tulevaisuudessa voi tulla yleistymään. Ennen nykyaikaisia tekniikoita tilasuunnittelu oli enimmäkseen käsin tekemistä ja visuaalista hahmottamista. Suunnittelijat käyttivät kynää, paperia ja muita piirustustarvikkeita luodakseen tilojen alustavia suunnitelma. Käsin tehtävillä mittauksilla suunnittelijat saivat tarkat mitat ja suhteet tiloista. Tällä tavoin he saivat käsintehtyjä pohjapiirustuksia, johon saattoi mennä paljonkin aikaa.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan eri kalustesuunnittelumenetelmiä sekä tarkemmin, miten 3D-skannaus soveltuisi tilojen suunnitteluun sekä miten 3d-data toimii suunnittelu ohjelmassa suunnittelun tukena. Työssä tutkitaan miten skannatut tiedostot saisi siirrettyä pcon planner suunnittelu ohjelmaan sekä miten esimerkiksi pohjapiirustusten tekeminen onnistuu ipadin liDAR kameralla. Aihe rajataan siten että kokeillaan yhtä 3d-skannaus sovellusta sekä tutkitaan, miten kalustesuunnittelua on tehty ennen. 3D-skannaus nykyään on ratkaisevassa asemassa modernissa suunnittelussa.

On kiinnostava lähteä tutkimaan, miten 3D-skannaus soveltuu tilasuunnittelun apuvälineeksi sekä tilasuunnittelun menetelmiä ja miten sitä on tehty. Työssä perehdytään syvemmin, miten 3d skannaus ipadin liDAR kameralla soveltuisi apuvälineeksi huoneiden pohjapiirrosten tekemiseen ja sen jälkeen datan siirtäminen suunnitteluohjelmaan. 3D-skannaus on nykyaikaa ja kehittyvä teknologia, jota käytetään jo monessa paikassa.

Aihe kehittää työelämää siten että nähdään, miten 3D-skannaus soveltuu suunnittelu ohjelmien kanssa yhteistyössä. Saadaan tietää kuinka helposti tiedostot voi siirtää esim. Autocadiin tai Pcon Planneriin. Tutkitaan myös erilaisia tapoja tehdä tilasuunnitelmia. Työssä nähdään nopeuttaisiko tämä suunnittelu prosessia tai onko siitä hyötyä käytännön työssä.

Työ toteutetaan keräämällä aineistoa kameran avulla luotujen kuvien kautta kokeilemalla, miten 3d-data saadaan siirrettyä suunnitteluohjelmaan ja miten 3d-data toimii suunnitteluohjelmassa.

Toimeksiantajana toimii Sitwell Ky, joka tekee toimitilojen kalustuksia. Tietoperustaan kerätään aineistoa BIM:istä, kalustesuunnittelusta ja 3D-skannauksesta. Tietoperustaan kerätään tietoa selkeyttämään, miten tilasuunnittelua tehdään sekä miten liDAR kamera toimii ja sen historiasta. Työhön otetaan tietoa pelkästään luotettavista lähteistä ja niitä verrataan toisiin samanlaisiin.

2 Työn Keskeisiä käsitteitä

2.1 Miten kaluste suunnittelua on tehty?

Kaluste suunnittelua on ennen tehty valmiille tai mitatuille pohjapiirustuksille piirtämällä ja värittämällä. 2D-suunnitteluohjelmat tuli jossain vaiheessa ja sen jälkeen tekninen kehittyminen on ollut nopeaa 3D-ohjelmiin. Nykyään suunnittelijat hyödyntävät digitaalisia ratkaisuja tarkkuuden ja nopeamman projektisuunnitelman saavuttamiseksi käsin tai pohjapiirroksiin piirrettyjen suunnitelmien sijaan asiakkaat odottavat entistä enemmän rakennus projektien ja sisustussuunnitelmien visualisoinnilta. Monelle ei riitä paperille piirretty hahmotelma uudesta tilasuunnitelmasta, vaan asiakkaat nykyään usein haluavat mahdollisimman laadukkaita ja realistisia visualisointeja tulevasta tilasta. 3D-renderöinnillä saadaan fotorealistisia kuvia tulevasta tilasta, joista näkee suoraan miltä remontin jälkeen tila tulee näyttämään ja mikä saa asiakkaalle mielenrauhan. 3D-mallin näyttäminen asiakkaalle parantaa myös yhteistyötä koska siitä voi suoraan sanoa mistä pitää ja mistä ei. (Harmaala, O 2021.)

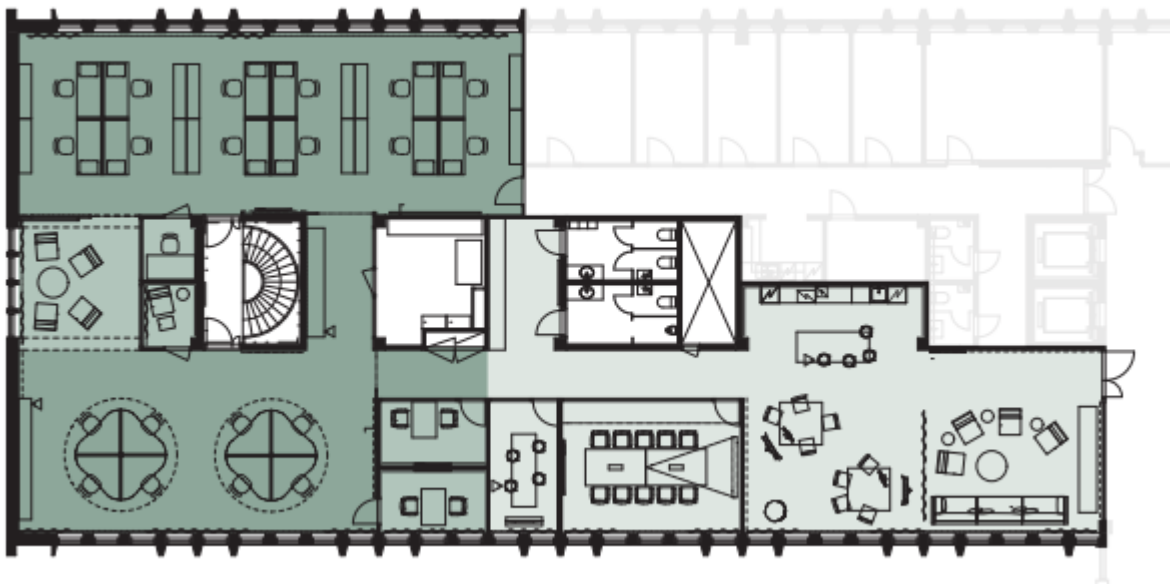
Tilojen suunnittelu on muuttunut myös, koska työn tekeminen on muuttunut siten että ennen tehtiin yhdeksästä viiteen toimistolla töitä. Nykyään työn tekeminen ei katso paikkaa, työ on enemmän joustavaa ja tämä tulee yleistymään. Yritykset suunnittelevat tiloja uudelleen, jotta tyhjät ja turhat lattianeliöt saavat uuden käyttötarkoituksen, ettei niistä tarvitse maksaa turhia kustannuksia. (What Is Office N.d.)

2.2 Tietoa toimitiloista

Ketola, R on kirjoittanut, että toimistot voivat olla hyvin ilmastoituja ja varusteltuja rakennuksia, kaupan pienessä takahuoneessa, teollisuushallin nurkassa tai kotona oleva etäpiste. Tyypillisimmillään toimiston työtila on selkeästi rajattu alue, työhuone tai seinäkkeellä erotettu avotilan osa.

Hyvin suunniteltu työympäristö tukee organisaation perustehtäviä ja työprosesseja sekä pitää yllä hyvää työilmapiiriä sekä parantaa työhön keskittymistä. (Ketola, R 2007.)

Tarvittaessa joustavat ja muuntuvat toimistotilat olisivat hyvä lähtökohta nykyaikaiselle toimistoratkaisulle. Työn tekeminen ei ole enää välttämättä aikaan ja paikkaan sidottua. Työtä tehdään nykyään entistä useammin monipaikkaiseksi, esimerkiksi organisaation eri toimipisteissä, asiakkaiden luona, kotona ja muissa etätö ympäristöissä. (Toimisto työympäristönä N.d.) Hyvä toimintaympäristö (ks. kuvio 1) on muunneltava, riittävästi tilaa, tiloja erilaisiin tarpeisiin, turvallinen, terveellinen, esteetön sekä siellä on hyvä rakennuksen ylläpito (Hyvä toimistoympäristö N.d).

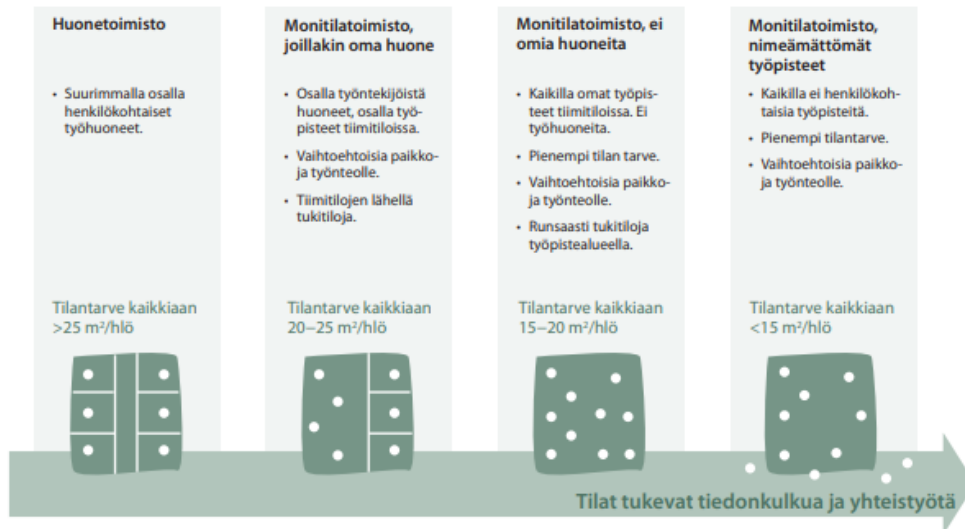


Kuvio 1. Hyvä toimintaympäristö. (RT 95-11152 Toimistotilat, tilasuunnittelu.)

Erilaisia toimistotilaratkaisuja ovat yhden tai muutaman henkilön työhuoneita, avoin yhtenäinen tila, monitilatoimisto, toimistohotelli, kombitoimisto sekä business park. Näistä monitilatoimistoja on alettu rakentamaan nykyään enemmän (ks. kuvio 2) on mainittu erilaisten tilojen eroja. Työterveyslaitoksen sivujen mukaan valtion toimitilastrategiassa linjataan, että monitilatoimisto olisi pääsääntöinen toimistojen tilaratkaisuna. (Seitsemän kysymystä monitilatoimistoista 2015.)

Monitilatoimisto on muunneltava ja joustava tilakonsepti erilaisia työtehtäviä varten. Niissä on esimerkiksi työpisteet keskittymistä vaativiin tehtäviin, puhelinkoppeja, neuvottelutiloja ja

kohtaamispaikkoja. Monitilatoimistoissa voi olla määrätty työpisteet taikka yhteisessä käytössä olevia. (Seitsemän kysymystä monitilatoimistoista 2015.) Monitilatoimistojen hyötyjä on esimerkiksi, että toimitila neliöitä tarvitaan vähemmän neliöitä, yhteisöllisyys paranee organisaatiossa, kustannukset pienenevät sekä työn tehokkuus paranee (Mikä on monitilatoimiston hyödyt N.d).



Kuvio 2. Toimistotilatyyppien ominaisuuksia ja tilantarve. (RT 95-11152 Toimistotilat, tilasuunnittelu.)

2.2.1 Muuntojoustavat rakennukset

Muuntojoustavuus käsite sisältää muunneltavuuden sekä monikäyttöisyyden (ks. kuvio 3). Toimitilojen muunneltavuudelle on koko ajan enemmän tarvetta, koska tilojen tarve on muuttunut hybridityön yleistyessä. Muuntojoustavuudella tarkoitetaan kykyä muuttaa tilaa sopimaan tiettyyn käyttötarkoitukseen ilman isompia rakennustöitä. Muuntojoustavuudella voidaan varautua jo tiedettyihin muutostarpeisiin tai mahdollisiin tuleviin muutostarpeisiin. (Häkkinen 2020.)

Rakentamisvaiheessa- ja valmiina olevissa rakennuksissa tämä on kustannustehokas sekä aikaa säästävä ratkaisu koska ei tarvitse tehdä isoja rakenteellisia muutoksia. Kantavat rakenteet suunnitellaan siten, että ne sallivat vaihtelevat sisätilasuunnitelmat tilanjaon suhteen. Rakenteellisesta näkökulmasta pitkät jännevälit ja pilarirakenteet ovat kustannustehokkaita. Muunneltavuus parantaa rakennuksen ympäristövaikutuksia pidemmän käyttöiän ja hitaamman vanhanaikaistumisen

kautta. Merkittävä taloudellinen vaikutus tulee, kun pystytään ehkäisemään rakennusten nopeaa vanhanaikaistumista. (Häkkinen 2020.)

Muunneltavat toimitilat ja niiden rakenteet mahdollistavat vaihtoehtoisia käyttötapoja tiloille lyhyidenkin jaksojen välillä. Merkittäviin rakennusten käyttöasteen parantamiseen päästäisiin monikäyttöisyyden ja muuntojoustavuuden avulla riippuu toki rakennuksen käyttötarkoituksesta. (Häkkinen 2020.)



Kuvio 3. Muuntojoustavuuden käsite ja muunneltavuuden sekä monikäyttöisyyden erot. (Häkkinen 2020.)

2.3 Toimiston suunnittelusta tietoa

2.3.1 Miksi tilasuunnittelu on tärkeää

Hyvin suunniteltu toimitila tukee työntekijöiden hyvinvointia, mutta kuvastaa myös yritysten arvoja, brandia ja sen tapaa toimia. Ammattilaisen tekemä toimitilasuunnitelma säästää yrityspäätäjien ja henkilökunnan monelta vaivalta ja virrehankinnalta. (Forwell, T 2023.)

Tilasuunnittelulla saadaan vähennettyä turhia neliöitä parannettua työpaikan viihtyvyyttä sekä lisättyä luovuutta ja tuottavuutta. On aika tehdä esimerkiksi tilamuutoksia, jos keittiö vie puolet lattiasta, mutta kukaan ei käytä sitä ja muut tilat vievät vain neljäsosan ja niitä käytetään joka päivä. (Forwell, T 2023.) Paras tulos saadaan, kun tilat ja niiden käyttötapa suunnitellaan tilojen käyttäjien kanssa tilojen toimintaa, voidaan ohjata näin haluttuun suuntaan (RT 95-11151 2014).

2.3.2 Tilasuunnittelun tavoitteet

Tilasuunnittelun tavoitteena on saada taloudellisesti ja toiminnallisesti tehokas, toimintaa tukeva, turvallinen, terveellinen ja viihtyisä työympäristö. Sen tulisi tukea sekä organisaation tavoitteita että työntekijöiden tarpeita siten että työn tekeminen on rauhallista. Hyvä työympäristö toisaalta edistää tiedonkulkua, vuorovaikutusta ja oppimista ja samalla tarjoaa mahdollisuuden keskittymiseen ja työrauhaan. (RT 95-11151 2014.)

Ttl:n sivujen mukaan tilojen suunnittelussa kannattaa ottaa huomioon esimerkiksi organisaation tavoitteet ja työn vaatimukset. Työtilat kannattaa suunnitella myös siellä tehtävää työtä varten niin, että eri työntehtävien tekijöiden tarpeet huomioidaan. Tilaratkaisuja ei siis kannattaisi alkaa kopioida muualta, vaikka se helpottaisikin suunnittelua. Toimistotilat kannattaa yleensä jakaa eri vyöhykkeisiin työn toiminnan mukaan. Vyöhykkeisyys parantaa muun muassa tietoturvaa ja rauhoittaa työntekeä. Toimistotyössä suositeltava vähimmäiskoko olisi olla ttl:n sivujen mukaan yhden hengen työtilalle 10–12 neliötä, jos kyseessä on avotila niin yhdelle henkilölle, tulisi varata vähintään 7 neliötä. Avotoimistojen suunnittelua perustellaan avoimena organisaation kulttuurilla ja dynaamisella. Työtilojen suunnittelu ratkaisut pitäisi perustua kuitenkin siihen millaiset ovat työn vaatimukset ja organisaation todelliset tarpeet esimerkiksi, miten paljon työssä tarvitaan keskittymistä ja vuorovaikutusta. Parhaimmillaan tilat voivat tarjota mahdollisuuden molempiin ominaisuuksiin. Ttl:n sivuilla sanotaan, että toimistotiloista välittyvä mielikuva, tilojen sijainti ja viihtyisyys vaikuttavat neliöiden ja mainittujen ympäristötekijöiden lisäksi työntekijöiden työmotivaatioon ja terveyteen. (Toimisto ja tietotyö N.d.)

Tilojen ja teknisten ratkaisujen tulisi olla muuntojoustavia, koska tilojen käyttäjät vaihtuvat ja käyttäjien tarpeet muuttuvat (RT 95-11151 2014). Toimiston ääniympäristö on tärkeä pitää sellaisella tasolla, ettei se häiritse työtehtäviä. Melu tulee yleensä toimistoissa puheenäänistä ja sillä on vaikutusta keskittymiseen (Toimisto työympäristönä N.d). Työtilat ja niiden käyttötavat kannattaa suunnitella siten, että työntekijöillä olisi käytettävissä vaihtoehtoisia työpisteitä tai huoneita, jos vaihtoehtoisia töitä varten. Äänentuotoltaan erilaisia tehtäviä ei kannata sotkea keskenään esimerkiksi puhelin työtä tekevien ja keskittymistä vaativien tehtävien. (RT 95-11153 2014.)

2.3.3 Työn analysointi

Kattavalla työn analysoinnilla selvitetään työtiloissa tehtävien töiden kulku. Samalla selvitetään työntekijöiden ja yksiköiden väliset yhteydenpitotarpeet. Työn analysoinnin perusteella voidaan määrittää valaistuksen, ääniympäristövaatimukset, työtilan järjestyksen, työpisteiden sijoittelun työtilassa, yksittäisen työpisteen kalustuksen sekä tietoturvan tarpeen. RT-kortin mukaan työn analysoinnissa voitaisiin esittää esimerkiksi seuraavanlaisia kysymyksiä: (RT 95-11153 2014.)

- Henkilöstön määrä ja onko se kasvamassa.
- Yrityksen imago
- Tehdäänkö yrityksessä paljon video tai puhelin työtä
- Mitä erilaisia toimintoja kohteessa tehdään ja kuinka monta prosenttia työajasta työskennellään työpisteessä
- Millaiset ovat yhteydenpito- ja neuvottelutarpeet
- Millaista materiaalia käsitellään, tarvitaanko kuinka paljon säilytys tilaa
- Mitä työskentely ja apuvälineitä tarvitaan
- Onko erityisiä turvallisuustarpeita; salassa pidettävää materiaalia tai paljon vierailijoita
- Työympäristön vaatimuksia voidaan selvittää (ilmastointi, ilmanvaihto, valaistus ja ääniympäristö).
- Onko erityisiä keskittymisiä vaativia tehtäviä tai yksityisiä puheluita.

2.4 BIM ja ”SCAN to BIM”

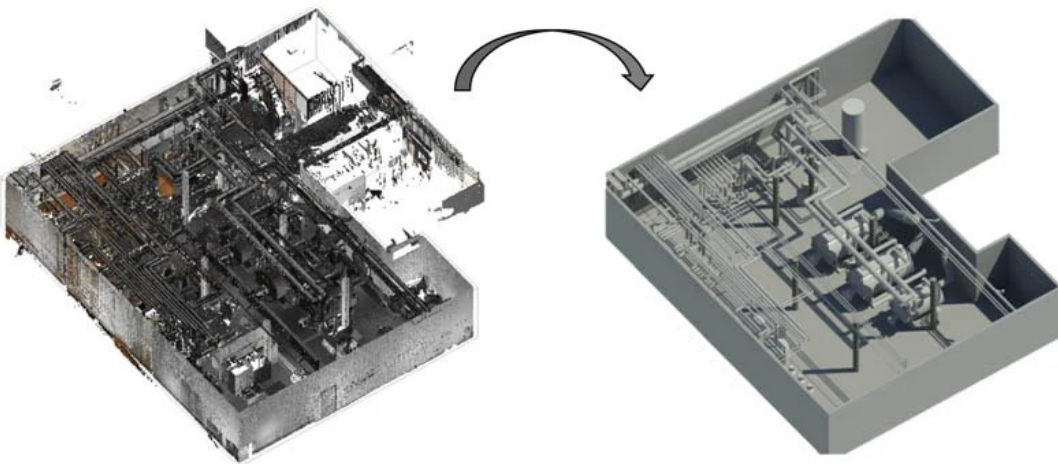
BIM on lyhenne sanoista Building Information Modelling, ja se on menetelmä, jolla luodaan ja hallitaan digitaalisia esitelmiä rakennuksista, jota voidaan hyödyntää koko projektin elinkaaren ajan. Rakennustietomallien idea käytössä on yhdistää ihmiset ja teknologia. Tämä parantaa työnkulkua, jotka parantavat päätöksen tekoa ja tuloksia arkkitehtuurissa, suunnittelussa ja rakentamisessa. BIM on mahdollistanut arkkitehtien osallistumisen kaikkiin projektin vaiheisiin tai rakennusinsinööreille malleissa on paljon dataa. Rakentamisen johdolle BIM mahdollistaa rakentamisen hallinnan, aikataulujen, kustannusten, turvallisuuden ja laadun hallinnan tehokkaan käsittelyn. Työnkulku tehostuu ja niiden läpinäkyvyys kaikille sidosryhmille on korkea. Sidosryhmään kuuluu kaikki projektissa mukana olevat esimerkiksi suunnittelusta vastaavista arkkitehteistä työnkulun hallinnasta vastaaviin urakoitsijoihin ja projektipäälliköihin. BIM-mallit sisältävät kaiken oleellisen tiedon kustakin komponentista. BIM- lyhenteen i-kirjain eli informaatio on hyvin tärkeää eri osapuolien kesken. (Hnin, T 2022.)

Termi ”Scan to BIM” viittaa rakennuksen tietomallin luomiseen 3D-skannatuista datasta (ks. Kuvio 4). Se on prosessi, jossa fyysinen tila kaapataan pistepilvi dataksi, jota käytetään siten BIM mallin

luomiseen. Skannatut 3D-mallit ovat hyödyllisiä, kun verrataan alkuperäisiä suunnitelmia nykyisiin projektisuunnitelmiin. Skannauksen etuja ovat esimerkiksi nopea tiedonkeruu. (Verma, S. 2023.)

BIM:in hyödyt: (Verma, S. 2023).

- Realiaikainen pääsy rakennustietoihin
- Tarkka projektin suunnittelu
- parannettu viestintä projektiryhmien välillä
- Kustannusarvionlaskeminen tietomallista
- Projektien visualisointi suunnittelu
- Virheiden tunnistaminen ja niiden lieventäminen
- Parannettu aikataulujen toteutus
- Rakennusosien esivalmistus



Kuvio 4. Malli skannatusta tilasta ja sama tila suunnitteluohjelmaan siirrettynä (Verma, S. 2023).

2.5 Suunnitteluohjelmat

Pcon.planner on 3D suunnittelu ohjelma, jolla voi luoda yksityiskohtaisia, kolmiulotteisia pohjapiir- roksia. Riippumatta siitä, onko aloittamassa uutta tai lataamassa olemassa olevan pohjapiirustuk- sen voit yksinkertaisesti ja nopeasti tehdä suunnitelman. Pcon.plannerilla pystyy lisäämään CAD malleja eri muodossa (DWG, SKP, 3DS, jne.) suunnitelmiin tai lataamaan sopivia malleja ohjelmaan liitetystä toimittajaluettelosta. Voit suunnitella rakenteita, suunnitella objekteja tai muokata

kohteita, pystyt antamaan asiakkaille selkeät kuvat suunnitelmistasi. BIM on yhä merkittävämmässä asemassa arkkitehtuurin ja rakennus suunnittelun maailmassa. BIM:in avulla voit tuoda suunnitelmat muilta suunnittelijoilta ja jatkaa saman rakennusmallin käyttöä koko suunnitelman ajan. (pCon.planner is N.d.)

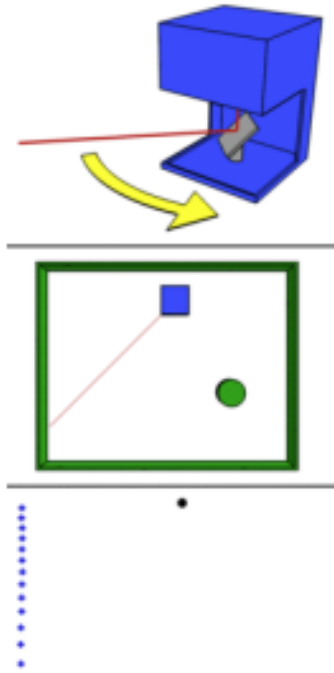
Pcon.scan on iphonen tai ipadin lidar kameraa hyödyntävä Apple storesta ladattava ilmainen sovellus, jota voidaan käyttää pistepilvien luomiseen (ks. Kuvio 5). Suunnittelijat voivat tällä luoda nopeasti virtuaalimalleja ilman fyysisiä mittauksia. Sovelluksen avulla voi skannata ja luoda nopeasti 3D huonemallin ja lähettää ne suunnitteluohjelmaan. Tällä saa esimerkiksi myytävästä asunnosta nopeasti ja tarpeeksi tarkasti 3D mallin taikka pohjapiirustuksen tehtyä. Sovelluksella saa skannattua seinät, ovet ja ikkunat muttei huonekaluja paitsi neliöinä niiden paikat. (LiDAR in Interior N.d.) Pcon.scan käyttää .USDZ tai .EOX muotoa tiedostojen siirtämisessä. USDZ on uusi tiedostomuoto, joka on suunniteltu 3D datan jakamiseen eri sovellusten ja laitteiden välillä. USDZ tulee sanoista "Universal Scene Description Zip" pakattu 3D-tiedostomuoto, jonka Apple on kehittänyt yhteistyössä Pixarin kanssa. USDZ tiedostomuoto on suunniteltu optimoiduksi 3D-objektien tai animaatioiden jakamiseen apple laitteissa. USDZ-muoto on yksittäinen, itsenäinen tiedostomuoto, joka sisältää kaikki tarvittavat tiedot 3D datan näyttämiseksi ilman muita riippuvuuksien. Tämän avulla on helppo pakata 3D data yhteen tiedostoon ja jakaa sitä. Android ei tue USDZ muotoa vaan sillä on oma vastaavanlainen glTF ja glB muoto. USDZ on rakennettu USD:n päälle, ja se hyödyntää teknologioiden yhdistelmää. Yleisimpiä käyttötapauksia tälle on lisätty todellisuus (AR), tuotevisualisointi, arkkitehtien ja suunnittelijoiden visualisointi. Tässä tiedostomuodossa on joitakin rajoitettuja ominaisuuksia verrattuna muihin. Se ei tue kaikkia kehittyneitä ominaisuuksia esimerkiksi jotain renderöinti tekniikoita puuttuu sekä tämä ei ole yhteensopiva kaikkien alustojen kanssa, jolloin joutuu käyttämään muita vastaavanlaisia. (USDZ format 2024.)



Kuvio 5. Pcon.scanin näkymästä ipadilla ja iphonella (LiDAR in Interior N.d).

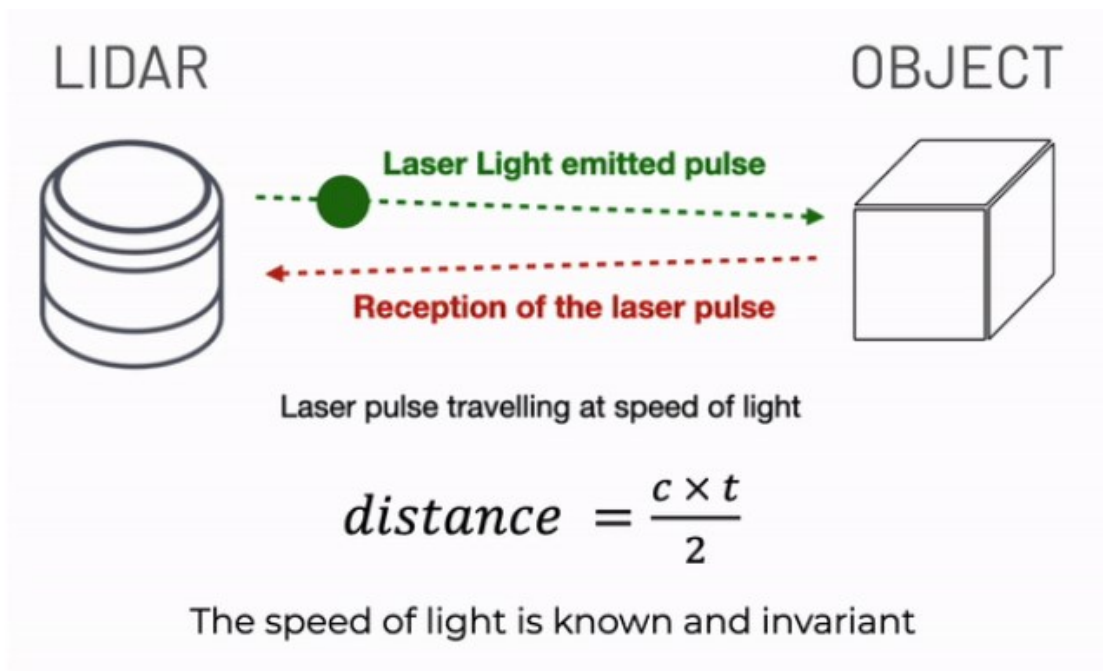
2.6 LiDAR

LiDAR on lyhenne sanoista "light detection and range" ja se on optinen kaukokartoitustekniikka, jolla voi mitata etäisyyttä tai muita ominaisuuksia kohteesta yleensä laser pulssien avulla. Lidar teknologiaa hyödynnetään nykyään monessa paikassa esimerkiksi autoissa, armeijan laitteissa ja roboteissa. Lidar käyttää samaa periaatetta kuin RADAR se lähettää säteitä kohteeseen esimerkiksi maahan ja laskee ajan minkä säteellä kestää palata ja tästä saadaan etäisyys kohteeseen. Lidarin ero RADARIin on pääasiassa sen pääsy pieniin kohteisiin, läpäisy kyky kasvillisuuteen ja että RADAR käyttää erilaista aaltoa. LiDAR lyhenne on tullut ilmi vuonna 1953 ennenkuin lasereita oli keksitty ja ensimmäinen LiDAR teknologia oli käytössä valonlähteenä. Perus LiDAR järjestelmään kuuluu laseretäisyys mittari, joka heijastuu pyörivästä peilistä (Ks kuvio 6.). (Ebrahim, M 2011, 53.)



Kuvio 6. Perus lidar järjestelmä (Ebrahim, M 2011).

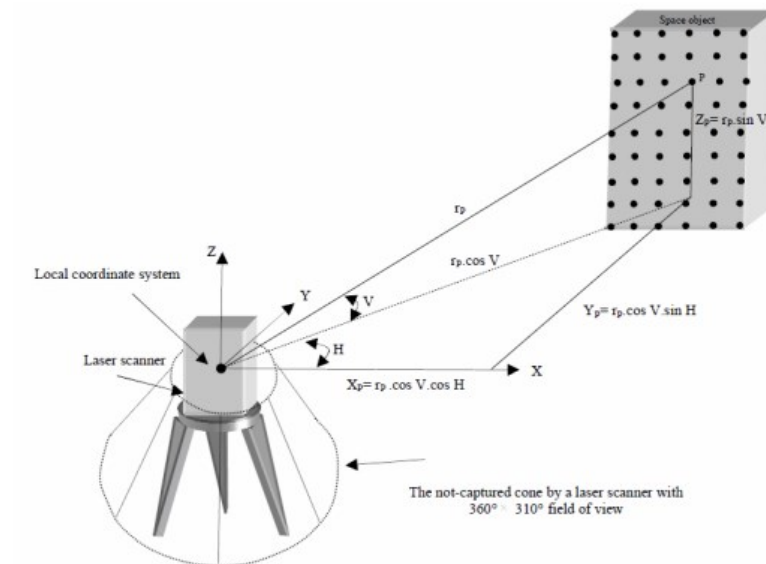
Lyhyesti selitettynä tyypillinen lidar-anturi lähettää laser pulsseja ympäristöön rakenteisiin tai liikkuviin kohteisiin. Nämä pulssit kimpoavat ympäröivistä esineistä ja palaavat takaisin anturiin (ks. kuvio.) Anturi laskee aikaa, joka kuluu kunkin pulssin palatessa anturiin sen matkan laskemiseksi, jonka se kulki (ks kuvio 7). Tätä prosessia voidaan toistaa miljoonia kertoja sekunnissa niin voidaan luoda pistepilvi, jossa on lukuisia usein miljoonia pisteitä kolmiulotteisessa avaruudessa, jolla voidaan luoda reaaliaikainen 3D-kartta ympäristöstä. (How Does Lidar Work? N.d.) LiDAR käyttää sähkömagneettisia aaltoja se on aktiivinen sensori eli se lähettää aallon ja vastaan ottaa sen takaisin. LiDAR ei pysty läpäisemään kuin ohuimpia pilviä sen aallonpituudenvuoksi, sitä käytetäänkin usein kuvaussensorina. Sitä voidaan käyttää 2D, elektro-optisena sensorina tai 3D kuvantamiseen jossa 3D kuvantamisessa alueen jokainen pikseli mitataan. LiDAR on hyvä sensori erilaisten kohteiden tunnistamiseen. Yksi syy siihen on, että se voi toimia samankaltaisilla aallonpituuksilla kuin mihin silmä on tottunut näkemään. Yleinen LiDAR ”tyyppi” on nykyään 3D, joka mittaa jokaisesta suunnasta ja kulmasta. (Paul, M 2019, 1-8.)



Kuvio 7. 3D LiDARin toiminta periaate.

2.7 3D skannaus

3D skannerit ovat hyvin samanlaisia perinteisten kameroiden kanssa (ks. kuvio 8.). Perinteisin kameroiden tavoin ne voivat kerätä tietoa pinnoista, jotka eivät ole hämäriä. Kun kamera kerää väritietoa pinnoista niin 3D skannerit keräävät etäisyyttä koskevia tietoja. ”Kuvan” jonka 3D skanneri tuottaa kuvaa etäisyyden objektin pintaan kuvan jokaisesta kohdasta. Tämä tekniikka mahdollistaa objektin jokaisen sivun tarkastelun kuvassa. Useimmiten yksittäinen skannaus ei riitä muodostamaan kokonaista 3D mallia objektista. Voidaan tarvita kymmeniäkin kertoja eri kuva kulmista, jotta saadaan tarvittavat tiedot luomaan 3D malli. (Ebrahim, M 2011, 4-5.) Lyhykäisyydessä 3D-skannaus on minkä tahansa esineen digitaalinen esitys. Se on fyysisen objektin muuntaminen 3D kuvaksi skannauksen avulla, sen voi tehdä tabletilla, puhelimella tai siihen tarkoitettulla laitteella. Näissä 3D-suuntautuneissa laitteissa on erityisiä antureita, jotka havaitsevat kohteen muodot ja tärkeimmät osat sekä pisteet. Kun tiedot on kerätty, sen voi muuttaa ja muokata omaa skannattua aluetta tai objektia haluamallasi tavalla, muuntaa sen 3D-tiedostoksi ja tuloksena on täydellinen 3D-malli, jota voi esittää näytöllä (ks. kuvio 9.). 3D-tiedostoa voi muokata skannauksen jälkeen suunnitteluohjelmilla sekä sitä voi käyttää esimerkiksi peleissä. Vaikeiden ja aikaa vievien töiden helpottamiseksi 3D skannaus on hyvä apu, tällä on tiivis yhteys esimerkiksi tekniikan aloille ja markkinointiin. (3D Room Scanning 2022.)

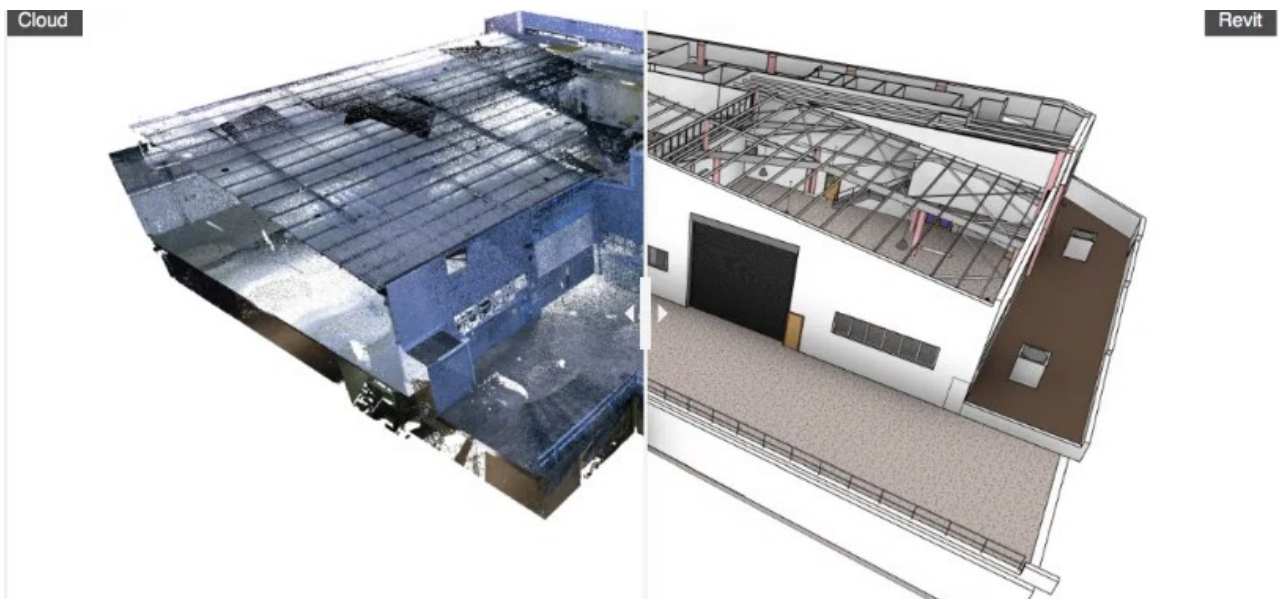


Kuvio 8. Laser skannerin toimintaperiaate (Ebrahim, M 2011).

Ensimmäiset 3D skannaus/LiDAR teknologiat kehitettiin 1960 luvulla ensimmäiset skannerit käyttivät valoa, kameroita ja projektoreita prosessin tekemiseen. Tarkkoihin kuvauksiin meni paljon aikaa koska niihin tarvitsi paljon laitteita. (Ebrahim, M 2011, 4.) LiDAR ei ole uusi teknologia se oli aluksi -60 luvulla armeijan käytössä ja -70 luvulla Nasan käytössä, jossa sillä kartoitettiin kuun pinta. 90 luvulla 3d skannereita aloitettiin käyttämään suunnittelu ja insinööritarkoituksiin, CAD ohjelmat mahdollistivat suunnittelijoita muuntamaan pistepilvi dataa 2D ja 3D malleiksi. 2000 luvulla teknologiaa alettiin käyttämään itseohjautuvissa ajoneuvoissa, imureissa sekä muissa laitteissa (The history of 3D laser scanning N.d.)

3D laser skannauksesta on tulossa arkkitehtuurin ja rakentamisen alojen standardi työkalu. Aiemmin arkkitehdit ja insinöörit, jotka halusivat luoda 3D mallin lähettivät todennäköisesti henkilökuntaa keräämään mittoja projektia varten mitä siihen tarvitsee, sen sijaan laser skannauksen avulla saa kaikki tarvittavat tiedot kohteesta nopeasti. 3D-skannauksen avulla kohteesta ei jää mitään dokumentoimatta vaan tietoa saa enemmän kuin tarpeeksi. Haittoja tällä tekniikalla oli 2000 luvun alussa, kun laitteet maksoivat paljon mutta viime vuosina niiden hinnat ovat tulleet alas. IPhonen kameralla pääsee halvimmillaan käsiksi näihin ominaisuuksiin. Kalliimmilla skannereilla voidaan kuvata todella kaukaa ja päästä alle 10 mm tarkkuuksiin. 3D skannauksen hyötyjä ovat, että saadaan kohde kaapattua nykyhetken kunnossa sisältä ja ulkoa sekä saadaan mittoja semmoisista paikoista, joista niitä ei muuten ole mahdollista saada. Hyötyä on myös työturvallisuudessa, tarkkojen

pohjapiirustusten tekemisessä sekä on kustannustehokas ja nopea ratkaisu näihin. (22 benefits of 3d laser. N.d.)



Kuvio 9. Pistepilvi data ja data siirrettynä revit ohjelmistoon (22 benefits of 3d laser. N.d.).

Pistepilvi on kolmiulotteinen aineisto kohteesta, se koostuu tuhansista ja miljoonista pisteistä. Aineisto sisältää kohteesta tarkan geometrian ja parhaimmillaan millimetrien tarkkuudessa. Pisteistä voidaan myös saada sen 3D-sijaintinsa kolmiulotteisessa avaruudessa lisäksi tietoja kohteen materiaalista ja väristä. Pistepilviä voidaan tehdä laserkeilaimien ja fotogrammetrian avulla. Laserkeilaimia on paljon erilaisia ja moneen eri käyttötarkoitukseen. (Keitaanniemi, A. 2021.)

2.8 Applen lidar kamera

Nykyään puhelimista löytyy lidar kamera esimerkiksi iphone 12 pro tai ipad pro 2020 oli ensimmäiset puhelimet applelta, joissa se oli ja niiden jälkeen tulleissa pro malleissa. Applen lidar kame-roista on hyötyä esimerkiksi seinien mittaamisessa, huoneiden 3d mallien, esineiden 3 mallien tai pohjapiirustuksien tekemiseen mutta applen kameralla ei saa millimetrin tarkkuisia kuvia, joten tarkkaa suunnittelu työtä niillä ei kannata alkaa tekemään. Applen lidar kameran huonoja puolia on, ettei niillä saa kuvattua kovin kauas maksimissaan noin 5 metrin päähän ja eivätkä ne ole millimetrin tarkkoja. Perinteisesti liDAR järjestelmät ja laserskannerit ovat kalliita ja suuria laitteita, mutta apple on mahdollistanut kuluttajille liDAR kameran käytön ilman erikseen kalliiden

kameroiden ostamista. Puhelimien sovellukset tekevät tiedostojen siirtämisestä helppoa ja data on integroitavissa ohjelmistoihin. Dataa pystyy muuntelemaan tiedostojen kanssa yhteensopivissa suunnittelu ja mallinnus ohjelmissa BIMin käyttäminen projektien visualisoinnissa auttaa huomattavasti suunnittelijoiden töissä. (Roopinder, T 2022.)

Tutkimuksen mukaan parhaan tuloksen saamiseksi, kun 3d skannataan huoneita skannaus etäisyys täytyisi olla 1–1.5 metriä ja maksimissaan 5 metriä sekä valaistuksen tulisi olla oikeanlainen. Kuvata kannattaa paljon eri kuvakulmista. Parhaat mittaustarkkuudet olivat alle 1 mm tarkkuudella ja tämän mukaan iPad pro soveltuu hyvin 3D kuvan luomiseen. Tutkimus lupaa 1–5 % mittausvirhettä kameralla kuvatessa, kun kuvaus etäisyys oli alle 1.5 metriä niin 90 % mittaustuloksissa heitto oli alle 1 mm. Skannaus sovellukset suosittelevat ottamaan tarkastusmittoja mitalla tai piirustuksista jos kuvaa jotain mihin tarvitsee tarkkoja mittoja ja mitalla kannattaa tarkistaa, että kuvaukset on tehnyt oikein. (Teo, T. 2023.)

Esimerkki sovelluksia, joilla voi käyttää lidaria ja niistä tietoa (ks. Kuvio 10). (Askar & Sternberg 2023, 4).

- 3d Scanner app
- PolyCam
- Sitescape
- Scaniverse

changes in the specifications.

| | 3D Scanner App | PolyCam | SiteScape | Scaniverse |
|--------------------|--|---|---|--|
| Scan mode | LIDAR, LIDAR Advance, Point Cloud, Photos, TrueDepth | LIDAR, Photo, Room | LIDAR | Small object, medium object, large object (area) |
| Scan settings | Resolution, max depth | - | Point density and size (low, med, high) | Range setting (max 5 m) |
| Processing options | HD, Fast, Custom | Fast, Space, Object, Custom | Syncing to the SiteScape cloud | Speed, area, detail |
| Processing steps | Smoothing, simplifying, texturing | - | - | - |
| Export as | Point cloud, mesh | Point cloud, mesh | Point cloud | Point cloud, mesh |
| Export formats | PCD, PLY, LAS, e57, PTS, XYZ, OBJ, KMZ, FBX etc. | DXF, PLY, LAS, PTS, XYZ, OBJ, STL, FBX etc. | e57 | PLY, LAS, OBJ, FBX, STL, GLB, USDZ |

Kuvio 10. Skannaus sovelluksien ominaisuuksista (Askar & Sternberg 2023, 4).

2.9 Mitä LiDAR kameralla tehdään tai on tehty aikaisemmin

Nykyään lidar teknologiasta on tulossa yhä suositumpaa eri toimialoilla sen korkean tarkkuuden vuoksi. Sitä voidaan käyttää monenlaisiin käyttötarkoituksiin, mikä tekee siitä olennaisen työkalun esimerkiksi seuraavilla aloilla: Kartoitus ja maanmittaus, Arkeologia, Metsä ja maatalous, Itseajavat autot, Rakentaminen, Kaivostoiminta ja louhinta, Tulvakartoitus ja -hallinta, ilmailu, ympäristöseuranta, armeija ja puolustus. Lidar-tekniikan ensisijaisista eduista on sen kyky saada tarkkaa dataa vaikeissa tai vaikeasti tavoitettavissa paikoissa. (What is LiDAR? N.d.)

Monista rakennushankkeista puuttuu meneillä olevat tiedot ja skannauksen avulla suunnittelijat voivat käyttää reaaliaikaista skannaus dataa suunnittelun perustana. Tällä menetelmällä säästää paljon aikaa ja kustannuksia. (The history of 3D laser scanning N.d.) Tilasuunnittelussa kameraa on käytetty tilojen mallinnuksessa, kameraa käytetään sisätilojen tarkassa mallintamisessa ja kartoittamisessa. Kameralla saa tarkan 3D-mallin tilasta, jota voidaan käyttää suunnittelun apuna. Käyttökohteet ovat lähes rajattomat kameran kanssa, työmaalla työnjohtaja voi mahdollisesti tulevaisuudessa kävellä asuntojen läpi puhelin kädessä ja saada tarkan 3D-mallin jokaisesta huoneen muodosta ja pinnasta. Hän voi jakaa fotorealistisen ja mittasuhteiltaan oikean mallin kenelle tahansa tarkastettavaksi ja kommentoitavaksi. (3D-kuvantamista ihan kaikille 2020.) Lidar kameran yksi eduista on myös, että se voi kaapata yksityiskohtia, joita voi olla vaikea mitata fyysisesti, kuten talojen kattojen korkeuksia tai muita korkeita muotoja. Lisäksi sillä voidaan luoda visualisointeja sekä virtuaalitodellisuuksia. Taloja ja huoneita voi skannata, jotta voi tehdä malleja esimerkiksi talonmyynti kuviksi ja samalla saa talon huoneiden mitat. (Ludlam 2023.)

Lidarin parhaat hyödyt rakennustyömailla on kustannuslaskennassa, rakentamisen suunnittelussa (ks. kuvio 11.) ja rakentamisen edistymisen seurannassa. Lidaria voidaan myös käyttää muuhunkin kuin uudisrakentamiseen, se on teiden ja rakennusten korjausrakentamiseen myös hyvä työkalu koska sillä saa nopeasti ja tarkasti tietoa rakennuksista. (Top Benefits of Using LiDAR 2023.) Kameraa on alettu hyödyntämään työturvallisuudessakin. Esimerkiksi kuormanpurussa nosturin päähän asennetulla anturilla, voidaan luoda turva alue, joka hälyttää, jos kuorman turva-alueella on ihmisiä. (Dubois 2023.) Skannaus on paljon nopeampaa kuin perinteiset menetelmät, josta on hyötyä projektin seurannassa ja se virtaviivaistaa projektinkulkua. Laser skannausta hyödynnetään nyt tietomallituksen tukena, sillä voidaan kuvata rakenneosia, LVI:tä, putkistoja ja raudoitusta. (PourMohammadi 2023.)



Kuvio 11. LiDAR suunnittelu käytössä (Hewett, h. & Mizuno, M. N.d).

3 Työn Tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia kaluste/tila suunnittelu menetelmiä sekä perehtyä syvemmin, miten 3D-skannaus soveltuisi suunnittelun tueksi tai pohjakuvien tekemiseen. Toimeksiantajalle tämä on tärkeää, jotta saataisiin jokaisesta kohteesta pohjakuvat sekä 3d kuvat, mistä niitä ei ole muuta kautta mahdollista saada. Tutkimustyöstä selviää, miten skannaus soveltuu kalustesuunnitteluun ja voidaanko sitä hyödyntää jatkossa tai tarvitseeko siihen muita erillisiä skannereita kuin ipad. Aihetta rajataan siten että tutkitaan vain ipadin lidar kameraa.

Opinnäytetyön tutkimusongelma tiivistettiin seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

Soveltuuko 3D skannaus tilasuunnitteluun?

Riittääkö pelkkä Ipadin kamera?

Nopeuttaako skannaus suunnittelu työtä?

Onko suunnittelu ohjelmalla ongelmia toimia 3D datan kanssa?

Mitä ominaisuuksia pohjakuvilta tarvitaan tilasuunnitteluun entä tarkempaan työhön?

4 Toteutus

4.1 Kehittämistyön menetelmä

Opinnäytetyö toteutettiin tapaustutkimuksena, koska tässä tutkitaan työelämän työnprosessin kehittämistä ja tavoitteena oli löytää vastauksia yhteen työelämän ongelmaan. Tapaustutkimuksissa on tyypillistä, että tarkastellaan yhtä tai useampaa tapausta ratkaisu on tapaustutkimuksen päämäärä. Tapauksen ratkaisemisessa toimii tutkimuskysymykset, jotka toimivat työn johtolankana. Aineisto analysoidaan käyttäen laadullisia menetelmiä. (Eriksson & Koistinen. 2005, 1.) Tässä raportin osuudessa kuvaillaan työnprosessia. Käsitellään työn käytännön toteutusta ja esitellään mitä on tehty. Työn avulla pyrittiin selvittämään, miten tila- tai kalustesuunnittelua on tehty ja perehdytään kokeilujen kautta, miten 3D-skannaus soveltuu tilasuunnitteluun ja pohjapiirrosten tekemiseen.

Työn aineisto kerätään käymällä kohteissa kuvaamassa ipadin liDAR kameralla ja ottamalla rullamitalla vertailun vuoksi mitat, jotta nähdään kameran tarkkuus. Lisäksi selvitetään pistepilvi datan yhteensopivuus suunnittelu ohjelman kanssa. Työtä lähdetään tekemään etsimällä ensin hyvä sovellus, joka soveltuu kuvaamiseen ja tiedostojen siirtämiseen suunnittelu ohjelmaan. Tämän jälkeen tehdään kuvaukset ja mittaustarkkuus sekä kuvaamisen kannattavuuden vertaamiset.

4.2 Aineiston keruu

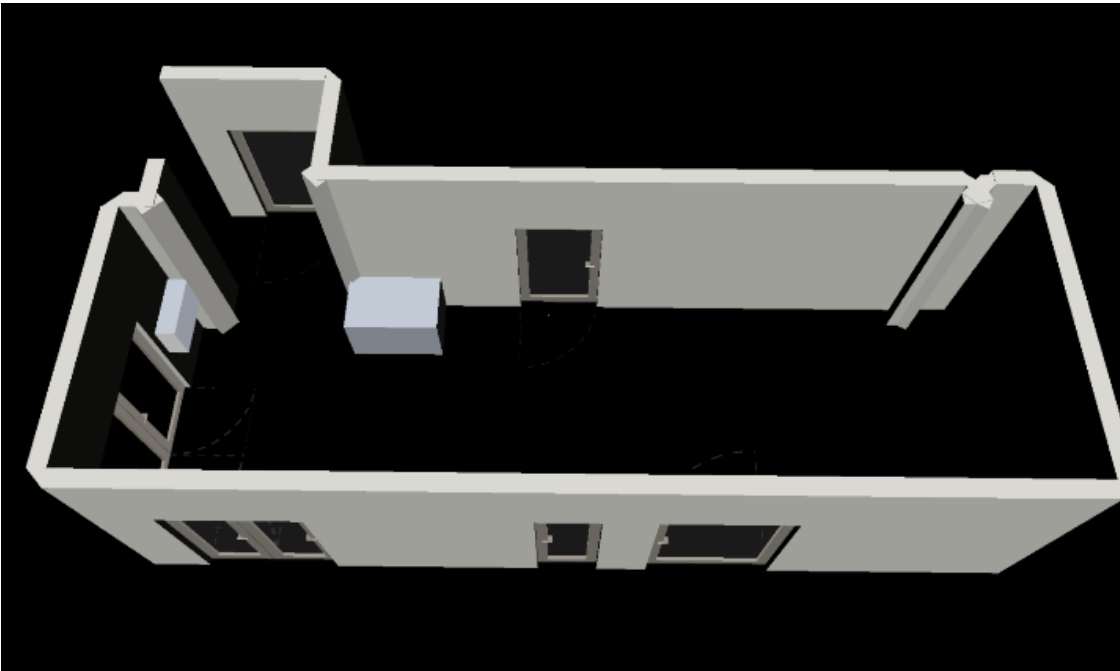
Työn tarkoituksena oli tutkia erilaisia kalustesuunnittelu menetelmiä sekä perehtyä paremmin, miten 3D-skannaus soveltuisi tilasuunnittelun tueksi. Toimeksiantajalle tämä on tärkeä, että saataisiin jokaisesta kohteesta 3D kuvat. Tutkimustyössä selvitetään, kuinka 3D skannaus ipadin avulla soveltuu tilojen suunnitteluun.

Työn tekeminen aloitettiin etsimällä erilaisia 3d skannaus sovelluksia mitä on tarjolla ipadille ja niitä löytyi paljon, joista lähdettiin karsimaan ja päädyttiin kokeilemaan pcon.plannerin omaa skannaus sovellusta pcon.scania. Muita sovelluksia, joita kokeilin, jotka olivat joko ylihintaisia tai eivät soveltuneet tähän tarkoitukseen niin hyvin: 3Dplanner, 3Dscanner, Magicplan, MagiScan ja Polycam.

Tietoperustassa on kerrottu näiden sovelluksien ominaisuuksista tarkemmin. Kun löydettiin sopiva skannaus sovellus, etsittiin tilat mitä voidaan mennä kuvaamaan, mielellään tyhjä tila kameran kokeilua varten, tyhjätila siksi että kamera varmasti saa kuvattua seinät ilman että siinä mitään tiellä. Vertailun vuoksi kokeillaan myös semmoista tilaa, jossa on kalusteita, jotta nähdään, onnistuuko kalustetusta tilasta tekemään pohjakuvia.

Ensimmäinen kohde:

Ensimmäinen kohde löytyi kauppakeskuksen välitilasta, johon oli tarkoitus tehdä toimistotilat. Pääsin aloittamaan tilan kuvauksen, sekä kokeilemaan 3d skannaus tiedostojen siirtoa suunnittelu ohjelmaan. Tiloista saatiin kuvaamisen jälkeen mukaiset mallit (ks. kuvio 12), jotka pystyivät siirtämään suunnitteluohjelmaan sähköpostin avulla tai toinen keino olisi ollut siirtää tiedostot pilveen joka olisi järkevää, jos näitä tekee paljon. Tässä kohteessa oli kaksi pilaria, jonka sovellus kuvasi epätarkasti, joka piti jälkikäteen korjata suunnitteluohjelmassa. Kävin rullamitalla seiiniä läpi vertailun vuoksi.



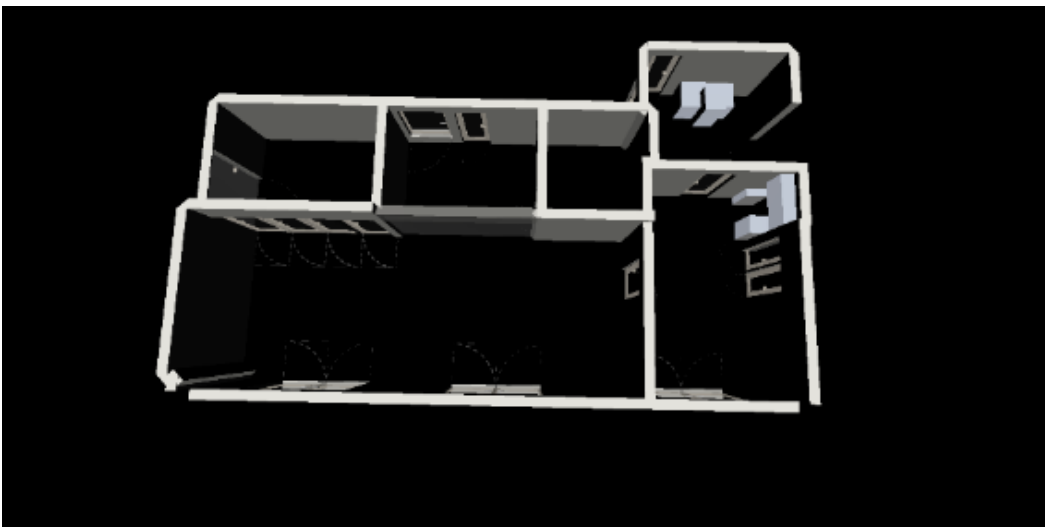
Kuvio 12. Pcon.scan tiedosto ipadissa, kun tila on kuvattu.

Toinen kohde oli perinteinen toimisto Jyväskylässä (Ks. kuvio 16.), jossa pääsin kokeilemaan skanneria. Kohteen kuvaamiseen ei ollut kovin kauaa aikaa, joten skannasin toimistotilat yhden kerran läpi. Tarkastus mittoja otin kuvaamisen yhteydessä joistakin seinistä vertailuun.

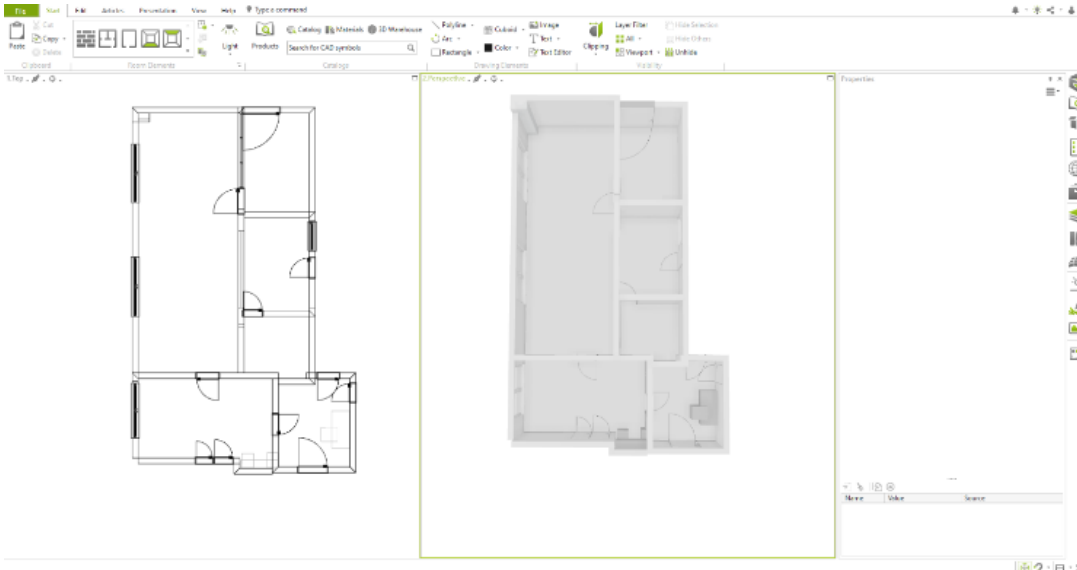


Kuvio 15. Skannattava kohde Jyväskylässä

Tila tuli skannattua noin 15 minuutissa läpi ja lopputuloksesta tuli hyvä, eikä sovellus ei jättänyt mitään seiniä pois niin kuin ensimmäisessä kohteessa (Ks. kuvio 17). Skannauksen jälkeen siirsin tiedostot suunnitteluohjelmaan, siellä täytyi korjata seinien mittoja ja liittää niitä yhteen, jotta ohjelmassa saa lattian tehtyä (Ks. kuvio 18).

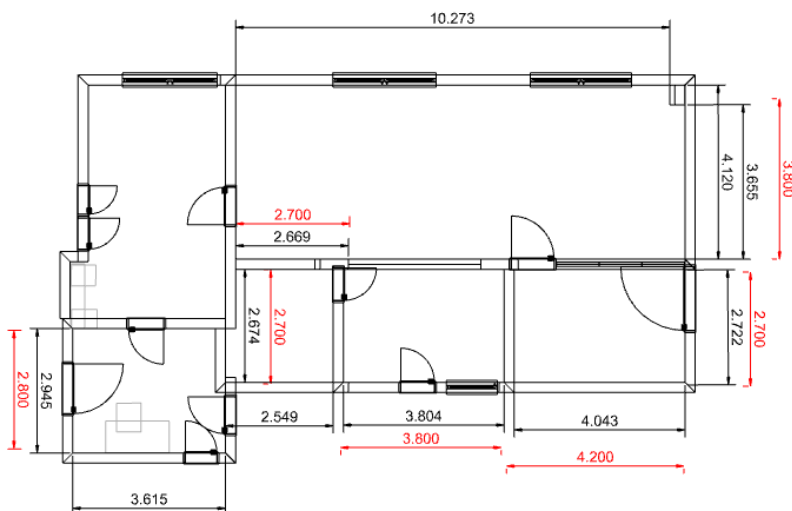


Kuvio 16. Jyväskylä toimisto pcon.scan tiedosto



Kuvio 17. Tiedostot siirrettynä suunnittelu ohjelmaan

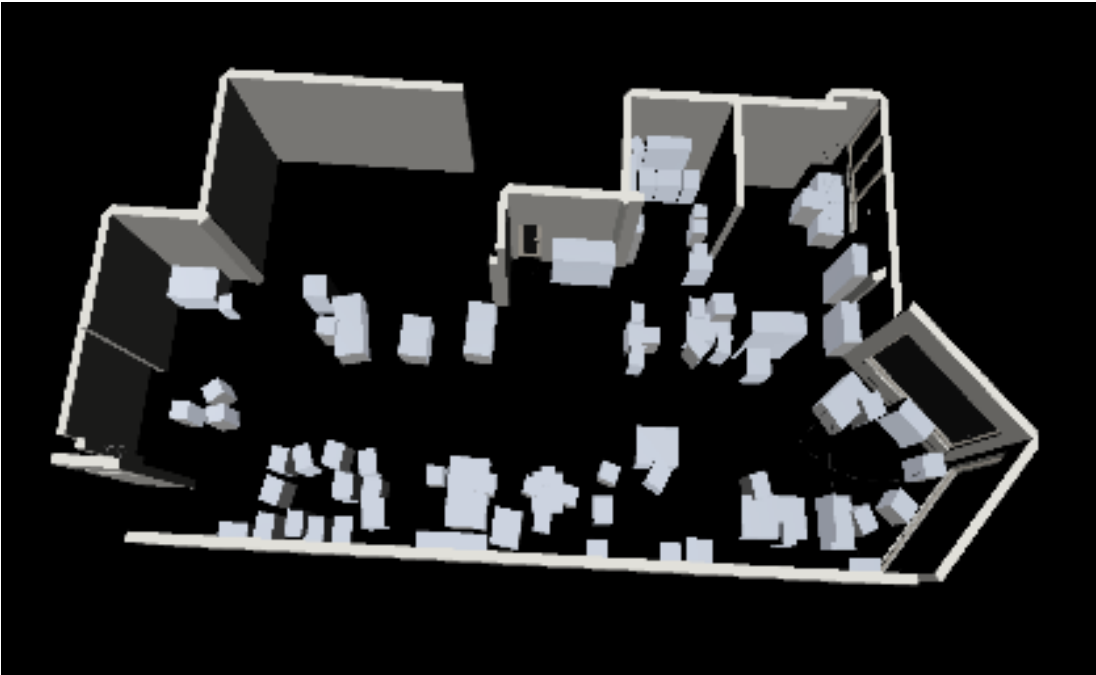
Tässä kohteessa oli enemmän heittoja mitoissa +/- 20 cm, joka oli jo paljon. Tähän olisi auttanut, jos olisin kuvannut rauhallisemmin ja vähintään kaksi kertaa kaikki tilat läpi, mutta rajallisen aikataulun vuoksi en kerennyt. Sovelluksella sai nopeasti koko tilan kuvattua ja tiloista sai varmistusmittojen avulla todellisen. (Ks. kuvio 19.)



Kuvio 18. Punaisella rullamitalla otetut tarkastus mitat ja mustalla skannatut

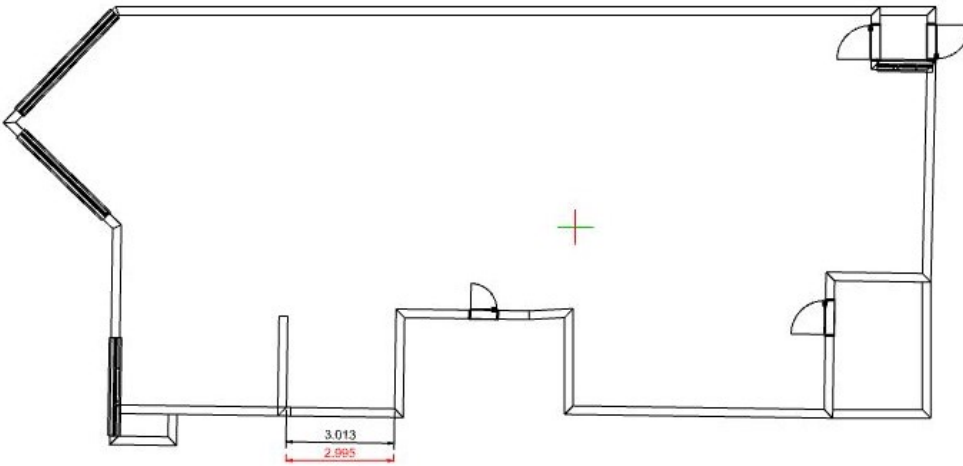
Kolmas kohde:

Kolmas kohde oli myös toimistotila Jyväskylässä. Tässä kohteessa ei ollut mittaustarkkuudella niin väliä, sillä tarkoituksena oli kokeilla, kuinka kameralla voi kuvata, jos tila täynnä tavaraa ja kalusteita. Joitakin seiniä kamera jätti kuvaamatta, koska kuvasin todennäköisesti liian nopeasti. (Ks. kuvio 20.) Seiniä, joita kamera ei kuvannut oli helppo jälkikäteen korjata suunnittelu ohjelmassa.



Kuvio 19. Tiedosto pcon.scanista

Suunnittelu ohjelmassa lisäsin seiniä, jotka kamera jätti kuvaamatta ja vertasin joitain mittoja mitä tuli otettua kohteesta. (Ks. kuvio 21.) Tässäkin kohteessa täytyi seiniä jälkikäteen liittää yhteen sekä suoristaa niitä, jotta sain ohjelmassa lattiaa tehtyä. Otin tästä kohteesta keittiöstä vertailumittan ja eroa kameralla kuvattuna verrattuna rullamittaan oli 18 mm.



Kuvio 20. Tiedostot suunnittelu ohjelmassa

5 Tulokset

Opinnäytetyössä kokeiltiin iPadin LiDAR kameraa toimistotilojen pohjapiirrosten ja 3D kuvien tekemiseen. Kokeilujen tuloksena saatiin työtä helpottava menetelmä ja idea, kuinka tarkasti kamera todellisuudessa kuvaa seinät. Aineisto työhön hankittiin omien kokeilujen kautta. Tietoperustaan kerättyä tietoa voi hyödyntää tilojen suunnittelussa.

Työn tutkimuskysymyksinä oli:

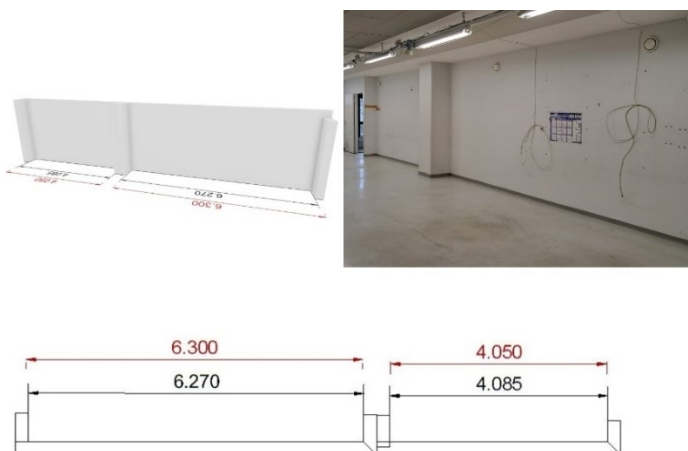
- Miten 3D skannaus soveltuu tilasuunnitteluun?
- Riittääkö pelkkä iPadin kamera?
- Nopeuttaako skannaus suunnittelu työtä?
- Miten 3D data toimii suunnittelu ohjelmien kanssa?
- Mitä ominaisuuksia pohjakuvilta tarvitaan tilasuunnitteluun entä tarkempaan työhön?

Kerätystä aineistosta tuloksena saatiin kattava kuva siitä mihin iPadin kamera pystyy, kuinka 3D datan siirtäminen suunnitteluohjelmaan onnistuu ja kuinka 3D-data käyttäytyy suunnittelu ohjelmassa. Vertailun vuoksi otin monta eri kohdetta, jotka olivat erilaisia. Tietoperustaan keräsin tietoa tila ja kalustesuunnittelu menetelmistä. Kameralla sai tehtyä pohjapiirustuksia tarpeeksi tarkasti tilasuunnitteluun tai hahmotelma kuvia varten, mutta omasta mielestä ei tarkempaan

suunnitteluun ole hyötyä ainakaan iPadin kamerasta. Vertailuun olisi voinut ottaa aikaa mitä menee, jos olisi mitannut fyysisesti kaikki seinät ja ottaa paremmin mittaustarkkuuden.

Kokeilujen tuloksena saatiin, että löydettiin monien eri sovelluksien jälkeen apple storesta pcon.scan joka soveltuu riittävän hyvin pohjakuvien tekemiseen jos ei tarvitse millin tarkkoja kuvia. iPadin kamera riittää hyvin pohjakuvien tekemiseen ja niiden tekeminen nopeutuu kuvaamisen myötä. 3D datan sai siirrettyä iPadista tiedosto muodossa (.USDZ) tai (.EOX) jota suurin osa suunnitteluohjelmista tukee ilman ongelmia. Kalliimmilla skannereilla rakennuksista ja tiloista pystyisi ottamaan tarkemmat kuvat, joita pystyisi käyttämään vielä laadukkaammassa ja tarkemmassa suunnittelussa.

Sovelluksen käytettävyys oli helppoa, sillä ei tarvinnut tehdä ylimääräistä säätöä tai kalibrointia vaan pääsi suoraan kuvaamaan. Kamera omassa kokeilussani kuvasi pidemmät seinät ± 20 cm tarkkuudella ja lyhyemmät ja hitaammin kuvatut seinät kamera kuvasi tarkemmin noin ± 5 cm (ks. kuvio 21.). Kohteista sai selkeän totuuden mukaisen pohjapiirustuksen. Verrattuna muihin sovelluksiin mitä kokeilin, se oli yksinkertainen, kevyt, ilmainen ja helppokäyttöinen. Muissa sovelluksissa sai skannattua huoneita tai objekteja, mutta eivät soveltuneet suunnitteluun. Osa muista sovelluksista oli potentiaalisia mutta niistä olisi joutunut maksamaan tämä tekin saman ilmaiseksi. Kolmannessa kohteessa tila oli täynnä kalusteita ja tavaraa, mutta hitaasti kuvaamalla tilasta sai tehtyä tarkan pohjakuvan.



Kuvio 21. Punaisella rullamitalla otetut mitat mustalla kameralla. Toimisto Jyväskylässä.

6 Pohdinta

6.1 Luotettavuus ja eettisyys

Aineisto on luotettavista lähteistä otettu ja lähteitä on verrattu muihin samanlaisiin. Työssä on noudatettu jamkin eettisiä ohjeistuksia. Ipadin ja pcon.scanin mittaus tarkkuus on vertailtu rullamitalla ja tarkkuutta on analysoitu suunnittelu ohjelmassa. Mittaustarkkuus ja vertailut eivät ole täysin luotettavia, vaan suuntaa antavia tietoperustaan on otettu muiden tekemiä kokeiluja ja mitä mittaustarkkuuksia he ovat saaneet huolellisimmilla kokeiluilla.

Irtokalusteiden suunnitteluun 3D-skannaus on hyvä apuväline mutta tarkkoja töitä en lähtisi tekemään. Skannauksella voidaan nopeuttaa merkittävästi pohjakuvien tekemistä. En suunnittelisi ± 20 cm mittavirheillä esimerkiksi kiintokalusteiden paikkoja tai muita tarkkoja töitä. Tietoperustaan olin ottanut aineistoa, mitä jossain muussa tutkimuksessa oli saatu 1 mm mittaustarkkuudeksi ja uskon että siihen pääsisi, jos kuvaisi seinät alle 1.5 m etäisyydeltä ja tarpeeksi hitaasti. Erikseen myytävillä 3D skannereilla voisin lähteä tekemään tarkempaa työtä ja näen tässä tulevaisuudessa potentiaalia.

Omalla kokemuksella 3D skannaus mahdollistaisi tilasuunnittelun ilman valmiita pohjapiirustuksia tai fyysisiä mittauksia lukuun ottamatta, tarkastus mittoja. Tarkkuutta vaativia töitä kiintokalusteita tai väliseiniä en lähtisi tekemään tällä menetelmällä mutta myyntikuvia tai hahmotelmakuvia asiakkaalle niin siitä tästä on potentiaalia.

6.2 Johtopäätökset ja kehittämisehdotukset

Kamera toimi hyvin ja siirtäminen suunnitteluohjelmaan oli helppoa. Skannaus tulee menemään jatkossa kaikkiin kohteisiin mihin sitä on mahdollista käyttää. Tarkkoihin kohteisiin täytyisi mitalla jälkikäteen varmistaa tai kokonaan perinteisellä mitalla tehdä mittaukset. Sovellusta oli helppo käyttää ja perinteisesti tilat mittaisiin fyysisesti, jos valmiita pohjakuvia ei ole saatavilla, joten tämä ainakin nopeuttaa suunnittelu prosessia.

Tällä hetkellä p.con scanin sovelluksella skannattaessa et voi skannata seiniä uudelleen, kun olet kerran lopettanut kuvaamisen vaan ne on kerralla skannattava tarkasti. Olisi hyvä päästä

muokkaamaan skannauksia, kun olet kerran skannannut tilat ilman, että täytyy aloittaa koko homma alusta. Tulevaisuudessa luulen, että tällainen tekniikka tulee yleistymään työmailla sekä eri alojen suunnittelijoiden parissa. Seuraavia parannuksia ohjelmiin toivoisin, että skannaus sovellukset toimisivat suunnitteluohjelmien kanssa suoraan siten, että tiedostoja voisi siirtää iPadista suoraan tietokoneelle ilman sähköpostia tai muita välimenetelmiä.

Vertailun vuoksi työssä olisin voinut esitellä muita skannaus sovelluksia ja ottaa jonkun niistä kokeiluun kuvaamista varten. Kokeilin niitä, mutten dokumentoinut sen enempää. Suurin osa niistä oli kuitenkin maksullisia, eivät toimineet halutunlaisesti sekä tiedostoja oli vaikea saada koneelle tai niistä joutui maksamaan.

Tutkimuksessa olisi voinut verrata aikaa, mikä menee kuvaamiseen verrattuna käsillä mittaamiseen, niin olisi voinut verrata paljon tällä säästää aikaa. Jatkotutkimuksena voisi myös kokeilla tähän tarkoitukseen tehtyjä kameroita, joilla voi kuvata tiloja ja kokeilla miten ne soveltuvat tähän tarkoitukseen ja miten 3d-data soveltuu eri suunnitteluohjelmien kanssa, esimerkiksi revit tai autocadin. Työ oli kaiken kaikkiaan mielenkiintoinen tehdä opin erilaisista tutkimusmenetelmistä ja liDAR kamerasta, sekä sen mahdollisuuksista paljon. Vaikeinta työssä oli löytää aineistoon materiaalia, koska samankaltaisia töitä ei löytynyt ja tietoa aiheesta oli saatavilla vähän.

Lähteet

Harmaala, O. 2021. Liikevoiton kasvattaminen 3D-sisustussuunnitteluohjelmalla. DB-Manager Oy. Julkaistu 24.6.2020. Viitattu 15.10.2020. <https://www.dbmanager.fi/2021/liikevoiton-kasvattaminen-3d-sisustussuunnitteluohjelmalla/>

What is office? N.d. Artikkel. Oktra. Viitattu 26.2.2024. <https://www.oktra.co.uk/insights/office-space-planning/>

Ketola, R. 2007. Toimiva Toimisto. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Toimisto työympäristönä. N.d. Artikkel. Työturvallisuuskeskus ry. Viitattu 12.10.2023. <https://ttk.fi/tyoturvallisuus/toimialakohtaista-tietoa/asiantuntija-ja-toimistoty/toimisto-tyoymparistona-2/>

Seitsemän kysymystä monitilatoimistoista. 2015. Artikkel. Työterveyslaitos. Viitattu 13.10.2023. <https://www.ttl.fi/tyopiste/seitseman-kysymysta-monitilatoimistosta>

Mikä on monitilatoimiston hyödyt. N.d. Artikkel. Technopolis. Viitattu 8.11.2023. <https://technopolisglobal.com/fi/ajankohtaista/tarinat/mika-on-monitilatoimisto-hyodyt/>

Häkkinen, T., Ala-Kotila, P. 2020. Monikäyttöisyys ja muunneltavuus. Verkkojulkaisu. 2020. Viitattu 4.2.2024. <https://www.ril.fi/media/2020/jasenyys/tietoiskut/ril-tietoisku-muuntojoustavuus-th.pdf>

RT 95-11151. 2014. Toimistotilat, yleiset suunnitteluperusteet. RT-ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 12.10.2023. <https://janet.finna.fi/>, RT-kortisto.

RT 95-11152. 2014. Toimistotilat, tilasuunnittelu. RT-ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 12.10.2023. <https://janet.finna.fi/>, RT-kortisto.

RT 95-11153. 2014. Toimistotilat, työpistesuunnittelu. Ohje. RT-ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 12.10.2023. <https://janet.finna.fi/>, RT-kortisto.

Fowell, T. 2023. 5 office space planning tips. Artikkele. Envoy. Viitattu 8.2.2024. <https://envoy.com/blog/office-space-planning>

Toimisto- ja tietotyö. N.d. oppimateriaali. Työterveyslaitos. Viitattu 12.10.2023. <https://www.ttl.fi/oppimateriaalit/ergonomian-tietopankki/toimisto-ja-tietotyö>

Toimisto työympäristönä. N.d. Artikkele. Työterveyslaitos. Viitattu 12.10.2023. <https://www.ttl.fi/teemat/työhyvinvointi-ja-työkyky/tietotyön-työympäristöt/monitilat-toimisto-avokonttori-ja-muita-tilakonsepteja>

Design, Present and Sell Successfully, 3d-room-planner. N.d. Verkkosivu. Pcon.planner. Viitattu 1.10.2023. <https://pcon-planner.com/en/3d-room-planner/>

pCon.planner is. N.d. Verkkosivu. Pcon.planner. Viitattu 1.10.2023. <https://pcon-planner.com/en/>

Hnin, T. 2022. Understanding BIM. Artikkele. Novatr. Viitattu 21.2.2024. <https://www.novatr.com/blog/detailed-bim-guide#1>

Verma, S. 2023. What is BIM. Artikkele. Novatr. Viitattu 21.2.2024. <https://www.novatr.com/blog/scan-to-bim-guide>

pCon.planner for Designers, designers. N.d. Verkkosivu. Pcon.planner. Viitattu 1.10.2023. <https://pcon-planner.com/en/for/designers/>

USDZ format. 2024. Verkkosivu. cloudinary. Viitattu 20.3.2024. <https://cloudinary.com/guides/image-formats/usdz-format-how-it-works-use-cases-and-pros-cons>

LiDAR in Interior Design + pCon.scan. N.d. Verkkosivu. easterngraphics. Viitattu 23.10.2023. <https://easterngraphics.webinarninja.com/live-webinars/10083327/register>

3D Room Scanning . 12.10.2022. Artikkele. Cyber fox. Viitattu 11.2.2024. <https://cyberfox.net/blog/3d-room-scanning-tips-best-devices/>

History of 3D Laser Scanning. N.D. Artikkele. truepointscanning. Viitattu 20.2.2024.

<https://www.truepointscanning.com/everything-you-need-to-know-about-3d-laser-scanning-in-construction>

22 benefits of 3d laser. N.d. Verkkosivu. avian. Viitattu 20.3.2024. [22 Benefits of 3D laser scanning services in Architecture and Construction \(avian.net.au\)](https://www.avian.net.au/22-benefits-of-3d-laser-scanning-services-in-architecture-and-construction)

Ebrahim, M. 2011. 3D LASER SCANNERS: HISTORY, APPLICATIONS, AND FUTURE. Artikkele. Researchgate 1.10.2011, 53. Viitattu 5.3.2024. https://www.researchgate.net/profile/Mostafa-Ebrahim-3/publication/267037683_3D_LASER_SCANNERS_HISTORY_APPLICATIONS_AND_FUTURE/links/5442bdf10cf2e6f0c0f93727/3D-LASER-SCANNERS-HISTORY-APPLICATIONS-AND-FUTURE.pdf

Paul, M. 2019. LiDAR Technologies and Systems. Kirja. SPIE 11.2.2020. Viitattu 26.3.2024. <https://app-knovel-com.ezproxy.jamk.fi:2443/kn/resources/kpLDARTS03/toc?cid=kpLDARTS03>

Keitaanniemi, A. 2021. Mikä on pistepilvi. Artikkele pistepilvestä. Viitattu 23.11.2021. <https://buildingpointfinland.fi/mika-on-pistepilvi-ja-mihin-sita-kaytettaan-talonrakentamisessa/>

Teo, T. 2023. Evaluating the accuracy. Viitattu 23.10.2023. Tutkimus. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666165923000510#sec3>

Askar, C., Sternberg, H. 2023. Use of smartphone Lidar Technology. Geomatics, 4. Artikkele. julkaistu. 11.12.2023. Viitattu 26.3.2024

How Does Lidar Work? N.d. Verkkosivu. Velodynelidar. Viitattu 12.10.2023. <https://velodynelidar.com/what-is-lidar/>

Basics of 3D LiDAR Technology. N.d. Verkkosivu. Viitattu 28.3.2024. <https://www.outsight.ai/insights/understanding-the-basics-of-3d-lidar-technology>

What is LiDAR?. N.d. Verkkosivu. PointScan. Viitattu 12.10.2023. <https://www.pointscan.co.uk/history-and-impact-of-lidar-technology/>

Ludlam, O. 2023. Lidar scanning in interior design. Sodesignassociates blog. Julkaistu 28.2.2023. Viitattu 12.12.2023. <https://www.sodesignassociates.co.uk/post/lidar-scanning-in-interior-design>

Roopinder, T. 2022. Apple using Lidar. engineering. Artikkel. Julkaistu 21.12.2022. Viitattu 24.2.2023. <https://www.engineering.com/story/how-to-use-the-laser-scanner-in-your-pocket>

Bragg, L. 2022. What makes apples lidar scanner special. Artikkel. Julkaistu 22.9.2022. Viitattu 4.3.2024. <https://www.mappedin.com/resources/blog/what-is-lidar-scanning/>

PourMohammadi, H. 2023. Laser Scanning. Artikkel. Neuroject. Viitattu. 22.2.2024. [https://neuroject.com/laser-scanning-in-construction/#The Best Practices for 3D Laser Scanning in Construction](https://neuroject.com/laser-scanning-in-construction/#The_Best_Practices_for_3D_Laser_Scanning_in_Construction)

Hewett, h. & Mizuno, M. N.d. Design for the Future. Autodesk, 16. Viitattu 26.3.2024. <https://www.autodesk.com/autodesk-university/class/Design-Future-3D-Scanning-ReCap-and-AutoCAD-2017>

3D-kvantamista ihan kaikille. 2020. Verkkosivu. Integral. 3D-kvantamista ihan kaikille. Viitattu 12.12.2023. <https://integral.fi/ajankohtaista/it-palvelut/mika-ihmeen-lidar-3d-kvantamista-kaikille/>

Top Benefits of Using LiDAR for Construction Projects. 2020. Verkkosivu Top Benefits of Using LiDAR. Viitattu 28.1.2024. <https://csengineermag.com/top-benefits-of-using-lidar-for-construction-projects/>

Dubois, A. 2022. How LiDAR Is Changing Construction Site Safety. Tutkimus lidar kamerasta rakennus työmaalla. Viitattu 28.1.2024 . <https://www.outsight.ai/insights/how-lidar-is-changing-construction-site-safety>

Eriksson, P. & Koistinen, K. 2005. Monenlainen tapaustutkimus. Tutkimus.Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/a8adc2c5-9541-449d-88f9-72e97cf60a7a/content>