



Matterport-teknologia

Trimble X7 ja Matterport Pro 3

Ammattikorkeakoulututkinto
Rakennus- ja yhdyskuntateknikka, rakennusmestari
Syksy 2024
Petra Mäntynen

Koulutus Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, rakennusmestari
Tekijä Petra Mäntynen
Työn nimi Matterport-teknologia
Ohjaaja Elis Kivi

Vuosi 2024

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Matterport-teknologian soveltuvuus työntilaajan tarpeisiin. Työn on tilannut toimitusjohtaja Jari Mustonen Maavakio Oy: stä. Alkuperäinen ajatus työn sisällöstä oli LiDAR-tekniikkaa käyttävien mobiiliapplikaatioiden käytön selvittäminen huonetilojen skannaamiseksi ja pistepilven tuottamiseksi suunnittelijoiden käyttöön. Aloituskokouksessa opinnäytetyö rajattiin sisältämään ainoastaan Matterport-teknologia.

Työn taustana on Syklin järjestämä koulutus keväällä 2023. Koulutuksen nimi oli Kolmiulotteiset digitaaliset mallit ja mallipohjaiset oppimisympäristöt. Koulutukseen kuului verkossa pidettävät luentopäivät ja yksi lähiopetuspäivä. Koulutus antoi lähtötiedot tiedon hankintaan Matterport-teknologiasta. Matterport-teknologiaan tutustumista varten ostin iPhone-puhelimen. Opinnäytetyön materiaalin keräämisessä ei ollut mahdollisuutta käyttää Matterport-kameraa. Työn edetessä työntilaaja teki päätöksen, ettei ota käyttöön Matterport-teknologiaa. Matterport-teknologia havaittiin jo "vanhentuneeksi" nykyisiin käsikeilaimiin verrattuna ja tekniikan käytön kustannusten arviointi oli vaikeaa. Kameraa ei ostettu ja työntilaaja säästi hankintakulut.

Työn sisältöä muutettiin vielä kerran. Oppilaitos ohjeisti lisäämään työn sisältöön Trimblen X7 -keilaimen tekniset tiedot ja suorittamaan vertailun Trimblen X7 -keilaimen ja Matterport Pro 3 -kameran välillä. Työn sisältö on nyt LiDAR-mittaus, Trimble X7 -keilaimen tekniset ominaisuudet, Matterport-teknologia, Matterport-applikaation käyttöönotto sekä vertailu Trimblen X7 -laserkeilaimen ja Matterport-kameran teknisistä ominaisuuksista ja käytettävyydestä työmaalla sekä hinta- ja käyttökustannus vertailu.

Lopputuloksena on esittely LiDAR-mittauksesta ja Matterport-teknologiasta sekä vertailu Trimblen X7-keilaimen ja Matterport Pro 3 -kameran teknisistä ominaisuuksista. Vaiheittain esitelty Matterport-applikaatiolla tehty skannaus ja sen lopputulos MyMatterport-portaalin jälkeen.

Avainsanat LiDAR-mittaus, 3D -laserkeilaus, Matterport-teknologia, maalaserkeilain
Sivut 20 sivua

DP Bachelor of Construction Management, Construction and Civil Engineering
Author Petra Mäntynen Year 2024
Subject Matterport technology
Supervisors Elis Kivi

The objective of this thesis is to investigate the suitability of Matterport technology for the needs of the client. The work was commissioned by CEO Jari Mustonen from Maavakio Oy. The original idea for the content of the thesis was to examine the use of mobile applications employing LiDAR technology for scanning room spaces and producing a point cloud for use by designers. During the initial meeting, the thesis was limited to covering only Matterport technology.

In the spring of 2023, I participated in training organized by Sykli. The course was titled “Three-Dimensional Digital Models and Model-Based Learning Environments.” The training included online lecture days and one in-person teaching day. The training provided me with the foundational knowledge for gathering information about Matterport technology. To explore Matterport technology, I purchased an iPhone, as I did not have access to a Matterport camera. As the work progressed, the client decided not to adopt Matterport technology. Matterport was perceived as already “outdated” compared to current handheld scanners, and evaluating the costs of using the technology was challenging. A camera was not purchased, and the client saved on acquisition costs.

The content of the thesis was revised once more. The educational institution advised me to include the technical specifications of the Trimble X7 scanner and to conduct a comparison between the Trimble X7 scanner and the Matterport Pro 3 camera. The content of the thesis now includes LiDAR measurement, the technical features of the Trimble X7 scanner, Matterport technical specifications and usability of the Trimble X7 laser scanner and the Matterport Pro3 camera on-site, as well as a cost and usage cost comparison.

The result is an introduction to LiDAR measurement and Matterport technology, as well as a comparison of the technical features of the Trimble X7 scanner and the Matterport Pro 3 camera. The Matterport application scan process and its outcome, step-by-step, are also presented in the MyMatterport portal.

Keywords LiDAR surveying, 3D laser scanning, Matterport technology, ground laser scanning
Pages 20 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	LiDAR ja 3D-mittaus	2
3	Trimble X7 -laserkeilain ja sen tekniset ominaisuudet	3
4	Matterport-teknologia	5
4.1	Matterport-kamerat.....	6
4.1.1	Matterport Pro 2 -kamera.....	7
4.1.2	Matterport Pro 3 -kamera.....	7
4.2	Matterport-tili	8
4.3	Mobiililaitteella Matterport-tilille kirjautuminen.....	9
4.4	Matterportin mobiilisovellus ja uuden työn skannaaminen	10
5	Trimble X7 -keilain vs. Matterport Pro 3 -kamera	14
6	Muita sovelluksia, jotka käyttävät LiDARia	17
7	Pohdinta.....	18
	Lähteet.....	20

Kuvat

Kuva 1.	Havainnollistus LiDARin toimintaperiaatteesta	2
Kuva 2.	Keilauspisteen katvealueet	3
Kuva 3.	Trimble X7, Trimble työmaatabletti ja hiilikuitukolmijalka	4
Kuva 4.	Matterport pilvipalvelu	6
Kuva 5.	Matterport Pro 2 -kamera ja lisävarusteet.....	7
Kuva 6.	Matterport Pro 3 -kamera ja lisävarusteet.....	8
Kuva 7.	Matterport-palveluun rekisteröityminen	9
Kuva 8.	Matterport-sovellus sovelluskaupassa ja sisäänkirjautumissivu.....	9
Kuva 9.	Puhelimen Axis-tuki ja jalusta.....	10
Kuva 10.	Aloitus- ja osoitetietonäkymät.....	11
Kuva 11.	Skannaustulos.	12
Kuva 12.	Trimmaustyökalu ja Omat työt -näkyvä.	13
Kuva 13.	Mittaustyökalu ja pinta-alamittaus.	13
Kuva 14.	Keilauspisteet.....	14
Kuva 15.	Applen iPhoneen kuvankaappaus Mittanauha-sovelluksen mittaustyökalusta.....	18

Taulukot

Taulukko 1. Vertailu Trimble X7 ja Matterport Pro 3 -kamera. 16

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä käsitellään LiDAR-mittausta ja LiDARia käytettäviä mittaustekniikoita. Työssä käsitellään myös Matterport-sovelluksen käyttöä ja ohjeita 3D -mallintamiseen huonetiloissa. Mittaussovelluksen käyttöönottoon ja työnluomiseen, sekä sovelluksella mittaamiseen käytetään Applen iPhone 12 Pro -puhelinta. Esimerkkikuvat ovat iPhone 12 Pro -kameran kuvankaappauksia. Yksinkertaisia mittatarkkoja kolmiulotteisia malleja on nykyään helppo tuottaa ja niillä on lukemattomia käyttötarkoituksia, uusittavan keittiönkaapiston mittatarkasta mallintamisesta suunnittelijan käyttöön, aina rakennuksen rakentamisaikaiseen dokumentointiin tulevia käyttötarkoituksia varten. Lisäksi työssä vertaillaan Matterport Pro 3 -kameraa ja perinteisempää Trimble X7 -maalaserkeilainta mittatarkkuuden, mittausalueen, skannauksen nopeuden ja laitteen liikuteltavuuden osalta. Vertailussa on myös laitteiden hinta- ja käyttökustannukset.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä selvitys Matterport-tekniikan soveltumisesta työn tilanteen yrityksen käyttöön, sekä mahdollisuutta tuottaa Matterport-tekniikalla mitattua ja 3D -mallinnettua aineistoa suunnittelijoiden käyttöön.

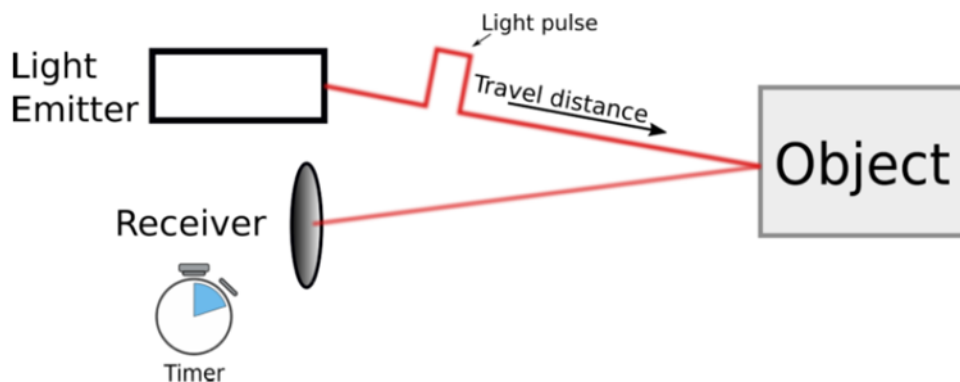
Työn on tilannut Maavakio Oy:n toimitusjohtaja Jari Mustonen. Yritys tarjoaa mm. maaperätutkimuksen, rakennus-, infra- sekä kartoitusmittauksen palveluita. Yritys tarjoaa myös kantavuusmittauspalvelua ja suunnittelupalveluita, sekä kiviainesten CE-merkintäpalvelua. Yritys on perustettu 2018 ja työllistää 14 henkilöä.

2 LiDAR ja 3D-mittaus

LiDAR eli Light Detection and Ranging on etäisyysmittausjärjestelmä, joka perustuu valon lentoaikaan. Etäisyysmittauksen lisäksi voidaan kerätä tietoa myös kohteen nopeudesta tai lämpötilasta. LiDAR lähettää valosignaalin kohteeseen ja etäisyys lasketaan kohteesta takaisin sensoriin siroutuneen valosignaalin paluujasta (Sorri, 2020).

Alla oleva kuva on Niklas Sorrin (Sorri, 2020) kandidaatintyön kuvitusta (kuva 1), jossa on esitetty LiDARin toimintaperiaate. Kuvassa oleva pulssitettu LiDAR on yleisempi kuin CW LiDAR, joka lähettää jatkuvaa valosignaalia.

Kuva 1. Havainnollistus LiDARin toimintaperiaatteesta (Sorri, 2020, s. 2).



LiDARia voidaan käyttää kohteentunnistukseen ja navigointiin esimerkiksi kuljettajan avustusjärjestelmissä. Skannaamalla LiDARilla maata lentokoneesta tai dronesta, voidaan tuottaa tarkan resoluution digitaalisia korkeusmalleja maaperästä. LiDARia käytetään myös metsäpalojen tunnistamiseen ja veden syvyyden mittaamiseen sekä arkeologisissa kaivauksissa kohteiden tallentamiseen 3D-muotoon.

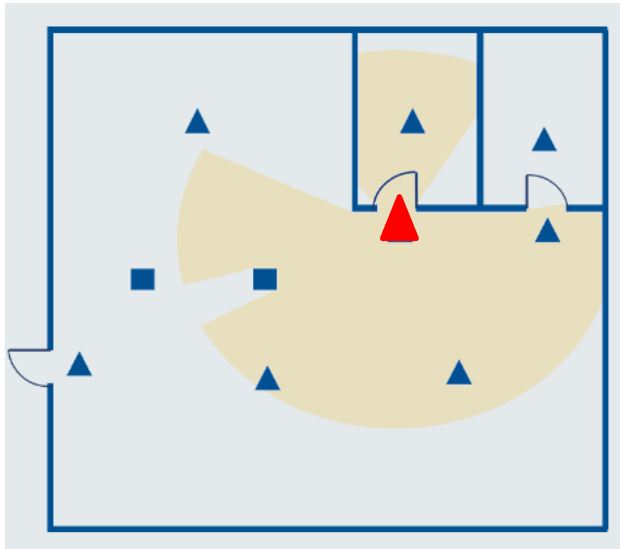
Laserkeilaus luokitellaan Suvi Tähtisen (Tähtinen, 2015, s. 8) kirjoittamassa diplomityössä seuraavasti, ”Kohteiden mittaus ja mallinnus on jaettavissa kontaktimetodeihin, joissa mittaukseen liittyy fyysinen kontakti kohteen kanssa ja ei-kontaktimetodi, joita nykypäivänä pääasiassa käytetään. Fotogrammetria ja laserkeilaus kuuluvat ei-kontaktimetodeihin”. Jussi Säilä (Säilä, 2016. s.10) Tampereen ammattikorkeakoululle tekemässään opinnäytetyössään lainasi seuraavaa tekstikappaletta, ”Ei-koskettava skannaaminen on nopea menetelmä. Skanneri kuvaa lyhyessä ajassa suuren määrän pisteitä skannattavasta kohteesta X-, Y- ja Z-koordinaatistossa. Tällä tavoin saadaan luotua kohteesta pistepilvi, joka kuvastaa kappaleen kokoa ja muotoa.”

3 Trimble X7 -laserkeilain ja sen tekniset ominaisuudet

Trimble X7 on staattinen maalaserkeilain. Keilain soveltuu maanmittaukseen maastossa, sekä työmaalla tapahtuvaan rakennusmittaukseen. Maalaserkeilauksen periaatteena on tuoda laitteisto lähelle kuvattavaa kohdetta ja käyttää tarvittaessa useampaa kiinteää keilausasemaa niin, että kuvattuun maastokohteeseen tai sisätilaan ei jää katvealueita.

BuildingPoint Finland -sivustolta löytämässäni kuvassa (kuva 2) on kuvattu lisäämälläni punaisella korostetun kolmion keilauspisteen katvealueet. Sinisillä kolmioilla on merkitty koko tilan skannaamiseen tarvittavat keilauspisteet. Keilausasemien aineisto yhdistetään kokonaiseksi pistepilveksi ja siirretään suunnitteluohjelmistoon.

Kuva 2. Keilauspisteen katvealueet (BuildingPoint Finland, n.d.)



Alla olevassa kuvassa (kuva 3) on Trimble X7 -keilain, keilaimen jalusta, Trimble työmaatabletti/maastotallennin ja lisävarusteena kuljetusreppu. Trimble X7 -keilain on itsekalibroituva. Keilain kalibroitu jokaisen keilauksen yhteydessä automaattisesti. Maastotallentimessa käytetään Trimble Perspective -kenttäohjelmistoa, jonka avulla keilausaineistoa voidaan käsitellä ja tarkastella jo kuvaustyön aikana maastossa tai työmaalla.

Maastotallentimeen saa FieldLink-ohjelmiston, jolla kerätty pistepilvi siirretään tallentimesta suunnitteluohjelmiin, esim. Tekla, Revit tai AutoCAD.

Kuva 3. Trimble X7, Trimble-työmaatabletti ja hiilikuitukolmijalka
(geomaticslandsurveying.com)



Trimble X7:n ominaisuuksissa on mainittu keilauksen kantamaksi 0,6 - 80 m. Keilausetäisyyden ollessa 80 metriä kantamantarkkuus on 2 mm. Keilausnopeus Fast-keilauksella ilman kuvia on 1 minuutti 34 sekuntia ja kuvien kanssa 2 minuuttia ja 34 sekuntia. Trimble X7 3D -järjestelmässä on käytössä 3 koaksiaalista kalibroitua 10 MP:n kameraa ja kuvien resoluutio on 3840 x 2746 pikseliä/kuva. Keilaimen skannausalue eli näkökenttä on 360° x 282°. Keilaimen alle jää aina skannatessa tyhjä alue. Tilojen tai alueiden skannauksessa käytetään useampaa skannauspistettä, jolloin edellisen pisteen alle jäänyt alue tulee skannattua. Building Point Finland mainitsee artikkelissaan, Laserkeilaimen tekniset ominaisuudet – osa 1, Trimblen X7 -keilaimen keilausnopeudeksi 500 kHz eli se kerää 500 000 pistettä sekunnissa. Artikkelin mukaan ”Keilausnopeudella tarkoitetaan laserkeilaimen kohdentaman lasersäteen liikkumisnopeutta, kun se skannaa ympäristöä ja kerää tietoja pistepilven muodossa. Tämä nopeus määrittää sen, kuinka nopeasti laserkeilain voi kattaa tietyn alueen ympäristöstään” (BuildingPoint Finland, 2023). Building Point Finland artikkelissaan Laserkeilauksen tekniset ominaisuudet – osa 2 – Laserkeilauksen tarkkuus kertoo, ”Trimble X7:n etäisyysmittauksessa syntyvä virhemarginaali etäisyyden tarkkuus (Range accuracy) on 2 mm ja etäisyyden kohinaksi (Range noise) on ilmoitettu <2,5 mm eli 0,6 mm/30 m. Kohinalla (Range noise) pistepilvien yhteydessä tarkoitetaan pistemassan paksuutta mitatulla pinnalla. Kun hyödynnetään pistepilveä esim. mallinukseen, niin kohinan aiheuttama virhe mitätöityy. Etäisyyden tarkkuus (Range accuracy) laserkeilauksessa viittaa laserkeilausjärjestelmän kykyyn määrittää kohteen etäisyys tarkasti. 3D -pisteen tarkkuus (3D Point accuracy) on systemaattinen virhe, joka lasketaan käyttämällä etäisyyttä ja kulmatarkkuutta. 3D Point

accuracy eli pistepilven tarkkuus Trimblen X7 -keilaimessa on 2.4 mm/10 m, jolloin 10 metrin päästä skannattuna jokainen yksittäinen piste voi olla ± 2.4 mm väärässä paikassa. Kulmatarkkuus (Angular accuracy) laserkeilauksessa viittaa keilaimen kykyyn määrittää tarkasti kohteen suunnan tai kulman suhteessa laitteen omaan referenssiin. Trimblen X7 -keilaimen kulmatarkkuudeksi on ilmoitettu 30 metrin etäisyydeltä mitattuna 3,05 mm” (BuildingPoint Finland, 2023).

Trimble X7:n paino on 5,8 kiloa akun kanssa. Yksi akku kestää 4 tuntia. Akkutyyppi on 11.1V:n Li-Ionakku. Keilaimen käyttölämpötila on -20°C - 50°C ja säilytyslämpötila on -40°C - 70°C . Laitteen pöly- ja vesitiiveysluokitus on IP55.

Omaksi ostettaessa hinnaksi Trimble X7:lle lisävarusteineen tulee noin 14 570 €.

Hintatiedon löysin Geomatics land surveying -yrityksen kotisivulta. Keilainta ei tarvitse ostaa omaksi, sen voi myös vuokrata. Vuokratun keilaimen mukana tulee työmaatabletti, hiilikuitukolmijalka, pikakiinnittimet ja reppu. Vuokrauksen hinta kuukaudessa on 40 – 60 €, jonka lisäksi tulee keilainohjelmistojen lisenssit vuosi- tai kuukausihinnoittelulla.

Keilainohjelmistojen kustannukset ovat noin 2000 €/vuosi. Sain laitteen hintakysymykseen vastauksen Trimble X7:n vuokrauksen hinnasta Geotrim-yrityksen tuotepäälliköltä Tommi Tikalta sähköpostitse (henkilökohtainen tiedonanto 19.9.2024).

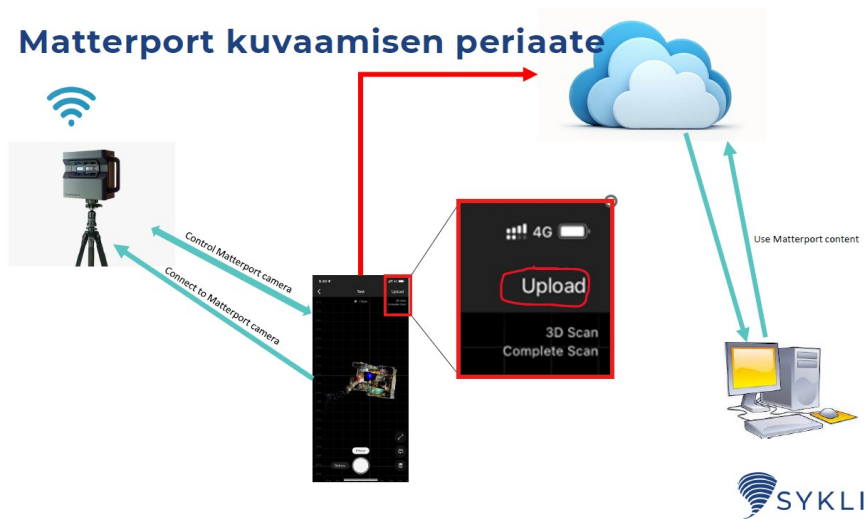
4 Matterport-teknologia

Matterportin taustasta työntilaja Jari Mustonen kertoi seuraavaa: ”Matterport on sveitsiläinen laitevalmistaja, jonka kamerateknologia perustuu LiDARin. Laitteiston maahantuoja on Geotrim, jonka kautta kameroita on myyty maahamme noin satakunta järjestelmää” (henkilökohtainen tiedonanto 13.3.2024).

Matterport on niin sanottu end-to-end tuotepaketti, joka ei keskity vain kuvaamisessa tarvittavaan kalustoon. Matterport on tilojen ja ympäristön 3D -tallennukseen kehitetty tuotepaketti, johon kuuluu myös pilvipalvelu, MyMaterport-portaali, jonne kuvattu materiaali ladataan ja jossa data käsitellään.

Alla on periaatekuva (kuva 4) Matterport kuvaamisesta. Kuvan on esittänyt kouluttaja Tapio Peltö Syklin Verkkopeda-tilauskoulutuksessa Kolmiulotteiset digitaaliset mallit ja mallipohjaiset oppimisympäristöt (henkilökohtainen tiedonanto 25.4.2023).

Kuva 4. Matterport pilvipalvelu (Pelto, 2023).



Matterport tarjoaa erilaisia palvelupaketteja ja lisäosia asiakkaan tarpeen mukaan. Helpoin tapa kokeilla Matterport-mallintamista on luoda ilmainen tili, jolla voi skannata ympäristön 3D -malliksi. Kuvatusta materiaalista mittaaminen onnistuu ilmaisellakin versiolla, mutta edellyttää LiDAR-sensoria sieppaukseen käytetyssä laitteessa. Ilmaisessa palvelupaketissa ei kuitenkaan ole mahdollisuutta tuoda skannatuista kohteista tiedostoa CAD- tai BIM-muodossa suunnittelupöydälle. Saadakseen pistepilven käyttöönsä CAD-ohjelmalla on skannaaminen tehtävä Pro 2- tai Pro 3 -kameralla ja on valittava palvelupaketti, joka sisältää tämän mahdollisuuden. Tällaisella palvelupaketilla hinta on noin 50 – 250 €/ kuukausi.

4.1 Matterport-kamerat

Geotrim-yritys sivustollaan 3d-malli.fi kertoo Matterportin kameran perustuvan RGB-kameran lisäksi Microsoft Kinect -sensoriin, joka mittaa etäisyyksiä käyttäen infrapunakuvaa. Kohteen prosessointi tuotetaan kolmioidulla mallilla, jonka voi ladata .obj-tiedostona. Kolmioitu malli toimii siten, että tasomaisten pintojen tasolle luodaan kolmioita, jotka pienentävät pintojen pistemäärää (Geotrim, n.d).

Matterport-kameraa ohjataan Capture App 2.0 -sovelluksella, jonka avainominaisuuksia ovat uudenmallin luominen, skannausten lisääminen ja poistaminen sekä tuhoaminen. Sovelluksessa voi merkitä skannattuun tilaan erityispiirteitä, esimerkiksi kuvatun esineen materiaalitietoja. Sovellusta käytetään myös skannatun mallin lähettämässä pilvipalveluun (Säilä, 2016, s.13).

4.1.1 Matterport Pro 2 -kamera

Matterport Pro 2 -kamera käyttää RGB-D-teknologiaa fotorealististen mallien luomiseen. Kamerassa on kolme RGB-sensoria ja kolme infrapunasensoria, jotka on asetettu eri kuvauskulmiin. Eri kuvakulmat mahdollistavat laajan näkymän kuvaamisen kerralla. RGB-sensorilla valokuvataan skannauskohde ja saadaan tekstuuri 3D -malliin. Rakenteellinen valaistus perustuu kameran infrapunasensorin heijastamiin miljooniin pisteisiin, joista koostuva kuvio taltioidaan infrapunakameralla (Säilä, 2016, s. 13).

Alla olevassa kuvassa (kuva 5) on Matterport Pro 2 -kamera. Kameralla maksimikantama on 4.5 metriä ja kameran tarkkuus kantaman alueella 99 %. Kamera soveltuu sisätilojen skannaamiseen. Hinta on noin 3500 €.

Kuva 5. Matterport Pro 2 -kamera ja lisävarusteet (Matterport.com).



4.1.2 Matterport Pro 3 -kamera

Matterport Pro 3 -kameralla toimintasäde on 0,5 – 100 metriä. Tarkkuus on +/- 20 mm kymmenellä metrillä. Tämä kamera sopii ulko- ja sisäkäyttöön ja on Matterportin tarkin kamera. Kameran käyttölämpötila on 0°C - 40°C ja varastointilämpötila on -25°C - 60°C. Pro 3 painaa 2,2 kiloa. Pro 3 -kameran akku kestää 220 skannausta olettaen, että skannaus jatkuu peräkkäin. Pro 3 -kameran pöly- ja vesitiiveysluokitus on IP43. Pro 3:n hinta on noin 6000 €.

Kuva 7. Matterport-palveluun rekisteröityminen (Matterport.com).

Create a free account

Sign up with Apple

Rekisteröi Google-tili

or

First Name

Last Name

Email

Password

Next

Already have an account? [Sign in](#)

What's the name of your organization?

This will also be the name of your workspace, where you and any collaborators will manage your Spaces. If you're not part of a company or organization, no problem, just use your name.

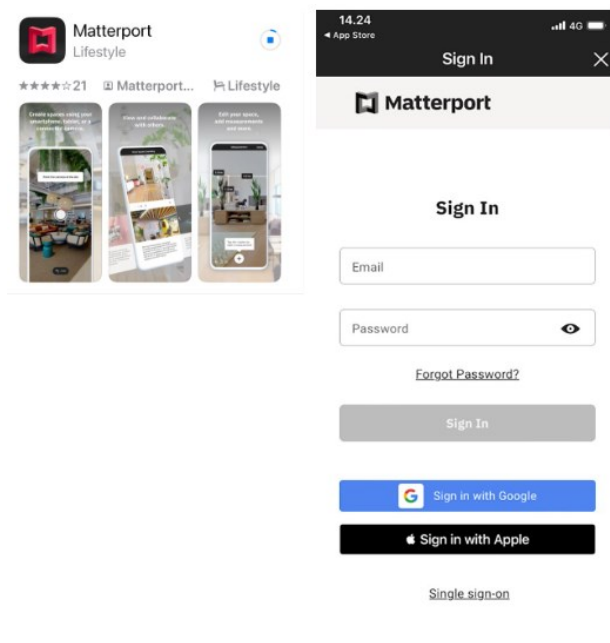
Back

Next

4.3 Mobiililaitteella Matterport-tilille kirjautuminen

Tässä työssä olen käyttänyt kirjautumiseen ja työn skannaamiseen iPhone 12 Pro -puhelin. Tilin luomisen jälkeen ladataan Matterport-sovellus sovelluskaupasta. Sovelluksen voi ladata Applen tai Androidin sovelluskaupasta. Tilille kirjaututaan tilinluomisen yhteydessä annetulla sähköpostiosoitteella ja salasanalla. Tilille voi kirjautua myös käyttämällä Googlen tai Applen kirjautumista (kuva 8).

Kuva 8. Matterport-sovellus sovelluskaupassa ja sisäänkirjautumissivu (iPhone).



Kirjautuminen viimeistellään valitsemalla sopivat kohdat. Kun käytetään kameroita tai Leican skannaavaa takymetria valitaan käyttöön paikallisen verkon käyttö. Jos tallentavana laitteena on Android-puhelin, iPod tai iPhone annetaan lupa laitteen kamerasen käyttöön. Jos haluaa, että osoite, jossa skannaus on tehty ei rekisteröidy pilvipalveluun, voi valinnan sijaintipaikan käyttöoikeuden poistaa.

4.4 Matterportin mobiilisovellus ja uuden työn skannaaminen

Alla olevassa kuvassa (kuva 9) oikealla on Matterport Axis, automaattisesti iPhonea kääntävä/pyörittävä teline, joka kiinnitetään kuvaamista varten jalustaan. Akselin ja jalustan hinta yhteensä on noin 100 euroa.

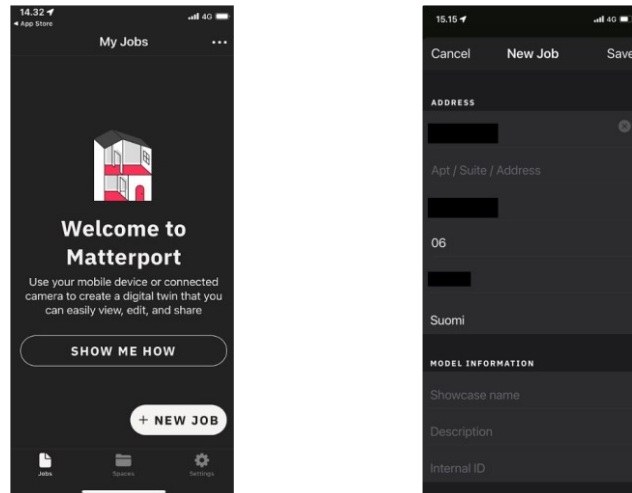
Kuva 9. Puhelimen Axis-tuki ja jalusta (Matterport.com).



Tutustuin erään toimiston skannaamiseen mobiililaitteella ja Matterport-sovellusta käyttämällä. Käytän tässä iPhone 12 Pro -puhelinta ja puhelimennäytönkaappauksia (kuvat 8, 10, 11, 12, 13) esimerkkinä uuden työn aloittamisesta ja skannaamisesta.

Kun kirjautuminen omalle tilille on tehty, näytön alareunasta valitaan "New job". Esille tulevassa ikkunassa on valmiina osoitetiedot, jos sijaintitiedot on otettu käyttöön kirjautumisen yhteydessä. Osoitetietoja voi muokata tarpeen mukaan. Alla olevassa kuvankaappauksessa (kuva 10) on työn aloituksen ja osoitetietojen esimerkinäkymät.

Kuva 10. Aloitus- ja osoitetietonäkymät.

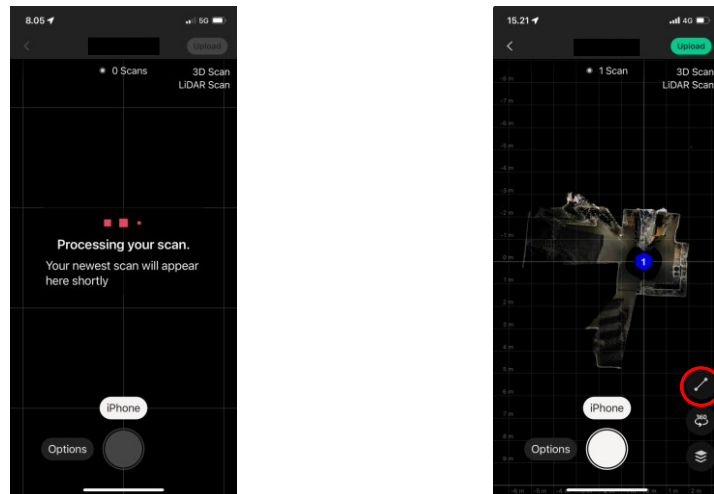


Näytön alareunassa (kuva 11) on valintapainike ”Options”, jonka takaa aukeaa valikko. Scan Options -valikosta voidaan valita skannauksessa käytettävä tapa sekä näkymän laajuus. Käytettävä tapa määräytyy sen mukaan skannataanko yksittäistä kohdetta esim. maljakkoa pöydällä vai skannauspisteen ympärillä olevia kohteita esimerkiksi huonetilaa. Valinnat tehdään sen perusteella onko skannaava laite mobiililaitte vai Pro 3 -kamera. Skannauksen voi tehdä myös tavallisella Android-puhelimella ilman LiDARia, mutta tällöin digitaalisesta mallista ei voi ottaa mittoja, jotka vastaavat todellisuutta.

Kuvaus aloitetaan valkoisesta painikkeesta Options-painikkeen vieressä. Tavoitteena on saada koko tila kuvattua järjestelmällisesti, joten kuvausjärjestys tilassa on mietittävä etukäteen. Jos tilassa halutaan käyttää useaa kuvauspistettä, niiden sijainti kannattaa miettiä etukäteen turhien päällekkäisyyksien välttämiseksi. Tavoitteena on riittävän kattavan pistepilven saaminen niin, ettei pistepilveen jää katvealueita esimerkiksi huonekalujen taakse. Kuvauksen aikana Matterport-sovellus ohjeistaa kuvaamisen suorittamisessa ja kuvaamisjärjestyksessä. Sovellus kertoo myös sen, onko skannauksen aikana kerättyjä pisteitä saatu riittävän kattavasti kohteesta.

Kun skannaus on tehty, saadaan malli skannatusta tilasta. Alla on kuva (kuva 11), jossa näkyy sinisenä ympyränä piste, josta kuvaus on tehty. Kuvaa voi siistiä ja muokata työkaluilla, jotka näkyvät näytön alareunassa. Skannausta kannattaa siistiä ennen sen lataamista pilvipalveluun, jotta lopputulos on paremmin tarkoitusta vastaava.

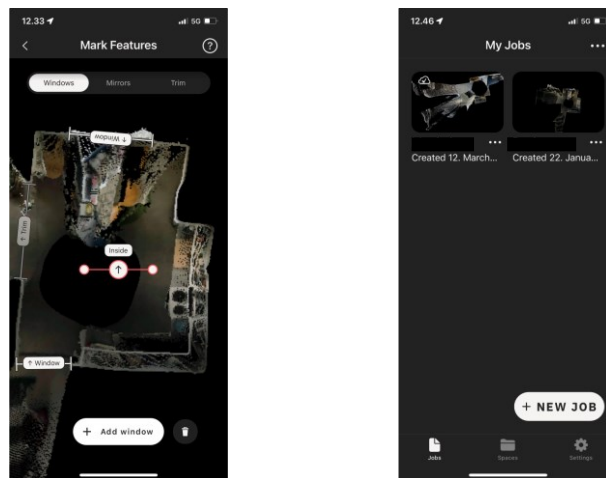
Kuva 11. Skannaustulos.



Alla olevassa kuvassa (kuva 12) on vasemmalla näkymä trimmaustyökalusta. Siirtämällä viivan päitä saa rajattua pistepilven ulkopuolelle jäävät pisteet. Trimmaustyökalulla voi rajata työhön ikkunat ja peilit, koska nämä elementit lisäävät turhia pisteitä valmiissa pistepilvessä. Työ ladataan pilvipalveluun näytön yläreunassa olevalla painikkeella “upload” ja sen prosessointi pilvipalvelussa kestää työn koon mukaan 1 – 24 tuntia.

Omat työt -kansiossa, alla olevassa kuvassa (kuva 12) oikealla, on näkyvissä kaikki tehdyt skannaukset ja niiden tila. Tila kertoo onko työ aktiivinen vai arkistoitu. Ilmaissessa palvelupaketissa vain yksi työ voi olla aktiivisena kerrallaan, jolloin se on muokattavissa ja jaettavissa muille käyttäjille.

Kuva 12. Trimmaustyökalu ja Omat työt -näkyvä.



Pöytä tietokoneella avatussa MyMatterport-portaalissa on kojelautatoiminto, jonka avulla voi pistepilvestä mitata pisteiden välisiä etäisyyksiä ja pinta-aloja. Alla on havainnekuva mittaus työkalunäkymistä (kuva 13), siinä on mittauspisteen valitsemista varten avustava tarkennusdetalji vaalennetussa ympyrässä.

Kuva 13. Mittaus työkalu ja pinta-alamittaus.

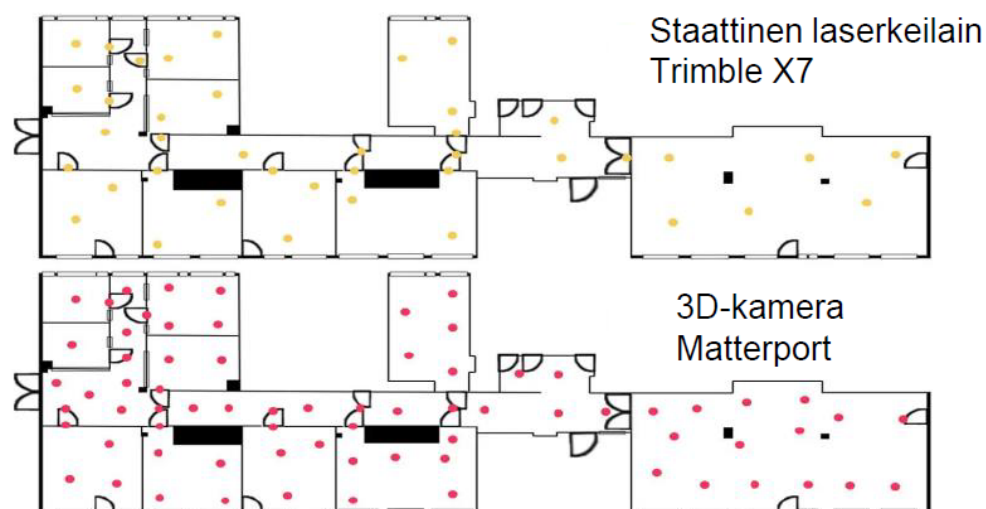


Applen iPhonella skannatusta työstä, joka on ladattu pilvipalveluun ja käsitelty, ei voi saada dataa, joka olisi yhteensopiva Cad-alustalle. Autocadin käyttäminen datan käsittelyssä edellyttää, että skannaus on tehty jollakin Matterportin tukemalla kameralla. Lisäksi palvelupaketissa on oltava CAD-tiedostolisäosa, jolloin palvelupaketin työkalupakissa on mahdollista valita työn tilaaminen dwg. -muodossa. Tälle tulee lisäksi lisäkustannus, joka on noin 13 - 44 €/ tilaus.

5 Trimble X7 -keilain vs. Matterport Pro 3 -kamera

Kun verrataan Trimble X7 -laserkeilainta ja Matterportin Pro 3 -kameraa toisiinsa, kummankin liikuttelu keilauspisteeltä toiselle on yhtä aikaa vievää. Kumpikin laite tasaa itsensä automaattisesti, edellyttäen että jalusta on suorassa. Kummassakaan tavassa skannata ei tarvita keilauspisteellä käytettäviä tähyksiä keilausaineistojen yhdistämiseen kokonaiseksi pistepilveksi. Alla olevassa kuvassa (kuva 14) on kooltaan 400 neliöisen rakennuksen pohjapiirustus (Tikka, 2024).

Kuva 14. Keilauspisteet (Tikka, 2024).



Ylemmässä piirustuksessa on keltaisella merkitty keilauspisteet, joita on tarvittu Trimble X7 -keilaimella skannatessa kokonaisen pistepilven saamiseksi tilasta. Pisteitä on tarvittu 41. Alempaan pohjapiirustukseen on merkitty punaisella keilauspisteet, joita kattavan pistepilven saamiseen on käytetty skannatessa Pro 3 -kameralla. Pisteitä on tarvittu 72. Matterportin Pro 3 -kameralla tarvitaan useampia keilauspisteitä.

Mittaukseen kulunut aika Trimblen X7 -keilaimella on noin 2 tuntia yhden keilauksen kestäessä 2 minuuttia ja 35 sekuntia. Pro 3 -kameralla mittaukseen kulunut aika on noin 1 tunti yhden keilauksen kestäessä 15 – 20 sekuntia. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että Pro 3 on nopeampi tapa suorittaa työ kohteessa, vaikka kameran siirtokertoja tulee enemmän.

Trimblen X7 -keilaimella tuotettu pistepilvi prosessoidaan keilauksen aikana ja voidaan siirtää toimisto-ohjelmistoon pistepilven käsittelyä varten. Pistepilveä voidaan tarkastella jo työmaalla ja tehdä tarvittavat täydennyskeilaukset. Tämä vähentää työmaakäyntien määrää. Pro 3 -kameralla tuotettu pistepilvi prosessoidaan keilauksen jälkeen automaattisesti ja lähetetään pilvipalveluun, josta valmistuneen editoinnin ilmoitus tulee sähköpostiin noin vuorokaudessa. Jos lisämittauksia tarvitaan pistepilviaineistoon, se selviää vasta editoinnin valmistuttua. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että jos Trimble X7 -keilaimella skannattu pistepilvi on suuri, sen editoimiseen toimisto-ohjelmalla saattaa kulua enemmän aikaa, kun valmiiksi tuotteistetulla Matterport-palvelulla. Matterport-palvelun käyttö kattavan pistepilven saamiseksi voi aiheuttaa useamman käynnin työkohteessa ja näin lisätä kuluja.

Trimblen X7:n tarkkuus on ± 2.3 mm/10 metriä ja Pro 3 -kameran tarkkuus on ± 20 mm/10 metriä. Trimblen tarkkuus on parempi ammattimaisessa käytössä ja riittää työmaan rakennusaikaiseen dokumentointiin ja korjausrakentamisen suunnitteluun. Mittatilaustyönä tehtävään keittiöön Pro 3 -kameran tuottama pistepilvi ei anna riittävän tarkkoja mittoja. Pro 3:n tarkkuus kuitenkin riittää hyvin esimerkiksi materiaalimenekkien arviointiin.

Trimblen näkökenttä on $360^\circ \times 282^\circ$. Keilaimen alle keilatessa jää suurempi alue katveeseen verrattuna Pro 3 -kameraan, jonka näkökenttä on $360^\circ \times 295^\circ$. Keilauskantama on kummassakin laitteessa samansuuruinen. Trimble X7 painaa 5,8 kg ja Pro 3 -kamera 2,2 kg. Suuria kohteita keilatessa X7:n paino aiheuttanee haittaa työn edetessä ja laitteen siirtelyssä keilauspisteeltä toiselle.

Trimble X7:n ostaminen omaan käyttöön ei ole kannattavaa, jos laitteiston voi vuokrata kuukausihintaan. Matterport-kamera on sekin arvokas hankinta. Kummankin laitteen hintojen lisäksi tulee hankintakustannukseksi pistepilven käsittelyä varten tarvittavat pöytä tietokoneen ohjelmistojen lisenssimaksut.

Alla olevassa taulukossa (taulukko 1) on laitteiden ominaisuuksien vertailu. Tiedot olen kerännyt BuildingPoint Finlandin artikkelista Laserkeilaimen tekniset ominaisuudet – osa 2 ja laitteiden teknisten tietojen listauksista Geotrimin ja Matterportin sivustoilta.

Taulukko 1. Vertailu Trimble X7 ja Matterport Pro 3 -kamera.

Laite	Trimble X7	Matterport Pro 3- kamera
Tarkkuus	2,3 mm/10 metriä	± 20 mm/10 metriä
Kantama	0,6 metriä – 80 metriä	0,5 metriä – 100 metriä
Näkökenttä/ skannausalue	360° x 282°	360° x 295°
Skannausnopeus/ keilauspiste kuvan kanssa	2,34 minuuttia	< 20 sekuntia/skannaus
Paino	5,8 kg	Paino 2,2 kg
Koko	178 mm (L) x 253 mm (K) x 170 mm (S)	181 mm (L) x 161.4 mm (K) x 76 mm(S)
Akun kesto	4 tuntia	n. 220 peräkkäistä skannausta

<p>Omaksi ostettu laite</p> <p>Vuokrattu laite</p>	<p>14 570 €</p> <p>40 – 60 € + keilausohjelmistojen lisenssimaksut noin 2000 €/v</p>	<p>6000 € + palvelupaketti 50 - 250 €/kuukausi</p> <p>Ei tietoa</p>
--	--	---

6 Muita sovelluksia, jotka käyttävät LiDARia

Polycamilla voidaan kuvata esineitä ja tiloja. LiDAR-sensorilla (iOS) kuvatusta malleista voidaan ottaa myös mittoja. Polycam toimii myös Android-laitteissa, tosin tällöin ei mittaustyökalun tulokset ole käyttökelpoisia. Polycam tarjoaa maksuttoman version sekä maksullisen version. Maksullisen version hinta on noin 60 euroa/vuosi.

SiteScapella voi kuvata huoneita ja tiloja. SiteScape vaatii LiDAR-sensorin (iOS). SiteScape ei toimi Android-laitteessa. SiteScapesta on maksuton versio sekä maksullinen versio, jonka hinta on noin 50 euroa/ kk. SiteScapen toimintaperiaate on pitkälle samanlainen kuin Matterportin.

Mittanauha on lisäsovellus Applen iPhonelle, jossa on LiDAR-sensori. Sillä voi mitata pisteiden välistä etäisyyttä ja tallentaa mittaustuloksen kuvana. Mittanauha tunnistaa myös muotoja ja tunnistaa/mittaa automaattisesti esim. seinälaatan. Mittanauhassa on myös vesivaaka toiminto. Alla olevassa iPhonen-kuvankaappauksesta (kuva 15) huomaa, että mittaus seinäkaakelista on vain suuntaa antava.

Kuva 15. Applen iPhone:n kuvankaappaus Mittanauha-sovelluksen mittaustyökalusta.



Magicplanilla voi kuvata huoneita ja tiloja, sekä tuottaa niistä pohjapiirustuksia. Magicplan vaatii LiDAR-sensorin (iOS) se ei toimi Android-laitteessa. Magicplanista on maksuton versio, jossa on enintään 2 projektia. Magicplan tarjoaa myös maksullisen useamman projektin version, jonka kuukausi hinta on 10 € - 90 € riippuen tilatusta paketista.

7 Pohdinta

Alkuperäinen opinnäytetyön aihe oli LiDAR-mittauksen mobiilisovellukset. Aihetta rajattiin aloitusseminaarissa käsittelemään ainoastaan Matterport-teknologiaa. Lopputulokseen on lisätty Trimblen X7 -keilain sekä vertailu Matterport Pro3 -kameran ja Trimblen X7:n välillä.

Opinnäytetyön aikana työntilaajan kanssa huomasimme, ettei Matterport-aplikaatio ole riittävän tarkka tuottamaan ammattitason pistepilviä yrityksen käyttöön. MyMatterport-portaalissa tarkasteltu iPhoneella skannattu pistepilvi koostui limittäisistä kuvista ja kuvien reunat olivat selvästi havaittavissa. Oikeiden ja tarkkojen mittapisteiden valinta oli vaikeaa. iPhoneella otetut kuvat ja niiden tuottaman pistepilven käyttäminen jätettiin pois laskuista. Matterport-teknologia todettiin ”jo vanhentuneeksi tekniikaksi” ja kameroiden ottaminen käyttöön olisi ollut suuri kuluerä, sekä Matterport-tuotepaketin lisäksi tulevia lisäkuluja oli vaikea arvioida. Opinnäytetyöprosessin aikana työn tilaaja päätti, ettei Matterport-teknologia ja Pro-kamerat tule yrityksen käyttöön. Työn tilaaja ei ostanut kameroita eikä tuotepakettia ja säästy näiltä kuluilta. Matterport Pro 3 -kameraan tutustuminen fyysisesti tai sillä työskentely aidoissa skannaustilanteissa ei ollut mahdollista. Tämän päätöksen vuoksi alkuperäinen suunnitelma päättöyön sisällöstä ja sen aiheen rajauksesta oli jälleen muutettava. Oppilaitoksen aloitteesta päättöyön sisältöön lisättiin Trimble X7 -laserkeilain ja sen teknisten ominaisuuksien vertailu Matterport Pro 3 -kameraan. Trimble X7 -laserkeilaus tekniikkana oli minulle uusi ja mahdollisuutta keilaimen käyttöön aidossa

mittaustilanteessa ei ollut, mikä hankaloitti aiheesta kirjoittamista. Oppilaitoksella on käytössä Trimblen X7 -keilain, mutta sen käyttö ja siihen tutustuminen ei kuulunut rakennusmestariopiskelijoiden koulutukseen. Aiheen rajauksen muuttuminen venytti päättötöprosessin tarpeettoman pitkäksi ja tekijälleen uuvuttavaksi.

Opinnäytetyön aikana opin LiDAR-tekniikasta perusasioita ja teorian LiDAR-skannauksesta kuvauskohteessa. Lisäksi työn tekeminen lisäsi kykyä hyväksyä muutoksia projektin aikana ja opetti tunnistamaan omat rajat kärsivällisyydessä. Päättötöön tekijänä olisin halunnut tehdä kokonaisen olemassa olevan projektin, jossa lopputuloksena olisi ollut valmis pistepilvi suunnittelijan pöydälle.

Lähteet

- BuildingPoint Finland (n.d.). Laserkeilaus [kuva]. <https://buildingpointfinland.fi/ratkaisuja/laserkeilaus>
- Building Point Finland (22.8.2023). Laserkeilaimen tekniset ominaisuudet – Osa 1: Keilausnopeus. <https://buildingpointfinland.fi/laserkeilaimen-tekniset-ominaisuudet-osa-1-keilausnopeus/>
- Building Point Finland (15.9.2023). Laserkeilaimen tekniset ominaisuudet – Osa 2: Laserkeilauksen tarkkuus. <https://buildingpointfinland.fi/laserkeilaimen-tekniset-ominaisuudet-osa-2-tarkkuus>
- Geomatics land surveying (2.10.2024). <https://geomaticslandsurveying.com/wp-content/uploads/2021/05/Trimble-X7-600x481.png>
- Geotrim, (n.d.). Matterport Pro2 3D-kamera. <https://3d-malli.fi/matterport-pro2-3d-kamera/>
- Magicplan, (n.d.) <https://www.magicplan.app>
- Matterport, (n.d.). <https://www.matterport.com>
- Polycam, (n.d.) <https://poly.cam>
- Pelto, T. (25.4.2023) Kolmiulotteiset digitaaliset mallit ja mallipohjaiset oppimisympäristöt. Sykli.
- Sorri, N. (2020). Lidar-järjestelmän toimintaperiaate ja sovellukset [kandinaatintyö]. Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta. Tampereen yliopisto. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/123380/SorriNiklas.pdf>
- Sorri, N. (2020). Lidar-järjestelmän toimintaperiaate ja sovellukset [kuva]. Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta. Tampereen yliopisto. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/123380/SorriNiklas.pdf>
- SiteScape, (n.d.) <https://www.sitescape.ai>
- Säilä, J. (2016). 3D-kuvaus: käyttöohje Matterport-kameran käyttäjälle [opinnäytetyö]. Tietojen käsittely. Tampereen ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2016122721497>
- Tikka, T. (21.3.2024). Erilaiset tiedonkeruumenetelmät – 3D-kamera, laserkeilaus ja mobiilikeilaus. BuildingPoint Finland.
- Tikka, T. (21.3.2024). Erilaiset tiedonkeruumenetelmät – 3D-kamera, laserkeilaus ja mobiilikeilaus. BuildingPoint Finland [kuva].
- Tähtinen, S. (2015). Sisätilan mallinnus – Case Startup Sauna [diplomityö]. Geomatiikka. Aalto-yliopisto. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201506303529>