

Elias Särkimäki

Matterportin hyödyntäminen rakennusprojektissa

Opinnäytetyö

Kevät 2020

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohto

Tekijä: Elias Särkimäki

Työn nimi: Matterportin hyödyntäminen rakennusprojektissa

Ohjaaja: Jussi Korpinen

Vuosi: 2020

Sivumäärä: 32

Liitteiden lukumäärä:

Opinnäytetyön tarkoitus on avata lukijalleen, mikä on Matterport pro2 3D-kamera ja mihin kameraa sekä Matterportin pilvipalvelun eri ohjelmistoja voidaan käyttää. Työssä käydään läpi syvyyskameran ja laserkeilauksen olennaisimmat erot, niin tekniikan kuin käytön kannalta. Työssä syvennytään Matterportin syvyyskameralla tuotetun aineiston hyödyntämiseen rakentamisen eri vaiheissa.

Talotekniset asennukset ja niiden vertaaminen tietomallin ja visuaalisen 3D-mallin välillä helpottaa tehtyjen asennusten sijainnin tarkistamista. Kuvaamalla tuotettu visuaalinen 3D-materiaali helpottaa ihmisten työskentelyä ja auttaa ymmärtämään kohdetta ilman siellä tarpeettomasti käymistä. Matterportin hyödyntäminen rakentamisen loppudokumentoinnissa ja virtuaalisen huoltokirjan tekeminen muodostavat selkeän visuaalisen kuvan rakennuksesta käyttäjälleen.

Tulevaisuudessa tämän tekniikan avulla pystytään välttämään turhaa dokumenttien läpikäyntiä, koska visuaalisen 3D-esittelyn avulla voidaan nopeasti tutustua kohteeseen niin suunnittelussa ja korjausrakentamisessa kuin huoltotarkoituksessa.

Avainsanat: Matterport, 3D-Skanneri, 3D, Pilvipalvelut.

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Site Management

Author: Elias Särkimäki

Title of thesis: Using Matterport in a building project

Supervisor: Jussi Korpinen

Year: 2020

Number of pages:32

Number of appendices:

The purpose of the thesis was to show what a Matterport pro2 3D camera was and where to use the camera, and different kinds of Matterport cloud software. The thesis discussed the most important differences between a depth camera and laser scanning, both in terms of technology and use. The thesis focused on the use of material with a Matterport depth camera at different stages of construction.

Building service installations and comparing them between a data model and a visual 3D model makes it easier to check the location of installed installations. Visual 3D footage produced by laser scanning facilitates work and helps to understand the subject without having to go there unnecessarily. Utilizing the Matterport for the final documentation and creating a virtual maintenance book form a clear visual image of the building for its user.

In the future, this technology will avoid unnecessary document review, because visual 3D presentation makes it much faster to become familiar with the subject matter, both in design and renovation, and for maintenance purposes.

Keywords: Matterport, 3D scanner, 3D, Cloud service.

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
taulukkoluetelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
2 SAIRAALA NOVA	9
3 MATTERPORT 3D.....	10
3.1 Uuden sukupolven kamera	10
3.2 Fotogrammetria.....	11
3.3 Matterport pro2 3D kameran tekniset tiedot.....	12
3.4 Matterport pro2 3D-kameran käyttökohteet.....	14
3.5 Matterport pilvipalvelu	15
3.6 pilvipalvelun Käyttö	15
4 MITÄ EROA ON SYVYYSKAMERALLA JA LASERKEILAIMELLA	18
4.1 Laitteiden eroavaisuudet.....	18
4.2 Käytön eroavaisuudet	20
5 MATTERPORT JÄRJESTELMÄN HYÖDYNTÄMINEN RAKENNUS PROJEKTISSA	22
5.1 Matterport 3D-mallin hyödyntäminen taloteknisissä tarkastuksissa	22
5.2 3D-mallin tietojen vertaaminen visuaaliseen 3D-malliin	24
5.3 Visuaalisen 3D-mallin hyödyntäminen rakentamisen aikana	26
5.4 Visuaalisen 3D-mallin käyttäminen suunnittelussa.....	26
6 Visuaalisen 3D-mallin hyödyntäminen huoltokirjassa.....	27
6.1 Mikä on virtuaalinen huoltokirja.....	27
6.2 Matterport huoltokirja	27
7 YHTEENVETO.....	30
LÄHTEET	31

Kuvaluettelo

Kuva 1. Infrapunavalon heijastuminen esineestä kameraan (Keitaanniemi 2019).	11
Kuva 2. Matterport pro2 3D-kamera (Matterport 2020).	12
Kuva 3. Matterport pro2 3D-kameralla tuotettu nukkekoti näkymä asunnosta (Jokinen 2019).	14
Kuva 4. Aukon mittaus Matterport katselu ohjelmasta (SRV Oy 2019).	16
Kuva 5. MatterPak (Matterport 2020).	16
Kuva 6. pistepilvien eroavaisuudet Matterportin ja ZEP-REVO RT:n välillä.....	19
Kuva 7. ZEB-REVO RT lähettää ja vastaanottaa laservaloa, punaiset nuolet esittää laser säteitä ja vihreä nuoli skannerin pyörimissuuntaa (Keitaanniemi 2019).	20
Kuva 8. Kamerasta johtuva sokeapiste (SRV Oy 2019).	23
Kuva 9. Mittauksessa suorankulman puuttumisen havainnollistama mittauksen epätarkkuus (SRV Oy 2019).	23
Kuva 10. putken sijainnin mittaus (SRV Oy 2019).	24
Kuva 11. Visuaalisesta 3D-mallista mitattu viemärin sijainti (SRV Oy 2019).	25
Kuva 12. 3D-rakenne mallista mitattu viemärin sijainti (SRV Oy 2019).	25
Kuva 13. Kuvassa näkyy Mattertag merkki mitä painamalla tiedot avautuvat omaan ikkunaan (SRV Oy 2019).	29
Kuva 14. Mattertag tietoikkuna avattuna (SRV Oy 2019).	29

Taulukkoluetelo

Taulukko 1. Matterport pro2 3D tekniset tiedot (Geotrim 2017).	13
Taulukko 2. Pilvipalvelun hinta (Geotrim 2017).....	15
Taulukko 3. Laitteiden ominaisuudet (Keitaanniemi 2019).....	18

Käytetyt termit ja lyhenteet

Pistepilvi	Ryhmä 3D-pisteitä, jotka kuvaavat ympäristöään.
Syvyyskamera	Kamera, jolla tuotetaan 3D-kuvaa.
Laserkeilaus	Pistepilven muodostaminen lasermittausta hyväksikäyt- täen.
3D	Kolme tilaulottuvuutta sisältävä kuva. Pituus-, korkeus- ja syvyysulottuvuudet.
Infrapunavalo	Valo, jota ihmisen silmä ei havaitse.
Keilaus	Tilan tai objektin kuvaaminen.
Fotogrammetria	Kuvasta mittaaminen.

1 JOHDANTO

Rakennusalan digitalisaatio on viime vuosina ottanut valtavia harppauksia ja tulevina vuosina kehitys jatkuu voimakkaasti kohti paperitonta työmaata. Tämän kehityksen takana on tietotekniikka ja internet, joita hyödyntämällä tieto saadaan liikkumaan nopeasti niin suunnittelusta työmaalle kuin toisinpäinkin. Tekniikka suo monenlaisia apuvälineitä rakentamiseen, joita olisi hyvä osata käyttää ja hyödyntää. Tiedon nopea liikkuminen nopeuttaa prosessia esimerkiksi korjausrakentamisessa, missä voi tulla yllätyksiä vastaan ja mihin tarvitaan suunnittelijan kommenttia. Tähän asti on työmaalta voitu lähettää tietoa tekstinä ja kuvina helposti, mutta tarkemman mittaustiedon lähettäminen on vaatinut melko paljon työtä, ennen kuin se on helposti ymmärrettävässä muodossa. Tähän ongelmaan on ratkaisuna 3D-kuvaaminen, jonka avulla yhdellä kuvauksella saadaan muodostettua kuva ja mitat samaan helposti tulkittavaan muotoon. (Junnonen 2018.)

Opinnäytetyössä avataan lukijalle, mihin kaikkeen syvyyskameralla tuotettua dataa voidaan hyödyntää Matterportin katseluohjelman avulla. Työssä käydään läpi, miten tuotettua dataa hyödynnetään rakennusprojektissa ja miten se on käyttäjän apuna projektin jälkeen esimerkiksi muutoksien suunnittelussa. Työssä käydään läpi tietomallin ja toteutuneen työn välistä vertailua talotekniikka-asennuksien tarkastuksissa sekä punakynäkuvien dokumentoinnin apuna.

Rakennusalalla on menossa digitalisaation murros, ja se vaatii alan tekijöiltä uuden oppimista ja ennen kaikkea uusien asioiden ja ohjelmien omaksumista päivittäiseen työntekoon. Tekniikan on tarkoitus auttaa eikä hankaloittaa tekemistä, mutta ennakkoluuloja uuden asian sisäistäminen kohtaa aina. Opinnäytetyöllä pyritään yksinkertaisesti kertomaan Matterport-ohjelmiston ja 3D-kameran käytöstä ja niiden tuomista hyödyistä.

2 SAIRAALA NOVA

Opinnäytetyössä käydään läpi Matterportilla toteutetun visuaalisen 3D-mallin käytön mahdollisuutta Keski-Suomen sairaanhoitopiirin Jyväskylään rakennuttaman sairaala Novan LVI-puolen tarkastuksissa. Projektin pääurakoitsijana toimii SRV Rakennus Oy, joka työllistää tällä hetkellä noin 1000 työntekijää Suomessa, Venäjällä ja Virossa. Sairaala Novan hankkeessa SRV:n urakkamuotona on projektinjohdourakka. Alla on esitetty kohteen yleistietoja (Keski-Suomen sairaanhoitopiiri 2016):

- rakennuspaikka Jyväskylän Kukkumäki
- kokonaispinta-ala noin 100.000 brm²
- projektin kustannusarvio noin 411 miljoonaa euroa
- valmistumisvuosi 2020.

Uudessa sairaalassa on

- tutkimus- ja vastaanottohuoneita 360
- vuodeosastojen sairaansijoja 368
- leikkaussaleja 24
- synnytyssaleja 10.

Projektin hankesuunnittelu tapahtui 7/2012 – 12/2012, ja sairaalan rakentaminen aloitettiin syksyllä 2016 (Keski-Suomen sairaanhoitopiiri 2017).

3 MATTERPORT 3D

3.1 Uuden sukupolven kamera

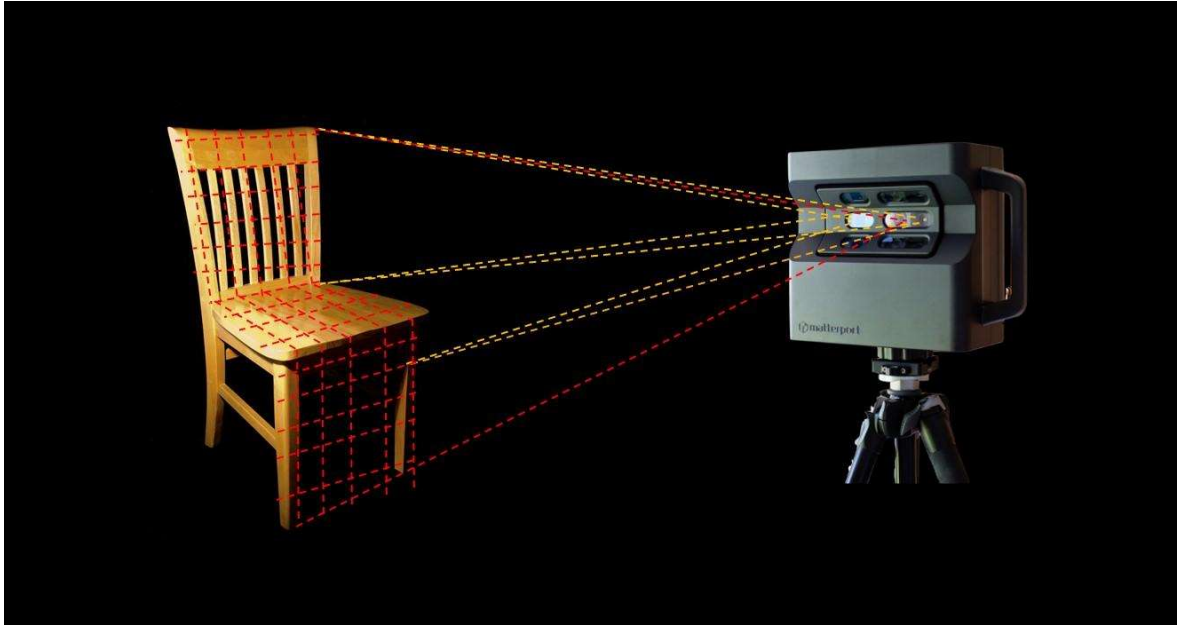
Mikä on syvyyskamera ja miten se toimii? Syvyyskamera on toimintaperiaatteeltaan lähes samanlainen tavallisen digikameran kanssa. Kuvattu materiaali tallentuu muistikortille, mistä se siirretään tietokoneelle käsiteltäväksi ja käytettäväksi. Kuvauksen tuotosten katseluun on oma ohjelmansa, joka käsittelee kuvatun datan valmiiksi tuotteeksi käyttäjälleen. Kuvankäsittely hoituu käyttäjää ajatellen automaattisesti. Oleellisin ero syvyyskameran ja tavallisen kameran käyttämissä tekniikassa on infrapunavalon avulla tapahtuva mittaus.

Matterport Pro2 3D-kamerassa on infrapunavalon lähde, mistä kamera heijastaa valon kuvattavaan kohteeseen. Valo lähetetään tietyllä infrapuna-aallonpituudella, joka muodostaa kohteen pinnalle osuessaan tunnetun kuvion ja josta se heijastuu takaisin kameran sensoriin. Valoa ei voi ihmisen silmällä erottaa, mutta laitteen kamera ja infrapunavalon tunnistava sensori havaitsevat sen.

Valokuvion osuessa kuvattavaan kohteeseen se mukailee kohteen pinnan muotoja ja heijastuu takaisin. Kamera pystyy muodostamaan pistehavainnoja kuvion infrapunavalon heijastuksien pohjalta. Näistä pistehavainnoista muodostetaan pistepilvi. Kuvassa 1 on havainnollistettu yksinkertaisesti infrapunavalon kulku kamerasta esineeseen ja heijastuminen takaisin kameraan. Tämän valon kulkeman ajan kamera muuttaa matkaksi ja valon säteiden kulmien avulla muodostuu paikka jokaiselle pisteelle. Etäisyyden laskennassa käytetään kolmion kulmien laskentaperiaatetta. Kuvattava kohde kannattaa kuvata mahdollisuuksien mukaan useammasta eri suunnasta tarkkuuden maksimoimiseksi. Kuvankäsittelyohjelmiston on tunnistettava sama kohde vähintään kahdesta eri kuvasta. Näin varmistetaan mahdollisimman tarkka lopputulos ja saadaan muodostettua toimiva 3D-kuva mittausmahdollisuuksiin.

Matterport-kameran käyttämä tiedosto muoto visuaalisessa 3D-mallissa on obj. Tätä tiedosto muotoa tukee 3D-mallinnus ohjelmista ainakin Autodesk Revit, ReCap tai Maya. Näillä ohjelmistoilla voi esimerkiksi lisätä esineitä visuaaliseen 3D-malliin.

Tarkan pohjapiirustuksen piirtäminen mallinnetusta tilasta mallin avulla onnistuu helposti. Tämä toiminto auttaa esimerkiksi suunnittelijaa työssä, kun kohteesta ei ole pohjapiirustusta olemassa. (Geotrim 2017a.)



Kuva 1. Infrapunavalon heijastuminen esineestä kameraan (Keitaanniemi 2019b).

3.2 Fotogrammetria

Kuvaa, josta pystytään mittaamaan etäisyyksiä, kutsutaan fotogrammetriaksi. Kansankielellä se tarkoittaa kuvasta mittaamista. Matterport-syvyyskameran tapauksessa prosessi tapahtuu seuraavasti. Kamera käyttää infrapunasyvyysmittausta, tämän avulla se luo 3D-geometrian. Muodostetun 3D-geometrian päälle se liittää valokuvista luodun tekstuurin ja näin tuottaa fotorealistisen 3D-mallin. (Matterport homepage 2020.)



Kuva 2. Matterport pro2 3D-kamera (Matterport 2020a).

3.3 Matterport pro2 3D-kameran tekniset tiedot

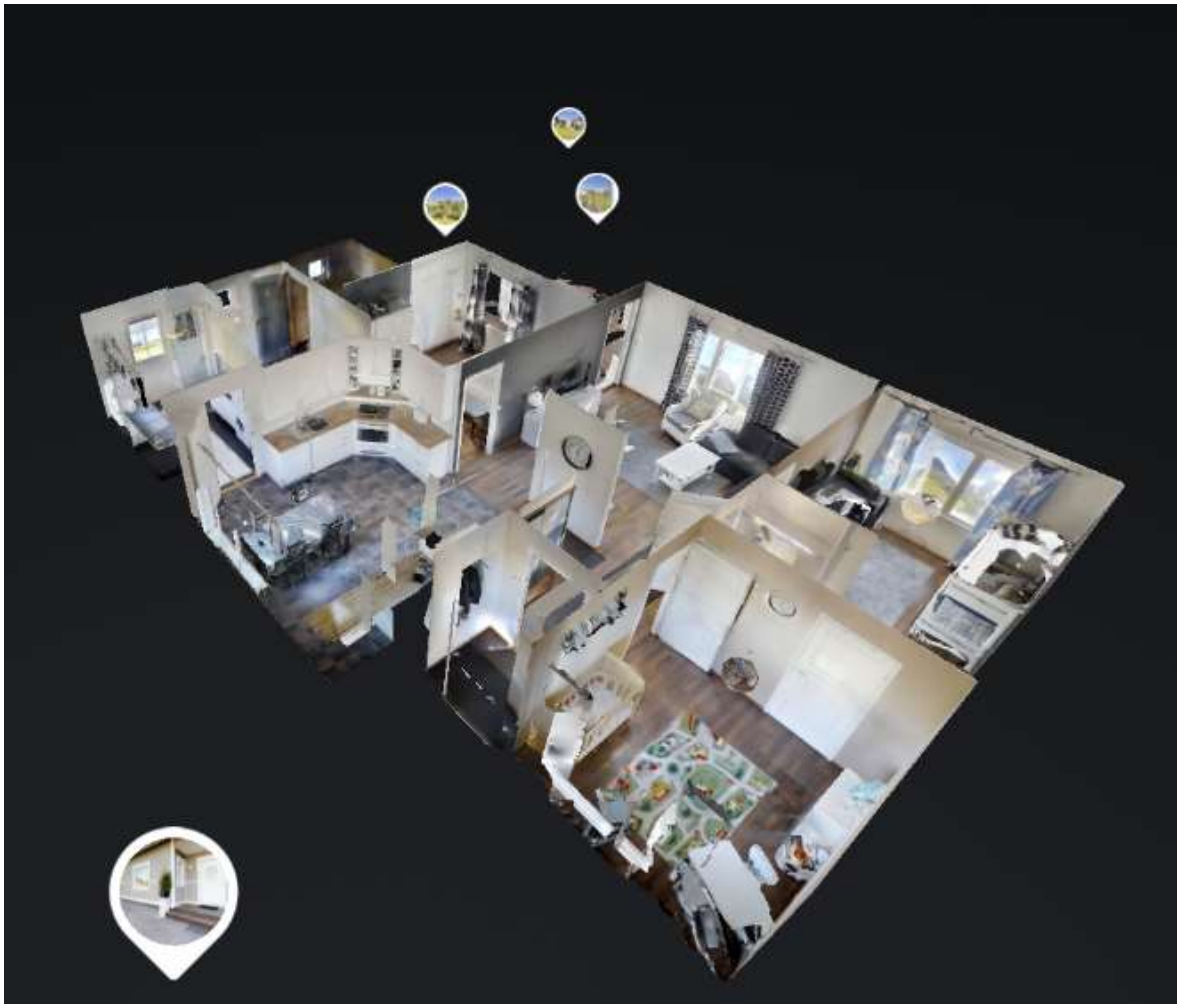
Matterport pro 2 3D-kamera on kooltaan kompakti ja painoltaan kevyehkö, minkä ansiosta sitä on helppo kuvattaessa liikutella. Kameran kuvausaika on noin kahdeksan tuntia yhdellä latauksella. 2000 neliömetrin kohteen keskimääräinen yleiskuvantamisen kesto kameralla on reilu tunti. Kameralla saa kuvattua pysty akselin suuntaisesti 360° ja vaaka-akselin suuntaisesti 300° panoraamakuvaa. Kameran kuvan laatu on 4K-tasoa. Kuvatun datan siirto Ipadille kestää yhden kuvan osalta noin kolme sekuntia. Skannaus yhdeltä paikalta kestää 31 sekuntia. (Taulukko 1.)

Taulukko 1. Matterport pro2 3D tekniset tiedot (Geotrim 2017b).

Paino	3.4 kg
Mitat	11.1 × 26.0 × 22.9 cm
Virta	-Lithium-ion-akku -Skannaa 8 tuntia yhdellä latauksella -Latauksen kesto: 4.5 tuntia
3D-sensori	- Rakenteen valonlähde (infrared) 3D-sensorissa - 30 sekuntia per skannaus/pyyhkäisy - 99% tarkkuus kantaman alueelta - Maksimikantama: 4.5 m - 3D-tiedon rekisteröinti: Automaattinen - Syvyysresoluutio: 10 pistettä/aste (3600 pistettä/leveys, 1800 pistettä/pituus, n. 4 miljoonaa pistettä/panoraama)
Valokuva	- Lähtevän panoraaman pikselit: 134.2 MP, tasavälinen lieriö - Kuvien vienti 8092px x 4552px - Linssit: 4K täyslasi - Valkotasapaino: Automaattinen full-model - 360° (vasen -oikea) x 300° (korkeus) näkökenttä
Data	- WiFi tiedonsiirtoon kamerasta iPadiin, Capture-sovelluksella - WiFi 802.11 n/ac 5 GHz
GPS	Sisältyy
3D-showcase	Resoluutio: Ultra-HD 4K Zoomaus: 300% Tyypillinen latausaika: 3,5 s (web) / 4,5 s (mobiili) Valkotasapaino: Automaattinen full-model
Snapshotin maksimikoko	Resoluutio: 8092px x 4552px
Skannausnopeus	Yksilöllinen skannausaika: 31 s Skannauksen kesto 2000 m ² : 1 tunti 10 min (keskimäärin.) Prosessointiaika keskimäärin: alle 24 tuntia (tyypillisesti)

3.4 Matterport pro2 3D-kameran käyttökohteet

Kameran käyttö mahdollisuudet ovat laajat. Yleisin käyttötarkoitus kameralla on kiinteistönvälitys. Kiinteistön myynti ilmoituksissa kohtaa nykyään usein 3D-esittelyn kohteesta, suurin osa näistä on tehty syvyyskameroilla kuten Matterport pro2 3D:llä. Matterportin kameralla ja ohjelmistolla saadaan aikaiseksi hyvä esittelyaineisto. Sen avulla voidaan tuottaa 3D-esittelyvideo asunnosta, 3D-pohjakuva tai nukkekoti kokonaiskuva asunnosta. Tulevaisuudessa kiinteistönvälittäjän ei tarvitse päivystää myytävällä kohteella, vaan mahdollinen ostaja voi tutustua 3D-tilaesittelyn avulla kohteeseen. (Jokinen 2019.)



Kuva 3. Matterport pro2 3D-kameralla tuotettu nukkekoti näkymä asunnosta (Jokinen 2019).

3.5 Matterportin pilvipalvelu

Matterportin etu kilpailijoihin nähden on hinta. Kamera oheistuotteineen maksaa reilu kolmetuhatta euroa. Tämän lisäksi katseluohjelman, tarkemmin sanottuna pilvipalvelun, hinta riippuu tarvittavasta tallennustilasta. (Taulukko 2.)

Taulukko 2. Pilvipalvelun hinta (Geotrim 2017c)

Pilvipalvelupaketin taso	Pilvipalvelupaketin hinnoittelu (€/kk)	Pilvipalvelupaketin hinnoittelu (€/vuosi)	Aktiivisia malleja yhteensä
Free*	0€/kk	-	1 aktiivinen malli***
Starter*	8,99€/kk	-	5 aktiivista mallia
Professional	62€/kk	636€/vuosi	25 aktiivista mallia
Professional Plus	115€/kk	1176€/vuosi	50 aktiivista mallia
Business	275€/kk	2868€/vuosi	100 aktiivista mallia
Business Plus	620€/kk	6468€/vuosi	250 aktiivista mallia
Enterprise	Räätälöidyt pilvipalvelusuunnitelmat asiakkaille, jotka tarvitsevat 500+ aktiivista mallia.		

3.6 Pilvipalvelun Käyttö

Matterport Space eli Matterport-tila on pilvipalvelun kautta toimiva katseluohjelma, mistä rekisteröitynyt käyttäjä pystyy hallitsemaan kuvaamaansa dataa ja jakamaan tietoa haluamilleen tahoille. Katseluohjelmassa mallista mittaaminen on helppoa ja tarkkaa mittaustyökalun avulla. (kuva 4.) Mittaamisen tarkkuus riippuu kuvaus etäisyydestä. Kahdeksan metrin matkasta tarkkuus on noin 2-4 cm, joten tulos on tarpeeksi tarkka useimpiin mittaus tarkoituksiin. (Taulukko 3.) Matterport tagin avulla voi malliin jättää viestejä toisten käyttäjien katsottavaksi, tällä tavoin viestintä eri osapuolien kesken onnistuu mallin avulla. Tämän etuna on asian ja kuvan näkyminen samassa yhteydessä, mikä nopeuttaa ja helpottaa asioiden läpikäyntiä.



Kuva 4. Aukon mittaus Matterportin katseluohjelmasta (SRV Oy 2019).



↓ [Download Sample](#)

The MatterPak™ Bundle is a set of **commercial 3D assets** for import into third party programs. This MatterPak™ Bundle contains:

- Color point cloud (.xyz)
- Reflected ceiling plan image (.jpg and .pdf)
- High resolution floor plan image (.jpg and .pdf)
- OBJ file of the 3D mesh (.obj)

The MatterPak™ Bundle is for the following users:

- **Architects and engineers** for as-built designs
- **Construction professionals** for documentation and turnover packages

NOTES:

- The MatterPak™ Bundle is an a-la-carte purchase. Your bill at the end of the month reflects all purchases from the previous month. [Learn more about billing.](#)
- 3D data is accurate to within 1% of reality. Point cloud and OBJ scale: 1 unit = 1 meter. Ceiling plan and floor plan images contain a scale legend.

Kuva 5. MatterPak (Matterport 2020b).

Visuaalinen 3D-malli saadaan pilvipalvelusta helposti siirrettyä ja muokattua Revit ohjelmaan sopivaksi 3D-malliksi, missä sitä voidaan hyödyntää suunnittelun apuna (kuva 5). Ensimmäisenä kirjaudutaan pilvipalveluun, tämän jälkeen palvelusta avataan haluttu malli ja ladataan MatterPak-ohjelmisto. Mallin ollessa auki katseluohjelmalla ladataan se tietokoneelle pakattuna zip-tiedostona. Seuraavaksi pakattu tiedosto puretaan kansioon ja avataan MatterPak ohjelmisto. MatterPak ohjelmistolla malli muutetaan obj muotoiseksi tiedostoksi, mikä voidaan avata Revit suunnittelu ohjelmistolla. (Geotrim 2017d.)

4 MITÄ EROA ON SYVYYSKAMERALLA JA LASERKEILAIMELLA

4.1 Laitteiden eroavaisuudet

Laserkeilaimen ja syvyyskameran Isoin ero on etäisyyden määrittämisessä, tarkemmin sanottuna mittauksessa käytetyn valon ominaisuudessa. Laserkeilain käyttää hyödykseen laservaloa ja syvyyskamera infrapunavaloa. Pistepilven avulla pystytään muodostamaan kuvattavasta objektista 3D-kuvaa, tämän ominaisuuden ansiosta kuvaan muodostuu kolmas ulottuvuus eli syvyys. Syvyyden ansiosta pystytään mittaamaan kuvasta eri objektin mitat, esimerkiksi oviaukon leveys. Tämä mahdollistuu käyttämällä infrapunavaloa kuvauksessa. Infrapunavalon avulla mitataan etäisyys kamerasta kuvattavaan kohteeseen.

Taulukko 3. Laitteiden ominaisuudet (Keitaanniemi 2019e).

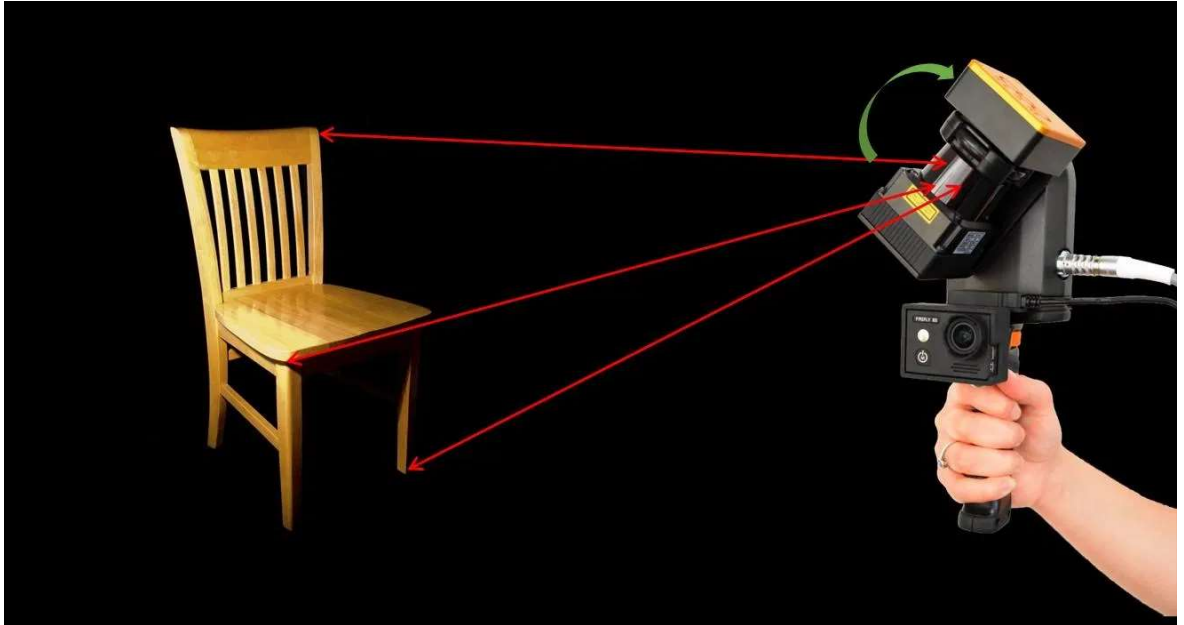
	Matterport Pro 2	ZEB-REVO RT
Tarkkuus	Noin 2-4 cm	Noin 1-2 cm
Aallonpituus	825 - 830 nm (infrapuna)	905 nm (infrapuna)
Mittausetäisyys	8 m	30 m

Matterportin syvyyskameralla tuotetun aineiston yleisin käyttö on tällä hetkellä kiinteistönvälityksessä 3D-visualisointi kohteesta. Tämä johtuu kameran muodostaman pistepilven väriominaisuudesta, jonka tuotos saadaan käsiteltyä 4K tasolle (kuva 4). Vastaavan tasoisella laserkeilaimella tässä tapauksessa GeoSLAM ZEB-REVO RT tuotetun pistepilven visuaalinen taso on huomattavasti rakeisempi. Oleellisin ero kuvissa on kuitenkin väri. Matterport muodostaa värillisen pistepilven ja ZEB-REVO RT muodostaa mustavalkoisen pistepilven (kuva 6).



Kuva 6. Temppliaukion kirkon alttari pistepilvinä sekä Matterport Pro 2 3D-kameralla että ZEB-REVO RT (Keitaanniemi 2019c).

Laserkeilaamalla tuotettu pistepilvi on mitta tarkempi syvyyskameralla tuotettuun verrattuna. Laserkeilaamalla saavutetaan jopa $\pm 0,1\text{mm}$ tarkkuus. Pistepilvissä on eroavaisuuksia värin lisäksi pistepilven muodostumisessa. Syvyyskamera tuottaa infrapunaa ansiosta muotopistepilven. Laserkeilain tuottaa pistepilven sanan oikeassa tarkoituksessa, eli jokaisen lasersäteiden takaisin heijastumiskohdasta muodostuu oma pisteensä. Tästä syystä laserkeilaaminen on tarkempaa verrattaessa syvyyskameralla tuotettuun pistepilveen (kuva 7). (Keitaanniemi 2019a).



Kuva 7. ZEB-REVO RT lähettää ja vastaanottaa laservaloa, punaiset nuolet esittää laser säteitä ja vihreä nuoli skannerin pyörimissuuntaa (Keitaanniemi 2019d).

4.2 Käytön eroavaisuudet

Matterport pro2 -syvyyskameralla kuvattaessa kamera on kiinnitettyä kolmijalkaan. Kamera asetetaan haluttuun paikkaan ja kameras ohjaukseen käytettävältä tabletti tietokoneelta käynnistetään kuvaus. Kameraa siirretään noin kaksi metriä seuraavaan paikkaan ja kuvaus suoritetaan uudelta sijainnilta. Tämä toistetaan tarvittavan monta kertaa, jotta koko kuvattava alue saadaan tallennettua. Kuvattu materiaali tallentuu langattoman yhteyden avulla kannettavaan tablettitietokoneeseen, mistä se siirretään automaattisesti käsiteltäväksi pilvipalveluun.

ZEB-REVO RT -laserskannerin toiminta periaate on hieman erilainen. Skanneria ei tarvitse kiinnittää jalustaan skannausta varten. Skanneria pidetään kädessä ja skannattava alue kävellään läpi, ja samanaikaisesti skanneri skannaa alueen. Skannerista data tallentuu kannettavaan tabletti tietokoneeseen, mistä se siirretään laitteen mukana tulevalle käsittely ohjelmalle. Kuvattu materiaali pitää manuaalisesti käsitellä valmiiksi tuotteeksi.

Laitteiden isoimmat erot ovat kuvaus prosessissa ja kuvatun materiaalin käsittelyssä. ZEB-REVO RT on nopeampi käyttää itse kuvaustilanteessa, kuvauksen onnistuessa kävellessä. Matterport vaatii vastaavasti laitteen siirtelyä jalustan kanssa ja itse kuvaus kestää 30 sekuntia yhtä kuvaus paikkaa kohden. Kuvatun datan käsittely ZEB-REVO RT tapauksessa pitää suorittaa manuaalisesti, näin siihen vaadittu aika riippuu datan määrästä ja halutusta laadusta. Matterport käsittelee kuvatun datan samalla kun se siirretään pilvipalveluun. Keskimääräinen käsittely ja siirto aika 200 m² kokoisesta kohteesta on noin 12-24 tuntia. Matterport lupaa datan käsittelyn enimmäisajaksi suurimmalle mahdolliselle tiedoston koolle 24 tuntia.

5 MATTERPORT-JÄRJESTELMÄN HYÖDYNTÄMINEN RAKENNUSPROJEKTISSA

5.1 Matterport 3D-mallin hyödyntäminen taloteknisissä tarkastuksissa

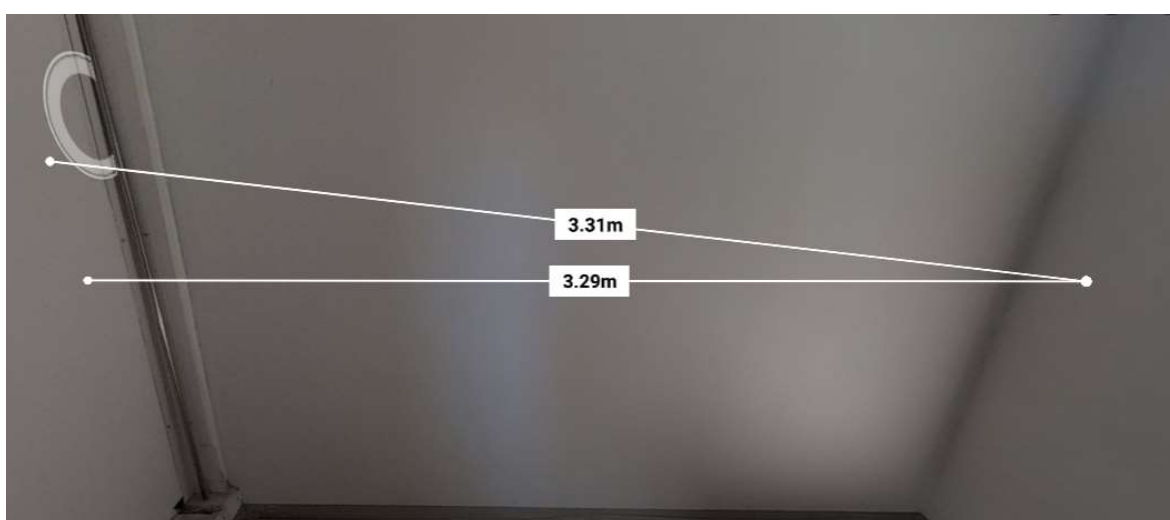
Sairaala Novan LVI-tarkastuksiin suunnitellaan käytettäväksi Matterportilla kuvattua visuaalista 3D-mallia. Tätä varten uusi sairaalarakennus kuvattiin kauttaaltaan sisäpuolelta Matterport pro 2 syvyyskameralla ja kuvaus tuotettiin 3D-malliksi, kerros ja lohko kohtaisesti. Tarkoitus on hyödyntää mallia muuhunkin kuin pelkkiin tarkastuksiin, kuten rakennuksen käytön aikaisiin huoltotoimenpiteisiin.

Ylitolonen (2020) mukaan ohjelmaan ja visuaaliseen 3D-malliin tutustuttuaan hän huomasi mallin sopivan LVI-tarkastuksen tekemiseen mittauksen osalta huonosti. Mittaustoiminnolla mitattaessa ongelmaksi koituu mittaustoiminnon suoran kulman mittauksen puuttuminen, sanoo Ylitolonen (kuva 9). Tämän toiminnon puuttumisen takia mittaus tarkkuus kärsii liian paljon soveltuakseen tarkkaan tarkistus mittaukseen. Hänen mukaansa toinen ongelma kohta on kameran sokea alue suoraan kameran sijainnin yläpuolella (kuva 8). Kolmantena ongelmana Ylitolonen pitää mittaustoiminnon mittauspisteen tartuntakohdan paikkaa putkien sijaintia mitattaessa, koska paikka ei yleensä osu putken reunaan kameran kuvauskulman takia (kuva 11).

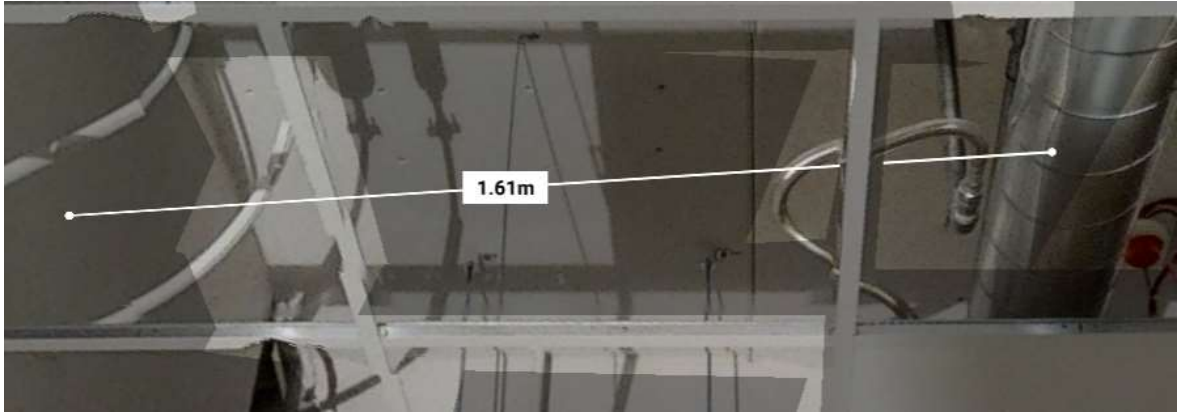
Itse ohjelmaan tutustuttuani huomasin ylläolevien asioiden pitävän paikkansa, tosin sokea piste kameran päällä on kooltaan hyvin pieni. Suorakulma mittaus olisi hyvä lisä mittaustyökaluun, koska kuvasta on vaikea hahmottaa esimerkiksi putken sivusta mitatessa suorakulmaa viereiseen seinään.



Kuva 8. Kamerasta johtuva sokea piste (SRV Oy 2019).



Kuva 9. Mittauksessa suoran kulman puuttumisen havainnollistama mittauksen epätarkkuus (SRV Oy 2019).

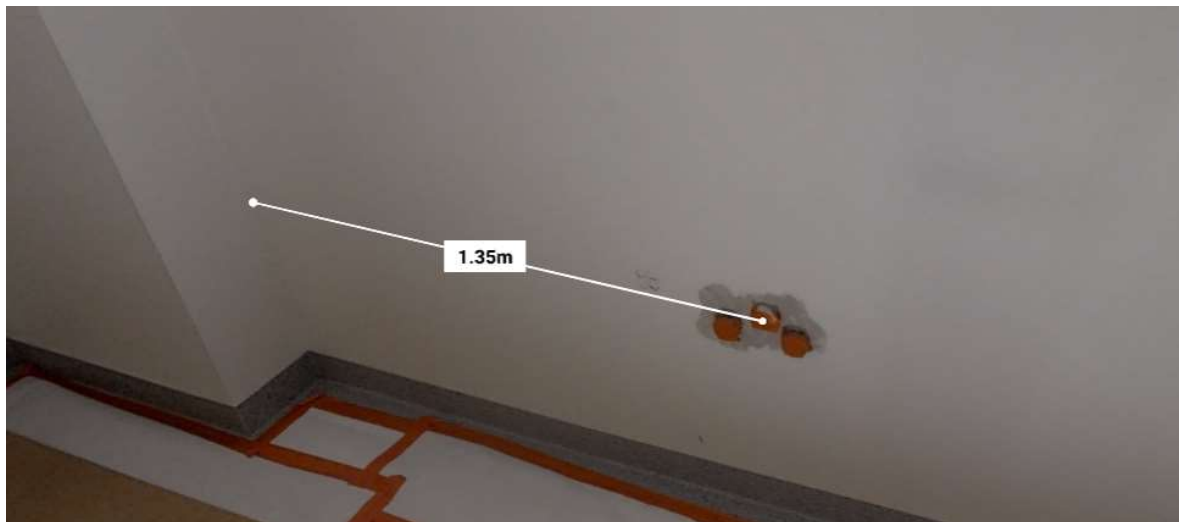


Kuva 10. Putken sijainnin mittaus (SRV Oy 2019).

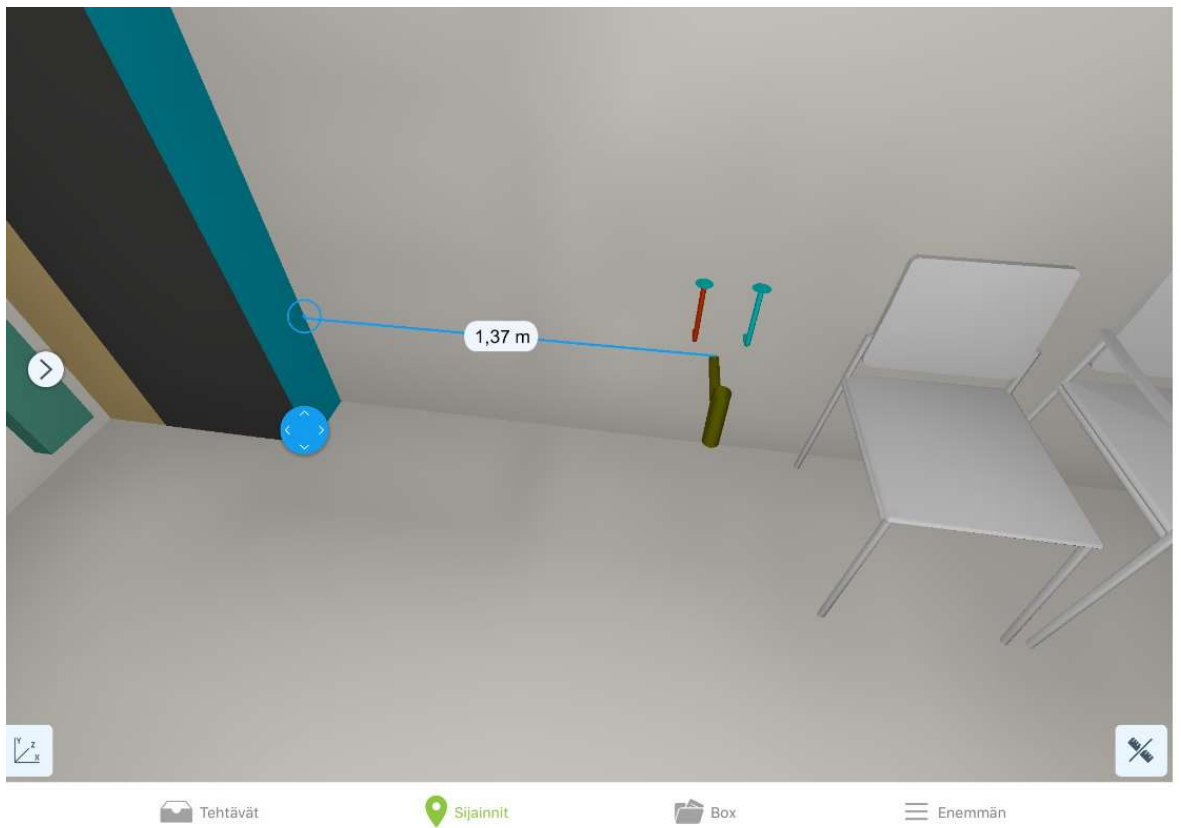
5.2 3D-mallin tietojen vertaaminen visuaaliseen 3D-malliin

Sairaala Novassa LVI tarkastuksissa on tarkoitus käyttää Matterportilla tehtyä visuaalista 3D-mallia ja sen tietoja ja verrata toteutunutta 3D-yhdistelmämalliin, jolla on rakennettu. Yllämainitussa kappaleessa esiin tulleet ongelmat rajoittavat tiettyjen tarkkojen mittausten tekemistä visuaalisesta 3D-mallista. Tästä johtuen kyseisessä kohteessa ei mallien vertaamista paljoa vielä ole tehty. Yhden esimerkin vertailun mahdollisuudesta tuon tässä esille. Kuvissa 11 ja 12 on esitetty sama viemäri ja mittaus on suoritettu samasta seinästä, kuten voi huomata mittaus epävarmuus huomioiden (taulukko 3). Viemäri on käytännössä samassa paikassa molemmissa 3D-malleissa.

Niin kutsuttujen punakynä muutosten tarkistamista on suunniteltu tehtävän sairaala Novan projektissa visuaalista 3D-mallia hyödyntäen. Mallista voidaan katsoa esimerkiksi jonkun putkilinjan reitin vaatiman muutoksen toteutunut sijainti ja dokumentoida tehty muutos loppukuviin.



Kuva 11. Visuaalisesta 3D-mallista mitattu viemärin sijainti (SRV Oy 2019).



Kuva 12. 3D-rakenne mallista mitattu viemärin sijainti (SRV Oy 2019).

5.3 Visuaalisen 3D-mallin hyödyntäminen rakentamisen aikana

Visuaalista 3D-mallia voi rakentamisen aikana hyödyntää monella tavalla, tähän tietysti vaikuttaa milloin kuvaus on suoritettu ja missä vaiheessa kohde on ollut kuvauksen aikana. Sairaala Novan työmaalla visuaalista mallia on rakentamisen aikana hyödynnetty esimerkiksi varuste asennuksessa sijainti muutoksia tehdessä. Mallista on helppo ollut katsoa mahdollinen vaihtoehtoinen sijainti varusteelle ja mitata uusisijainti vaikka seinästä. Samalla dokumentointi sijainnin muutokselle on helppoa ottamalla mallista näyttökuvat mittoineen ja lähettää suunnittelijalle.

Muutostöiden suunnittelua malli on myös helpottanut, koska mallista on voinut varmistaa toteutuneet mitat. Malliin on voinut mittatyökälulla hahmottaa muutoksen tarvitsemaa tilaa ja katsoa sen vaikutusta tekniikkaan ja muuhun mahdolliseen vaikuttavaan tekijään.

5.4 Visuaalisen 3D-mallin käyttäminen suunnittelussa

Matterportin hyödyntämisen vaihtoehtoja suunnitteluun on useampia. Matterport kameralla kuvatusta aineistosta muodostuu pilvipalveluun ladattaessa tarkka 3D-pohjakuva. Tätä pohjakuvaa mittoineen voi hyödyntää tilasuunnittelussa, saneerauksen suunnittelussa, tai käyttötarkoituksen muutoksissa. Tarvittaessa visuaalinen 3D-malli kääntyy MatterPakin avulla 3D-malliksi suunnittelu ohjelmiin, tämä käy helposti muuntamalla tiedosto obj muotoon.

Visuaalista 3D-mallia voi hyödyntää korjausrakentamisen lähtötietojen luomisessa. Mallista on helppo tarkistaa kohteen mitoitusta ja suunnittelu ohjelmilla pystyy mallintamaan tarvittavia muutoksia. Tämän tekniikan ansiosta pystytään vähentämään kalliita arkkitehdin käyntejä kohteessa ja samalla itse pohjakuvien piirtotyöstä säästyy aikaa kohteen suunnittelulle. (Jokinen 2018).

6 Visuaalisen 3D-mallin hyödyntäminen huoltokirjassa

6.1 Virtuaalinen huoltokirja

Rakennuksien vaatima talotekniikka kehittyy jatkuvasti ja niiden toimintaa ohjataan tietotekniikalla. Edellä mainittuun kun lisätään mekaanisesti käytettävä tekniikka, tulee huoltotoimenpiteitä varten olla monenlaisia huolto-ohjekirjoja. Nykyään on käytössä sähköisiä huoltokirjoja, mistä löytyy vaadittavat dokumentit ja piirustukset. Kun tämän kaiken dokumentaation lisää visuaaliseen 3D-malliin paikkamerkkeineen, syntyy virtuaalinen huoltokirja.

Tällä hetkellä sähköisen huoltokirjan lisäksi voidaan käyttää 3D-mallia tai yhdistelmä mallia rakennuksesta. En etsinnästä huolimatta löytänyt suomenkielisiltä sivustoilta ainuttakaan kohdetta, missä olisi virtuaalinen huoltokirja käytössä. Senaatti kiinteistöjen selvityksen tietomalli ylläpidossa löytyi aiheesta tehty tutkielma. Tutkielmassa ehdotetaan kokeiltavaksi virtuaalista huoltokirjaa, sen hyödyistä esiin nostettiin kustannus säästöt ja tehokkuus. (Halmetoja 2016.)

6.2 Matterport huoltokirja

Matterport on varsin monipuolinen 3D-skannaus- ja todellisuuden kaappausjärjestelmä, minkä avulla pystyt helposti ja näyttävästi dokumentoimaan rakennuksen eri tiloja. 3D-virtuaaliesityksiin voi kiinnittää Mattertag- viestejä, joilla voi antaa kohteesta, esineestä tai laitteesta lisätietoa. Lisätieto voi olla kuva, teksti, video tai linkki esimerkiksi laitteen käyttöohjekirjaan.

Visuaalinen 3D-malli muutettuna virtuaaliseksi esitykseksi, pystytään tekemään havainnollistava opastus Mattertag-viestien avulla. Tällöin 3D-visualisointia voidaan käyttää myös tilojen ”käyttöliittymänä”. Esitykseen pystyy esimerkiksi lisätä teknisen tilan 3D-tilaesityksen ja työlistan sekä ohjeistuksen koneiden käyttöön. Tilojen dokumentointi rakennus- tai remonttikohteen eri välivaiheiden osalta onnistuu helposti ja selvästi ohjelmiston avulla. (Geotrim 2017e.)

Kuvissa 13 ja 14 tuodaan esille MatterTagin käyttö, joissa malliin lisätään MatterTag merkki haluttuun paikkaan. Paikkatunnisteen merkitsemisen jälkeen avautuvaan ikkunaan kirjataan haluttu tieto ja mahdolliset linkit. Kuvassa 13 näkyy Mattertag merkki, sitä painamalla avautuu itse tietolaatikko, joka näkyy kuvassa 14. Otsikko laatikkoon voi merkitä mistä laitteesta on kyse ja esimerkiksi tässä tapauksessa, mitä kytkimestä tapahtuu.



Kuva 13. Kuvassa näkyy Mattertag merkki mitä painamalla tiedot avautuvat omaan ikkunaan (SRV Oy 2019).



Kuva 14. Mattertag tietoikkuna avattuna (SRV Oy 2019).

7 YHTEENVETO

Työn tarkoitus on esitellä Matterport järjestelmä ja sen käyttö mahdollisuuksia rakennushankkeen eri vaiheissa, aina loppukäyttäjän huoltokirjan apuvälineenä. Matterportin syvyyskamera ja ohjelmistot ovat alallaan vain yksi tuoteperhe, muilta valmistajilta löytyy vastaavanlaisia laite ja ohjelmisto ratkaisuja. Syvyyskameran hankinta kustannukset ovat edullisemmat verrattuna laserkeilauskalustoon, tämän ansiosta visuaalisen 3D-materiaalin tekeminen on kustannustehokasta ja verrattain helppoa. Pienellä työllä saa näyttävää visuaalista 3D-materiaalia aikaiseksi, mitä voi hyödyntää monessa eri tarkoituksessa.

Työtä tehdessä itselleni eniten heräsi kiinnostus virtuaalista huoltokirjaa kohtaan ja miten sen avulla voidaan rakennuksen käytönaikaista huoltoa helpottaa. Tässä asiassa on mielestäni lisätutkimuksen ja kehittämisen paikka. Mielestäni Virtuaalisella huoltokirjalla saavutettaisiin kustannussäästöjä, koska tieto mitä tarvitset huollossa ja käytössä löytyisi silloin samasta ohjelmasta. Uusien työntekijöiden perehdyttäminen virtuaalisen huoltokirjan avulla helpottuisi, sinne lisättyjen laitteiden käytön opastus videoilla. Uusi työntekijä, joka saapuu kohteeseen voisi visuaalisen mallin avulla suunnistaa kohteeseen matkapuhelimessa toimivan ohjelmiston avulla. Tämä kaikki mahdollistaisi nopeamman työskentelyn ja toisi kustannustehokkuutta.

LÄHTEET

- Geotrim 2017a. Uudensukupolven kamera. [verkkosivu]. Geotrim Oy vantaa. [Viitattu 5.2.2020]. Saatavana: <https://3d-malli.fi/>
- Geotrim. 2017b. Matterport pro2 3D tekniset tiedot. [Verkkosivu]. Geotrim Oy Vantaa. [Viitattu 5.2.2020]. Saatavana: <https://3d-malli.fi/tuote/pro-2-3d-kamera/>
- Geotrim 2017c. Pilvipalvelut hinnasto. [Verkkosivu]. Geotrim Oy Vantaa. [Viitattu 5.2.2020]. Saatavana: <https://3d-malli.fi/tuote/pilvipalvelu-basic/>
- Geotrim 2017d. Näin avaat pistepilven. [Verkkosivu]. Geotrim Oy Vantaa. [Viitattu 20.2.2020]. Saatavana: <https://3d-malli.fi/arkkitehti-insinööri-ja-rakennusala-pistepilvi/>
- Geotrim 2017e. Dokumentointi. [Verkkosivu]. Geotrim Oy Vantaa. [Viitattu 20.2.2020]. Saatavana: <https://3d-malli.fi/dokumentointi/>
- Keitaanniemi, A. 2019a. Blogi: mikä erottaa laserkeilaimen syvyyskamerasta. [Verkkosivu]. Geotrim Oy Vantaa. [Viitattu 10.2.2020]. Saatavana: <https://geotrim.fi/yrittys/blogi/blog-tima/mika-erottaa-laserkeilaimen-syvyyskamerasta/>
- Keitaanniemi, A. 2019b. Mikä erottaa laserkeilaimen syvyyskamerasta. [Valokuva]. Geotrim Oy. [viitattu 11.2.2020]. Saatavana: <https://geotrim.fi/yrittys/blogi/blog-tima/mika-erottaa-laserkeilaimen-syvyyskamerasta/>
- Keitaanniemi, A. 2019c. Temppeliaukion kirkon alttari pistepilvinä sekä Matterport Pro 2 3D-kameralla että ZEB-REVO RT. [Valokuva]. Geotrim Oy. [viitattu 12.2.2020]. Saatavana: <https://geotrim.fi/yrittys/blogi/blog-tima/mika-erottaa-laserkeilaimen-syvyyskamerasta/>
- Keitaanniemi, A. 2019d. ZEB-REVO RT lähettää ja vastaanottaa laservaloa, punaiset nuolet esittää laser säteitä ja vihreä nuoli skannerin pyörimissuuntaa. [Valokuva] Geotrim Oy. [viitattu 12.2.2020]. Saatavana: <https://geotrim.fi/yrittys/blogi/blog-tima/mika-erottaa-laserkeilaimen-syvyyskamerasta/>
- Keitaanniemi, A. 2019e. Laitteiden ominaisuudet. [Taulukko]. Geotrim Oy. [viitattu 12.2.2020]. Saatavana: <https://geotrim.fi/yrittys/blogi/blog-tima/mika-erottaa-laserkeilaimen-syvyyskamerasta/>
- Keski-Suomen sairaanhoitopiiri. 25.4.2016. Faktoja Keski-Suomen Sairaala Novasta. [Verkkosivu]. [Viitattu 18.1.2020]. Saatavana: https://www.ksshp.fi/fiFI/Sairaanhoitopiiri/Uusi_sairaala_projekti/Yleista_uudesta_sairaalasta

- Keski-Suomen sairaanhoitopiiri. 12.1.2017. Hankkeen aikataulu. [Verkkosivu]. [Viitattu 19.1.2020]. Saatavana: https://www.ksshp.fi/fi-FI/Sairaanhoitopiiri/Uusi_sairaala_projekti/Rakentaminen/Aikataulu
- Halmetoja, E. 2016. Tietomallit ylläpidossa. [verkkojulkaisu]. Senaatti-kiinteistöt. Raportti 2016-09-21. [Viitattu 26.2.2020]. Saatavana: https://www.senaatti.fi/app/uploads/2017/05/6099-Tietomallit_yllapidossa.pdf
- Jokinen, J. 2019. Asuntokauppa murroksessa. [Valokuva]. Geotrim Oy. [Viitattu 9.2.2020]. Saatavana: <https://3d-malli.fi/asuntokauppa-murroksessa/>
- Jokinen, J. 2018. Blogi: Eikö sen sähkörasian pitänyt olla tässä. [verkkosivu]. Geotrim Vantaa. [Viitattu 26.2.2020]. Saatavana: <https://3d-malli.fi/eiko-sen-sahkorasian-pitanyt-olla-juuri-tassa/>
- Junnonen, J-M. 24.4.2018. 3+1 kysymystä digitalisaation roolista rakentamisessa. [Verkkojulkaisu]. Rakennusteollisuus RT ry. [viitattu 12.1.2020]. Saatavana: <https://rakennusteollisuus.wordpress.com/2018/04/24/31-kysymysta-digitalisaation-roolista-rakentamisessa/>
- Matterport. 2020a. Matterport pro 2 3D-kamera. [Valokuva]. Matterport. [Viitattu 5.2.2020]. Saatavana: <https://matterport.com/cameras/pro2-3D-camera>
- Matterport, 2020b. MatterPak. [Valokuva] Matterport. [Viitattu 22.2.2020]. Saatavana: <https://my.matterport.com/models/Q3MWtoKU4Nt?section=media&mediasection=matterpak>. Vaatii käyttöoikeuden.
- SRV Oy. 2019. Kohteen 3D-kuvat. [Valokuva]. [Viitattu 6.2.2020]. Saatavana: My matterport ohjelma. Vaatii käyttöoikeuden.
- Ylitolonen, J. 2020. LVI-asiantuntija, Sairaala LVI-tekniikka. Ramboll CM Oy. Haastattelu 14.2.2020.