

**Virtuaalitodellisuuden hyödyntämismahdollisuudet  
hortonomiopinnoissa**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Rakennettu ympäristö, Lepaa

Kevät 2021

Henri Kantola

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää millä tavoin työn toimeksiantajan, Hämeen ammattikorkeakoulun, Lepaan yksikön omistamia Oculus Rift -virtuaalitodellisuuslaseja ja 360° kuvaavaa Matterport 3D-kameraa voisi käyttää hortonomiopintojen tukena.

Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena, kyseisen laitteiston ollessa keskeinen osa työtä. Matterportin kameralla suoritettiin syksyn 2020 aikana kolmessa eri kohteessa 360 asteen kuvauksia sen luodessa samalla alueista 3D-mallinnukset. Kohteiksi valikoituivat HAMKin Lepaan kampuksella sijaitseva viljelykontti, Espoon kaupungin omistama puutyöhalli ja noin 260 neliömetrin kokoinen ulkoalue myöskin Lepaan kampukselta. Ensimmäisen kohteen 360 asteen valokuvia tarkasteltiin virtuaaliesittelyä silmällä pitäen ja toisen kohteen tuloksia käytettiin hyväksi työturvallisuutta pohdittaessa. Kolmannen alueen 3D-malleja muokattiin suunnitteluohjelmassa, VectorWorksissa, jolloin niiden käyttömahdollisuudet maisemasuunnittelun opetuksessa kävivät ilmeisiksi.

3D-mallinnuksella luotuja malleja pyrittiin tutkimaan virtuaalitodellisuuslasien avulla. Vanhenevan laitteiston tuen loppuminen Matterportin pilvipalvelussa loi kuitenkin ongelmia, joten 360 asteen kuvia ja 3D-malleja ei voinut tätä kautta tutkia. Tuloksia saatiin, kun kuvausten 3D-mallit vietiin virtuaalitodellisuustilaa tukevaan visualisointiohjelmaan, Twinmotioniin, tarkasteltaviksi.

Avainsanat virtuaalitodellisuus, 3D-mallinnus, vr-valokuvaus

Sivut 42 sivua

Lepaa

---

Author Henri Kantola

Year 2021

Subject Utilization Possibilities of Virtual Reality in Horticultural Studies

Supervisors Vesa Vuorinen

---

## ABSTRACT

The goal of this thesis was to find out in which ways the Oculus Rift Virtual Reality headset and 360 degrees capturing Matterport 3D camera, that the client – Häme University of Applied Sciences, Lepaa unit – owns, could be used in support of horticultural studies.

The thesis was conducted as an active study, while the equipment in question were a central part of the work. The Matterport camera was used during fall 2020 to conduct 360 degree photo shoots in three different destinations while at the same time creating 3D scans from each of them. The chosen locations were a farming container located in HAMK Lepaa campus, a woodworking shop owned by the city of Espoo and an outdoor area around the size of 260 square metres, also located in Lepaa campus. The 360 degree photographs of the first destination were examined from the perspective of virtual showings and the results of the second one were utilized when pondering about work safety. The 3D models from the third one were modified in a design software called VectorWorks during which time their uses in studies considering landscape design became apparent.

The models created by three-dimensional imaging were aimed to be examined through virtual reality glasses. The end of support for older hardware in Matterport's cloud service created problems though so the 360 degree photos and 3D models were not able to be investigated this way. Results were accomplished when 3D models from the photo shootings were imported to visualization software Twinmotion that did support a virtual reality mode.

Keywords virtual reality, three-dimensional imaging, vr photography

Pages 42 pages

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Virtuaalitodellisuus.....	2
2.1	Oculus-virtuaalitodellisuuslasit.....	2
2.2	Vr-laitteisto .....	3
3	360° ja 3D-valokuvaus .....	4
3.1	Matterport 3D-kamerat .....	5
3.2	Kameralaitteisto.....	7
4	Laitteiston käyttö osana opetusta.....	8
5	Matterport-kuvaukset .....	9
5.1	Viljelykontti, HAMK Lepaa.....	13
5.2	Puutyöhalli, Espoon kaupunki.....	15
5.3	Kampusalue, HAMK Lepaa .....	19
6	Virtuaalitodellisuus hortonomin apuna .....	21
6.1	Virtuaaliesittelyt.....	24
6.2	Työturvallisuus .....	25
6.3	Maisemasuunnittelu .....	26
6.3.1	VectorWorks.....	27
6.3.2	SketchUp .....	32
6.3.3	Twinmotion .....	33
7	Johtopäätökset .....	39
	Lähteet.....	41

## Kuvat

Kuva 1. Salkun sisältämä Oculus Rift -virtuaalitodellisuuslaitteisto (Lang, 2017).....	4
Kuva 2. Matterport Pro2 3D-kameramallin osia esiteltynä virallisessa käyttöoppaassa..	6
Kuva 3. Matterport Pro2 3D-kameramallin tekniset tiedot esiteltynä virallisessa käyttöoppaassa.....	7
Kuva 4. Lepaan maakirjaston rikkonainen 3D-malli verrattuna alla olevaan 360 asteen kuvaan samasta kohdasta katsottuna. 3D-mallissa on lisäksi punaisen kuvauspisteen kohdalle muodostunut epämääräinen maaston kohouma. ....	12

Kuva 5. Värikoodaus nopeuttaa esimerkiksi hälytys- ja ilmastonsäädön laitteiston erottamista toisistaan. ....	13
Kuva 6. Viljelykontin ulkopuolella oleva keltainen Mattertagi sisältää kuvan ja tietoa Puistohallin seinustalla sijaitsevista välineistä. Vedentulo konttiin ja viemärointi on merkattu sinertävillä tageilla.....	14
Kuva 7. Laajemmasta kuvasta rajattu osa, jossa nähtävissä useita eri värisiä Mattertageja huomionarvoisten kohteiden pinnoilla. ....	15
Kuva 8. 3D-mallista automaattisesti luotu pohjapiirros näyttää yhdellä silmäyksellä Mattertagien sijainnin puutyöhallissa. ....	16
Kuva 9. Lähikuva avatuista Mattertageista. Ne ovat tavallisesti luettavissa yksi kerrallaan – kuvaa on muokattu sisältämään molemmat koneeseen liittyvät tagit.....	18
Kuva 10. Kohteena ollut Lepaan kampusalue yhdeltä ensimmäisistä kuvauspisteistä tarkasteltuna. ....	19
Kuva 11. Valmis, rajattu 3D-malli Lepaan kampusalueelta. Punainen kuvauspiste on sama kuin Kuvassa 9. Rakennuksen seinän pirstaloituminen johtui kuvauspisteiden puuttumisesta puiden takaa ja seinän vierustalta.....	20
Kuva 12. Vr-tilassa 3D-malli hajosi epäluonnollisiin muotoihin eikä tilassa voinut kulkea kuin muutaman kuvauspisteen lävitse, vaikka niitä oli viljelykontin tapauksessa yli kaksikymmentä.....	22
Kuva 13. Värillinen pistepilvitiedosto Lepaan kampusalueesta VectorWorksiin vietynä.	28
Kuva 14. 3D-malliin lisättiin pergola, puu, pensaita ja maanpeitekasveja.....	29
Kuva 15. Kolmioverkkomalli ilman tekstuuritiedostoja. ....	30
Kuva 16. Mallia lähestyttäessä sen pistepilvirypäs harveni ja oli näin ollen käyttökelvoton jo ennen Web Viewin virtuaalitodellisuustilaan siirtymistä.....	31
Kuva 17. VectorWorksin Web View -tilassa .obj-tiedostot sisälsivät tarvitsemansa tekstuuritiedostot, mutta mallia lähestyttäessä ne leikkaantuivat pois.....	32
Kuva 18. Lepaan kampusalueen 3D-malli Twinmotionissa OpenStreetMapista noudettuna etelän suuntaan katsottaessa.....	34
Kuva 19. Päärakennuksen vieressä oleva nurmialue, jonka läheisyydessä Matterport-kuvaukset suoritettiin. Alueelle lisättiin puuttuvan nurmen ja puuston lisäksi myös katulamppuja, animoituja ihmisiä sekä työkoneita ohjelman 3D-kirjastosta.....	35

Kuva 20. Matterport-kuvauksen 3D-malli kohdallaan Lepaan kampuksella, jossa asetuksena sateisen sään jälkeinen ilma. ....	36
Kuva 21. Kuvassa nähtävissä kaikki vähäiset Twinmotionin 3D-kirjastossa tarjolla olleet kukat, joita lisättiin Matterport-kuvauksen 3D-malliin puiden ja kivien ohella.....	37
Kuva 22. Virtuaalitodellisuustilassa liikkuminen oli helppoa teleporttitoiminnon avulla, joka myös asetti käyttäjän katsomaan samalla ohjaimella säädeltävän nuolen osoittamaan suuntaan uudessa pisteessä. Lasien kanssa ei siis tarvinnut fyysisesti kääntyä. ....	38

## 1 Johdanto

Virtuaalitodellisuus on kokenut suuria harppauksia teknologian ja saatavuuden saralla viimeisen vuosikymmenen aikana. Aiemmin vain prototyypeiksi rakennettuja suuria ja kömpelöitä silmien eteen aseteltavia virtuaalitodellisuuslaseja, joista tavallinen kuluttaja saattoi vain haaveilla, alkoi ilmestyä kuluttajamarkkinoille kohtuuhintaisina ja käyttömukavuuden huomioon ottavassa kokoluokassa. Myös virtuaalitodellisuutta hyödyntävät ohjelmistot ovat kehittyneet muun muassa erilaisten tekoälyjen edistymisen myötä ja nykyään pelkkä älypuhelimien näyttö yhdessä erikseen hankittavien, mutta edullisten lisävarusteiden kanssa tarjoaa aloitustason kosketuksen virtuaalimaailmoihin ja -tiloihin.

Videopeliteollisuus on suurin ja tunnetuin, mutta ei suinkaan ainoa virtuaalitodellisuuden kehityksestä hyötynyt taho. Volodymyr Bilyk mainitsee blogikirjoituksessaan kuinka saksalaisen markkina- ja kuluttajadataan erikoistuneen Statistan VR-asiantuntijoille sekä -yrityksien johtajille teettämän, vuonna 2019 valmistuneen, tutkimuksen mukaan opetusalan odotetaan olevan neljänneksi suurin kohde VR-investoinneissa tulevien vuosien aikana. Samalla nimenomaan opetukseen keskittyvän virtuaalitodellisuuden ennustetaan olevan 700 miljoonan dollarin arvoinen teollisuudenala vuonna 2025. (Bilyk, n.d.).

Bilykin blogipostauksessa (Bilyk, n.d.) on myös muiden tilastotietojen ohella maininta siitä, kuinka noin 80% prosentilla opettajista olisi mahdollisuus hyödyntää jonkinasteisia virtuaalitodellisuuslaitteita, mutta vain 6,78% heistä käyttävät niitä säännöllisesti opetuksen tukena. Juuri tämänkaltainen tilanne oli Hämeen ammattikorkeakoulun Lepaan kampuksella — koululle oli hankittu tehokkaat Oculus Rift -virtuaalitodellisuuslasit, mutta niillä ei ollut vielä mainittavaa osaa hortonomiopinnoissa. Opinnäytetyön tilaajana toimiva HAMK halusikin siis ehdotuksia siitä, millä eri tavoin näitä vr-laseja voitaisiin hyödyntää edellä mainituissa opinnoissa yhdessä hieman enemmän käyttöä nähneen 360 astetta kuvaavan Matterport 3D-kameran kanssa.

## 2 Virtuaalitodellisuus

Virtuaalitodellisuudella viitataan yleisesti tietokoneella luotuihin immersiiivisiin 3D-keinomaailmoihin ja -tiloihin, joita kyetään tutkimaan tähän tarkoitukseen suunnitelluilla virtuaalitodellisuuslaseilla.

Suurehkot päähän aseteltavat lasit sisältävät lasimalleista riippuen erityyppisen näytön kummankin silmän edessä ja mahdollisesti myös sisäänrakennetut nappikuulokkeet. Suurin osa laseista sisältää jonkinlaisen liikkeentunnistusjärjestelmän, yleensä kahdet käsissä pidettävät ohjaimet, laseissa itsessään sijaitsevan pään seurantajärjestelmän lisäksi. Näistä järjestelmistä uudemmat ja kehittyneemmät, englanniksi nimeltään inside-out tracking, on rakennettu lasien sisälle. Ne eivät vanhempien mallien tavoin tarvitse erillisiä niin kutsuttuja majakoita, jotka asetetaan tietyn välimatkan päähän huoneessa ja paikantavat ohjaimien sekä lasien sijainnin infrapunavalon avulla.

Yhdessä näiden välineiden kanssa vr-lasien käyttäjälle luodaan virtuaaliohjelmistojen avulla tunne siitä kuin hän olisi paikan päällä kyseisen ohjelmiston luomassa virtuaalimaailmassa ja kykenisi liikkeillään vaikuttamaan siihen. Virtuaalitodellisuuslaseja voi helposti käyttää sekä istualtaan että seisaaltaan, silmälasien kanssa tai ilman.

Virtuaalitodellisuuden historiasta ja toimintaperiaatteista sekä vr-lasien käyttämisestä on olemassa paljon opinnäytetöitä Hämeen ammattikorkeakoulun sisälläkin eikä niihin sen vuoksi tässä opinnäytetyössä perehdytä tätä tarkemmin. Työn painopiste sijaitsee opetuskäytössä ja vielä tarkemmin hortonomiopinnoissa.

### 2.1 Oculus-virtuaalitodellisuuslasit

Oculuksen virtuaalitodellisuuslasit ovat yhdet tunnetuimmista korkeatasoisista vr-lasibrändeistä HTC Viven ja Valve Indexin ohella.

Oculus Riftiä kehitti alun perin yksityinen yritys Oculus VR, joka rahoitti virtuaalitodellisuuslasiansa prototyyppien kehityksen yhdysvaltalaisen joukkorahoituspalvelu Kickstarterin avulla vuoden 2012 kesällä. Neljän tunnin kuluttua kampanjan avaamisesta Oculus VR oli saanut kokoon tähtäämänsä 250 000 dollarin rahoituksen (BBC, 2012) ja kampanjan päätyttyä lopullinen summa oli kertynyt 2 437 429 dollariin 9 522 rahoittajan voimin (Palmer, 2012). Tätä ennen markkinoilla ei ollut juurikaan laadukkaita ja tavallisille kuluttajille suunnattuja virtuaalitodellisuuslaseja, mikä osaltaan vaikutti lisännen ihmisten mielenkiintoa rahoittaa kyseistä kampanjaa. Keväällä 2014 Facebook ilmoitti ostaneensa Oculus VR:n kokonaisuudessaan noin 2 miljardilla dollarilla (FB, 2014).

Oculus Riftistä on sen ensimmäisen kuluttajaversioon, Oculus Rift CV1:n, vuoden 2016 julkaisun jälkeen ilmestynyt kehittyneempiä versiota. Oculus Rift S julkaistiin vuonna 2019 korvaamaan CV1-malli, joka oli myös yleisesti tunnettu pelkästään Rift nimellä. Näiden ohella Oculuksesta kehitettiin langattomat älypuhelimien kanssa käytettävät vr-lasit Oculus Go vuonna 2017 ja tämän korvaaja Oculus Quest vuonna 2018, joskaan Quest ei vaatinut älypuheliminta eikä tehokasta tietokonetta vaan sitä pystyi käyttämään itsenäisesti ja myöhemmin lisätyn ohjelmistopäivityksen jälkeen sitä saattoi käyttää tietokoneissa Oculus Rift -sarjan tapaan langallisesti, joskin heikommalla kuvanlaadulla (Shilov, 2019). Oculuksen uusin lippulaivamalli Oculus Quest 2 julkaistiin lokakuussa 2020 ja se on parannettu versio samalla periaatteella toimivasta edeltäjästään.

## **2.2 Vr-laitteisto**

Opinnäytetyössä käytössä olleet koulun virtuaalitodellisuuslasit olivat ensimmäinen Oculuksen malli, Oculus Rift CV1. Laitteistoon sisältyivät itse lasien ohella kahdet sensorimajakat, kahdet Touch-ohjaimet, lasien rungossa kiinni olevien kuulokkeiden irrottamiseen tarkoitettu työkalu, ohjekirja ja linssien puhdistusliina, jotka oli pakattu osittain pehmustettuun pahvisalkkuun (Kuva 1).

Kuva 1. Salkun sisältämä Oculus Rift -virtuaalitodellisuuslaitteisto (Lang, 2017).



Laitteiston sekä sitä ohjaavan Oculuksen ohjelmiston käyttöönotto oli suoraviivaista ja helppoa ohjekirjan vaiheita sekä koneen näytölle avautuvia ohjeistuksia seuraten. Laitteiston ensiasentamiseen kului arviolta puoli tuntia, josta suurin osa kului Oculus-ohjelmiston ja sen päivityksien lataamiseen internetistä. Tätä seuraavilla käyttökerroilla vr-lasien sekä majakoiden kiinnittäminen tietokoneeseen, asettelu työtasolle ja kalibrointi sujui noin viidessä minuutissa.

### 3 360° ja 3D-valokuvaus

Valokuvaamisen tekniikkaa, jolla saavutetaan koko kuvausympäristön tallentaminen yhteen otokseen joutumatta välittämään rajaavista kuvakulmista, kutsutaan usein 360 asteen valokuvaamiseksi tai VR-valokuvaamiseksi. Valmista otosta voidaan tarkastella vierittämällä sitä yhden kiintopisteen kautta elektronisella laitteella. Kyseisiä kuvia voidaan myös luoda puhtaasti tietokoneella tai yhdistelemällä sillä luotuja elementtejä kameralla kuvattuun. (Pixloo, 2011). Valmis 360 asteen kuva muodostetaan liittämällä usea samalta alueelta saatu otos yhdeksi siihen soveltuvalla tietokoneohjelmalla tai mobiilisovelluksella.

Fotogrammetria on kolmiulotteisen infon keräämistä valokuvista. Useista saman alueen päällekkäisistä kuvista pystytään tällä tekniikalla muodostamaan 2D- ja 3D-malleja erilaisiin käyttötarkoituksiin. Nämä mallit voivat olla esimerkiksi topografikarttoja, tekstuureja tai pistepilviä. (Autodesk, n.d.)

Fotogrammetria voidaan jakaa kahteen ryhmään – ilma- ja maanpäällisiin kuvauksiin. Ilmakuvauksia on tavallisimmin suoritettu erilaisilla miehitetyillä lentokoneilla, mutta tekniikan kehittyttyä yhä suurempi osa näistä kuvauksista suoritetaan drooneilla ja miehittämättömillä ilma-aluksilla. Tällä tavoin kuvatessa kamera osoittaa suoraan alaspäin ja lentoreitin varrelta muodostuu lopulta useita päällekkäisiä kuvia, joista lopulliset tuotokset, yleensä topografikartat, muodostetaan. Maanpäällisissä kuvauksissa kameraa pidetään paikallaan yleensä maahan tuettuna kolmijalan avulla tai sitä kannetaan kädessä. Tällä kuvaustavalla pyritään luomaan 3D-malleja, pistepilviä tai ottamaan tarkkoja mittatuloksia ympäristöstä. (Photogrammetry, n.d.). Opinnäytetyössä käytössä ollut Matterport 3D-kamera hyödyntää tätä kuvaustapaa.

### **3.1 Matterport 3D-kamerat**

Matterport on ympäröivän maailman ja sen rakenteiden 3D-mallintamiseen erikoistuva yritys. Matterport tarjoaa 3D-kameroidensa ohella maksullisen Matterport Cloud -pilvipalvelun, jonne kyseisten kameroiden sekä iPhonejen ja iPadien avulla Matterportin sovelluksen kautta skannatut 3D-kuvaukset sekä 360 asteen kuvat viedään tarkasteltaviksi. Sivujen kautta skannauksia voidaan vielä erikseen muokata erilaisiin tarkoituksiin sopiviksi kuten esimerkiksi huoneistojen markkinointiin tai työmaiden dokumentointiin hyödyntämällä pilvipalvelun tarjoamia muokkaustyökaluja. Näihin kuuluvat muun muassa tekstiä, kaavioita ja kuvia hyödyntävät Mattertagit.

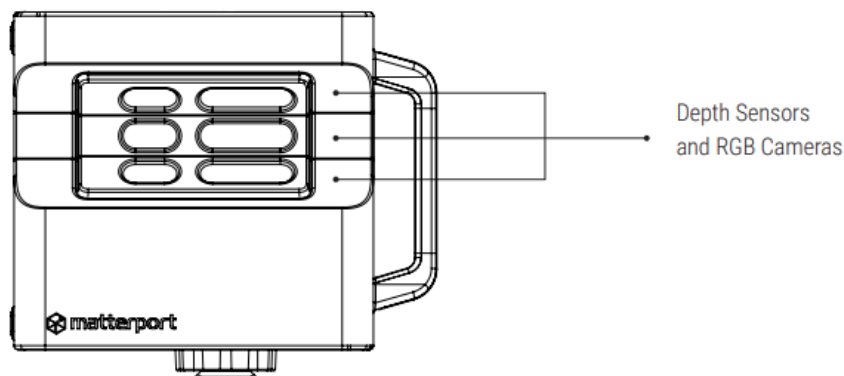
Matterportin laadukkaimpiin 3D-kameroihin kuuluva Matterport Pro2 -malli (Kuva 2) hyödyntää kuvauksissaan RGB kameroiden lisäksi etäisyyksiä infrapunalla skannaavaa Microsoftin kehittämää Kinect-sensoria. Suomessa Matterportia markkinoiva Geotrim (Geotrim, n.d.) esittelee toimintaperiaatetta seuraavasti: ”Kohteen prosessointi tuotetaan kolmioidulla mallilla, jonka voi

ladata obj-tiedostona. Kolmioitu malli toimii siten, että tasomaisten pintojen tasoille luodaan kolmioita, jotka pienentävät pintojen pistemäärää.”

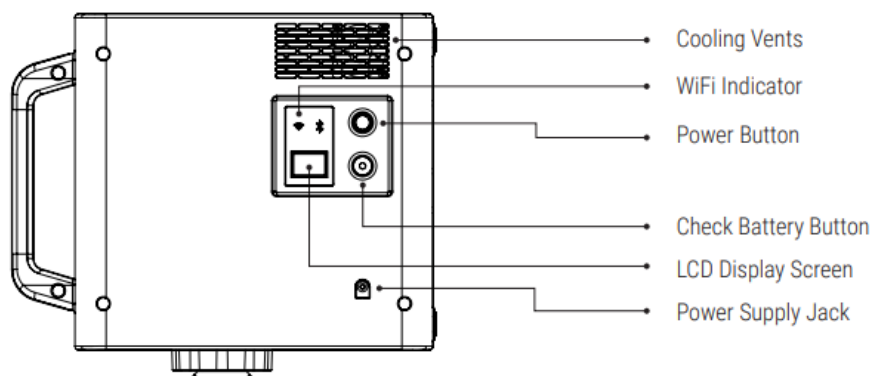
Kyseisten obj-tiedostojen lisäksi valmiita 3D-malleja pystyy myös tallentamaan esimerkiksi xyz-tiedostoiksi, jolloin niitä voidaan viedä eri pistepilvitiedostoja tukeviin sovelluksiin. Nämä tiedostot kuvatussa kohteesta on mahdollista saada itselleen ostamalla pilvipalvelun sisällä MatterPak Bundle niminen tiedostopaketti.

Kuva 2. Matterport Pro2 3D-kameramallin osia esiteltynä virallisessa käyttöoppaassa.

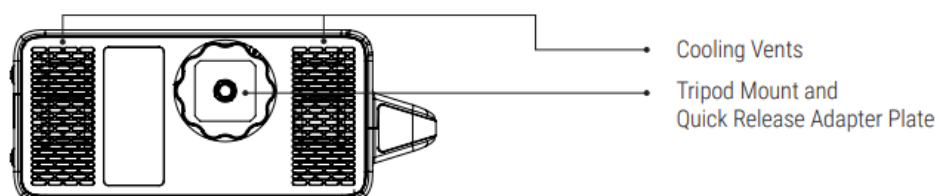
### Front View



### Rear View



### Bottom View




### 3.2 Kameralaitteisto

Koululla käytössä oleva Matterportin kamera on mallia Matterport Pro2 MC250 (Kuva 3). Se oli keväällä 2021 ominaisuuksiltaan sekä resoluutioltaan Matterportin tarkin sisä- ja ulkokuvauksiin erikoistuva 3D-kamera ja hävisi Matterportin toiselle ulkokuvauksiin erikoistuneelle Leica BLK360 -kameralle ainoastaan pitkän matkan tarkkuudessa sekä suorassa auringonvalossa toimiessaan. Valmiit kuvat ovat tarkkuudeltaan 4K-resoluutioisia.

Kuva 3. Matterport Pro2 3D-kameramallin tekniset tiedot esiteltynä virallisessa käyttöoppaassa.

#### Pro2 (MC250)



Input Voltage	15 V  from Matterport Power Supply only
Battery Type	Lithium-Ion Battery
Battery Capacity	~8 Hours (continuous use)
Charge Time	~4.5 Hours
Weight	Approx. 3.5 kg (7.6 lbs)
Dimensions (H x W x D)	Approx. 229 x 260 x 111 mm (9.0 x 10.25 x 4.38 in)
Color	Black
Wireless Connection	Wi-Fi 802.11 b/g/n 2.4 GHz Wi-Fi 802.11 n/ac 5 GHz The available modes may be restricted in your country
Mounting Connections	Female 3/8-16 thread Acra-Swiss style quick release
Operating Temperature	10 - 32° C
Storage Temperature	0 - 40° C

Koulun omistaman kameran mukana tulevaan laitteistoon kuuluu itse 3D-kameran lisäksi kantolaukku, virtalähde, kolmijalkainen kamerajalusta sekä iPad, jossa ilmainen Matterport Capture sovellus, jolla kameraa ohjataan läpi kuvausten. Sovellus tarjoaa myös esikatselutilan 360 asteen kuville jokaisen kameran kuvauspisteen kohdalla sekä päältä päin nähtävän karkean, tulevaa 3D-mallia esittävän kuvan, joka täyttyy aina uuden kuvauksen jälkeen näyttämään, mihin asti skannattu alue yltää. Tämän kuvan muokkaustyökaluilla pystytään myös itse rajaamaan aluetta pienemmäksi ja kertomaan sovellukselle ikkunoiden sekä peilien sijainnin, jotta niiden heijastukset eivät aiheuta vääristymiä lopulliseen 3D-malliin.

## 4 Laitteiston käyttö osana opetusta

Opinnäytetyötä aloittaessa tavoitteena oli pyrkiä löytämään koulun omistamalle Matterportin 3D-kameralle ja Oculus Rift -virtuaalitodellisuuslaseille paikka Lepaan hortonomiopetuksessa esittämällä konkreettisia esimerkkejä niiden käytöstä ja lopputuloksista. Tätä varten testattiin luonnollisesti ensin, miten kaikkia laitteita käytettiin. Samalla tehtiin huomioita siitä, kuinka helppoa laitteiston käyttö oli ensikertalaiselle, kauanko kului aikaa niiden käyttökuntoon asettamisessa ja käytössä sekä millaisia kompastuskiviä matkan varrella oli.

Laitteistojen käyttömahdollisuuksia lähdettiin selvittämään innokkaasti, mutta skeptisesti erityisesti vr-lasien osalta. Matterportin kameran kuvaamia kohteita tutkiessa niitä pystyisi katsomaan myös lasien lävitse, mutta se yksinään ei takaisi lasille kovin tiheää käyttöä. Opinnäytetyön tekijä oli virtuaalitodellisuusalaa silloin tällöin vapaa-ajallaan seuranneena tehnyt omia havaintojaan lasien hyödyntämisen osalta. Tekniikka lasien toimintojen suhteen näyttäisi kehittyvän jatkuvasti, mutta eri ohjelmistot, joissa niitä hyödynnetään, vaikuttivat tarjoavan hyvin alkeellisen vr-tuen pois lukien eri ammattikäyttöön tarkoitetut simulaattorit, joiden saatavuus tavalliselle kuluttajalle on usein rajattua. Niidenkin joukosta harva olisi sopiva juuri hortonomiopintoja silmällä pitäen. Lyhyen selvityksen jälkeen huomattiin kuitenkin koulun opetuksessa usein käytetyn VectorWorks suunnitteluohjelman tukevan virtuaalitodellisuuslasien käyttöä. Myös toinen ohjelma, SketchUp, jota oltiin käytetty 3D-mallintamiseen, sisälsi oman vr-tilansa.

Tätä silmällä pitäen aloitettiin eri kohteiden kuvaaminen Matterport-kameralla. Päätettiin etsiä ainakin yksi ulkoalue, jota voitaisiin käyttää esimerkkinä Matterportin luoman 3D-mallin sisällyttämisestä maisemasuunnitteluun ja tämän jälkeen tutkia olisiko sitä mahdollista muokata reaaliaikaisesti ohjelmien vr-tilassa, mikä toisi uuden näkökulman suunnitteluvaiheeseen vai rajautuisiko se ainoastaan valmiin suunnitelman tarkasteluun kuten alun perin oletettiin. Kuvausten edetessä vahvistui idea kahdesta muusta Matterportin ja lasien yhteisestä käyttötarkoituksesta, jotka olivat virtuaaliesitykset esimerkiksi maisemasuunnittelun kohteista sekä työturvallisuutta tai sen puutetta havainnollistavat kuvauskohteet. Molemmat pohjautuisivat informaation tarjoamiseen Mattertagien avulla ja niitä kykenisi tarkastelemaan Matterportin pilvipalvelussa vr-lasien kanssa sekä ilman.

## 5 Matterport-kuvaukset

Ennen kuvausten aloittamista kolmijalka asetetaan noin 1,5 metrin korkeudelle maanpinnasta, jonka jälkeen kamera liu'utetaan jalustan puristimeen. Kalliin ja painavan 3D-kameran putoamisvaaran estämiseksi puristin tulee kiertää tiukasti kiinni. Kun pitävyys on varmistettu, käynnistetään kamera virtapainikkeesta ja odotetaan wifi-signaalin merkkivaloa. Tämän jälkeen yhteys kameraan tarkistetaan iPadin verkkoasetuksista ja sen löydyttyä käyttö voidaan aloittaa avaamalla Matterport Capture -sovellus sekä valitsemalla uusi kuvauskohde, johon voidaan tässä vaiheessa tai myöhemmin lisätä tietoja muun muassa kohteen nimestä ja sijainnista. Valitsemalla "Capture 3D Scan" kamera alkaa pyörimään jaksoittain itsensä ympäri ja muodostaa ensimmäisen kuvauspisteen, 360 asteen kuvan sekä 3D-skannauksen esikatselun sovellukseen. Kameran pyöriessä kuvaajan on helppo välttää skannaukseen päätyminen pysymällä liikkeessä kameran takana, tarvittaessa siirtymällä nurkan taakse tai kokonaan toiseen tilaan. Sovellus ilmoittaa, milloin se on taltioinut ensimmäisen pisteen tiedot ja kameran siirron seuraavaan voi aloittaa.

Parhaimman kuvaustuloksen saavuttamiseksi sisä- ja ulkotiloissa on tärkeää varmistaa, ettei kamera ole kuvatessaan suorassa auringonvalossa eivätkä kuvausalueella olevat esineet tai ihmiset vaihda paikkaa. Tämä ei varsinaisesti häiritse 360 asteen kuvien ottamista, niiden sisältämien tilanteiden jatkuvuuden katkeamista lukuun ottamatta, mutta lopullinen 3D-malli voi kärsiä paljonkin, muun muassa vääristyneistä maastonmuodoista ja suurista tyhjiä aukoista. Kameralla on mahdollista luoda samaan aikaan sekä 3D- että 360 asteen kuvat tai halutessa vain jälkimmäiset.

Sisällä kuvattaessa kannattaa etukäteen harkita pääpiirteittäin, minne kaikkialle kamera tulee asetettua, erityisesti jos tila sisältää useita ovilla rajattuja alueita. Jos jotain huonetta ei tulla kuvaamaan, sen ovi on hyvä sulkea ennen aloittamista, jolloin vähennetään myöhempää turhien alueiden poistoa rajaustyökalua käytettäessä. Kuvauspisteestä toiseen siirryttäessä kameran tulee aina olla nähtävissä edellisestä pisteestä. Siirtymisväliksi sopii noin 1,5-2,5 metriä – liian lyhyt tai pitkä väli estää sovellusta vertaamasta kuvauksia toisiinsa ja muodostamasta luotettavaa 3D-mallia, josta se toisinaan virheen sattuessa varoittaakin. Avonaisista ovista kuljettaessa on tärkeää ottaa kuvat oviaukon molemmilta puolilta ja olla liikuttamatta ovea itseään. Kamera olisi hyvä pitää vähintään 0,5 metrin etäisyydellä seinistä suurimman mahdollisen kuvausalueen luomiseksi ja mahdollisten vääristymien välttämiseksi. Väärien etäisyyksien lisäksi myös peilit ja ikkunat voivat

aiheuttaa vääristymiä, joskin ikkunoiden tapauksessa idea on sama kuin turhien avonaisten ovien kohdalla ja ne voidaan korjata tarvittaessa myöhemmin rajaustyökalulla. Peilit sen sijaan hämäävät kameraa, jolloin sovellus saattaa muodostaa kokonaan uusia olemattomia tiloja esikatseluun. Tämän vuoksi on suositeltavaa merkitä jokaisen peilin sisältävän kuvauspisteen jälkeen niiden sijainti peilityökalulla esikatselumalliin, jotta sovellus osaa jättää kyseisen pinnan 3D-mallin muodostamatta.

Kun kuvaaja on tyytyväinen sovelluksessa näkyvän alueen esikatselun lopputulokseen, voidaan kamera sammuttaa ja aloittaa viimeistely iPadissa, jossa merkitään mahdollisten ikkunoiden ja haluttujen rajausten sijainti. Erityisesti ulkona kuvatut alueet hyötyvät merkittävästi 3D-mallista, joka on rajattu sisältämään vain käyttötarkoituksen kannalta oleelliset rakennelmat ja viheralueet. Sisätiloissa seinät muodostavat tämän alueen automaattisesti ja mikäli kuvausalue itsessään ei ole pieni jonkin valtavan rakennuksen kuten esimerkiksi tehdashallin sisällä, ei rajaamiselle ole yleensä tarvetta. Mikäli rajauksia seinien ulkopuolelta suoritetaan, esimerkiksi tapauksessa, jossa ikkunoista johtuen kaistale ulkoaluetta ilmestyy esikatseluun, tulee rajausten asettamista seinien päälle välttää; on viisainta merkitä ne juuri seinien ulkopuolelle vahinkoleikkausten välttämiseksi. Viimeistelyn jälkeen täytetään alueen nimi ja mahdolliset lisätiedot kuten sijainti, jos niitä ei ennen kuvausten alkua lisätty. Kun on varmaa, ettei esikatselua tarvitse enää muokata millään tavoin, vahvistetaan sen lähetys Matterportin pilvipalveluun.

Muutaman tunnin kuluessa Matterportin pilvipalveluun muodostuu lopullinen tuotos, johon kuuluvat valitusta kuvaustavasta riippuen 360 asteen kuvat 4K-laadulla ja 3D-malli skannatusta alueesta. Matterportin nettisivujen kautta mallia voi pyörittämällä tutkia eri kulmista ja lähempää tarkastelua varten voi kuvauspisteiden kautta kävellä alueen lävitse. Lisäksi kaikkien skannaukseen sisältyneiden pintojen mitat ovat tarkistettavissa mittatikkutyökalulla. Heittoa mallissa esiintyy noin yhden prosentin verran todelliseen kohteeseen verrattuna, olettaen kuvausolosuhteiden olleen optimaaliset. Sivujen kautta voi tässä vaiheessa myös muokata lopputulosta esimerkiksi valitsemalla aloituspisteen, johon mallia tutkiva päättyy aina ensin sen avatessaan tai lisäämällä Matteredgeja – ympyrän muotoisia, värikoodattuja huomiopisteitä, jotka kiinnittyvät 3D-mallin pinnalle pisteestä lähtevän varren avulla. Tagit ovat nähtävissä sekä 3D-mallissa että kuvissa. Ne sisältävät tuhannen merkin tekstikentän, jota voi käyttää informaation tarjoamiseen huomionarvoisesta kohteesta. Myös kuvien ja kaavioiden sekä linkkien lisääminen on mahdollista. Valmiin työn jakamista on mahdollista hallita joko pitämällä se yksityisenä tai antamalla

katseluoikeuden kaikille. Sama pätee muokkausoikeuksiin. Tätä kautta on myös mahdollista nähdä, kuinka monta kertaa valmista kuvausta on tutkittu ja kuinka moni näistä katselukerroista on tullut erillisiltä katsojilta.

Matterportin kameralla suoritettiin kuvauksia vuoden 2020 syys-marraskuun ajanjaksolla kolmessa eri kohteessa. Jokaisen kohteen kuvaus suoritettiin pääpiirteittäin samoin tavoin ja aina samalla laitteistolla. Alueet kuvattiin valitsemalla 3D-mallinnus iPadiin asennetusta Matterport-sovelluksesta, jolloin saatiin luotua sekä 360 asteen kuvat että 3D-malli kohteesta samalla kertaa. Opinnäytetyön tekijä pääsi kameran toiminnoista nopeasti jyvälle eikä todennut sen ohjaamisen vaativan enempää kuin lyhyen, muutaman minuutin ohjeistuksen aiheesta. Skannauksiin käytetty aika väheni puoleen toiseen kohteeseen päästyä, kun silmämääräinen arvio kuvauspisteiden sopivista etäisyyksistä toisiinsa nähden oli hahmottunut.

Kaksi ensimmäistä kohdetta kuvattiin päiväsaikaan sisätiloissa ja kolmas auringonlaskun aikaan ulkona. Näistä viimeinen valittiin tarkoituksella kuvattavaksi ajankohtana, jolloin auringonvalo häiritsisi kameraa mahdollisimman vähän. Samalla kameralla oli nimittäin vuoden 2019 syyskuussa eri henkilön toimesta kuvattu Hämeen ammattikorkeakoulun Lepaan maakirjasto (Vuorinen, 2019), jonka 360 asteen kuvat olivat onnistuneet hienosti, mutta pilvisestä säästäkin huolimatta auringonvalo oli onnistunut hajottamaan 3D-mallin (Kuva 4).

Kuva 4. Lepaan maakirjaston rikkonainen 3D-malli verrattuna alla olevaan 360 asteen kuvaan samasta kohdasta katsottuna. 3D-mallissa on lisäksi punaisen kuvauspisteen kohdalle muodostunut epämääräinen maaston kohouma.



Mallissa oli aukkoja lyhyen matkan päässä kameran kuvausalueesta kohdissa, joihin niitä ei muodostuisi, mikäli kuvauskohde olisi sisätiloissa ja muutoin tasaisessa maastossa oli epämääräisiä kohoumia siellä missä niiden ei kuuluisi olla. Maakirjaston osalta 3D-mallilla ei ollut varsinaista vaikutusta kuvauksella tähdättyyn lopputulokseen eli laatikoiden kasvualustojen nimeämiseen Mattertageilla ja niiden esittelyyn 360 asteen kuvissa.

Opinnäytetyötä varten valitun ulkokuvauskohteen lopputulokseen ei näitä mallinnusvirheitä sen sijaan saanut muodostua, ainakaan näin suuressa mittakaavassa. Tämä 3D-mallin hajoaminen onnistuttiinkin välttämään kuvaamalla kolmas kohde illalla, jolloin auringonlasku toi vielä valoa, mutta ei ympäröivän puuston ja rakennusten takaa häirinnyt kameran sensoreita.

## 5.1 Viljelykontti, HAMK Lepaa

Matterport-kuvaukset aloitettiin vuoden 2020 syyskuussa Hämeen ammattikorkeakoulun Lepaan kampuksen Puistohallilla. Kyseinen kohde oli puutarhatalouden opiskelijoiden käytössä oleva viljelykontti, joka oli tarkoitus kuvata sekä sisä- että ulkopuolelta (Kantola, 2020-a). Kuvauksissa otettiin huomioon kontin ulkopuolella sijaitsevat putket ja viemärointi sekä erilaiset mittarit oven vieressä. Erityistä huomiota kiinnitettiin myös heti ovesta astuttaessa sisällä nähtäviin mittauslaitteistoihin, ohjauspaneeliin ja kytkimiin, jotta ne olisivat myöhemmin merkattavissa Mattertagailla ja kaikki näkyvä teksti helposti luettavissa. Lopullisessa mallissa kaikki edellä mainitut huomionarvoiset kohteet olivat selkeästi näkyvillä (Kuva 5).

Kuva 5. Värikoodaus nopeuttaa esimerkiksi hälytys- ja ilmastonsäädön laitteiston erottamista toisistaan.



Kuvauksen valmistuttua sen tiedot lähetettiin kameraa ohjanneesta iPadista Matterportin pilvipalveluun, jossa muodostuivat 360 asteen kuvat sekä 3D-malli. Näiden katselu- ja muokkausoikeudet annettiin kontin toimintaan perehtyneelle puutarhatalouden hortonomiopiskelijalle, joka lopulta asetti eri laitteistojen, säiliöiden, viljelypöytien, ynnä muiden välttämättömien kohteiden paikalle Mattertagit selventämään niiden tarkoitusta viljelykontin toiminnassa. Joidenkin tagien sisään lisättiin myös kaavioita ja kuvia havainnointia helpottamaan. Tällöin saatiin esimerkiksi yksi Puistohallin ulkoseinustalla – ja siten kameran kuvausalueen ulkopuolella – oleva kontin toimintaan liittyvä kaappi osaksi lopullista tuotosta (Kuva 6).

Kuva 6. Viljelykontin ulkopuolella oleva keltainen Mattertagi sisältää kuvan ja tietoa Puistohallin seinustalla sijaitsevista välineistä. Vedentulo konttiin ja viemärointi on merkattu sinertävillä tageilla.



Tätä valmista viljelykontin infopakettia tultaneen todennäköisesti hyödyntämään jatkossa niiden puutarhatalouden hortonomiopiskelijoiden parissa, jotka tulevat olemaan kontin kanssa tekemisissä.

## 5.2 Puutyöhalli, Espoon kaupunki

Toinen kuvauskohde sijaitsi Espoon kaupungin kaupunkitekniikan keskuksen omistamalla puutyöhallilla (Kantola, 2020-b). Kohde oli tarkoitus kuvata hyvin tarkasti usean kuvauspisteen avulla, jotta moninaiset puutyökoneet, hallin seinustoilla sijaitsevat työpisteet, hätäuloskäynnit ja palosammuttimet tulisivat kaikki näkymään 360 asteen kuvissa (Kuva 7).

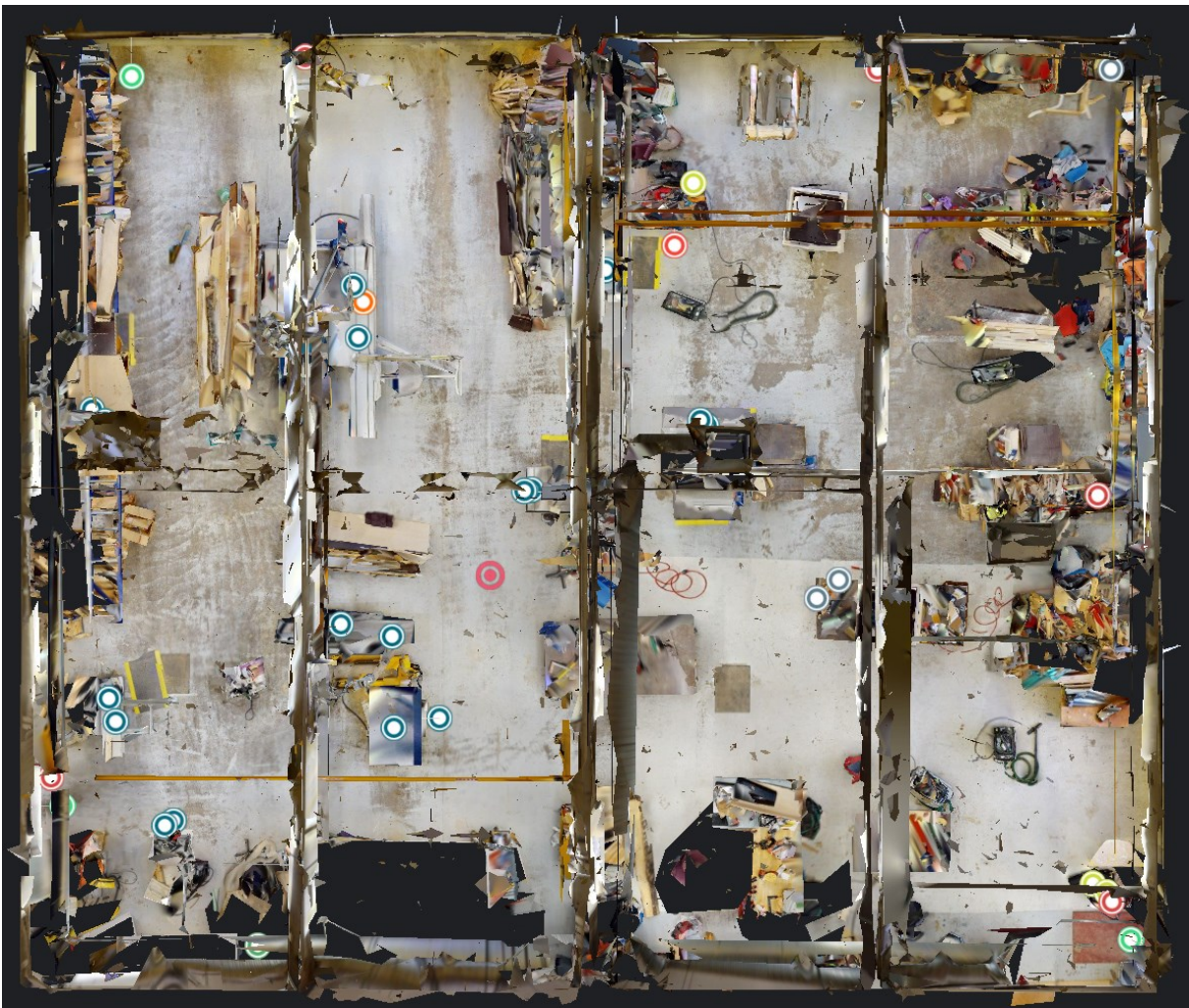
Kuva 7. Laajemmasta kuvasta rajattu osa, jossa nähtävissä useita eri värisiä Mattertageja huomionarvoisten kohteiden pinnoilla.



Hallista muodostetun 3D-mallin tarkoitus oli luoda 360 asteen kuvien taustalle pinnat, joihin Mattertagit voitiin kiinnittää mahdollisimman suurella tarkkuudella. Puutyöhallin työturvallisuudesta vastaava henkilö oli luonut uusille työntekijöille tarkoitetun perehdytysinfon, jonka konekohtaiset toimintaperiaatteet ja tapaturmien välttämiseksi luodut ohjeistukset asetettiin omille paikoilleen mallissa Mattertagien avulla (Kuva 8). Tummansinisellä tageilla merkatut kohteet kuvaavat isoja työkoneita, joita ei voi siirtää paikasta toiseen. Näitä tageja on

jokaisella koneella kaksi kappaletta. Harmaansinisellä merkattiin yhdet esimerkit käsi- ja sähkökäyttöisistä liikuteltavista työvälineistä sillä jokaisen puutyöhallin välineen listaaminen tuottaisi huomattavan määrän tageja, mikä vaikeuttaisi lopulta alueen tarkastelua. Samalla menetelmällä on esitetty myös henkilökohtaiset suojavarusteet keltaisella. Viimeisenä malliin merkittiin vaaleanvihreällä hätäuloskäynnit, tummanvihreällä ensiapukaappi, punaisella palosammutuskalusto. Lisäksi yhden koneen päällä on oranssilla merkattu esimerkki erilaisista apukahvoista, joilla työntekijät voivat sahata puutavaraa ilman vaaraa sormien tai käsien vahingoittumisesta eri laitteiden teräosien pyöriessä.

Kuva 8. 3D-mallista automaattisesti luotu pohjapiirros näyttää yhdellä silmäyksellä Mattertagien sijainnin puutyöhallissa.



Alkuperäinen ajatus Mattertagien lisäämisen taustalla oli kiinnittää ne tarkasti useasta kulmasta kuvattujen koneiden 3D-malliin siten, että perehdytysinfossa mainittuihin mahdollisiin tapaturmiin

liittyvä koneen osa – esimerkiksi pyörivä terä – saisi jokainen oman taginsa, mutta tämä osoittautui nopeasti hyvin haastavaksi. Vaikka 3D-malli oli riittävän tarkka näiden tagien paikoilleen asetteluun, niiden määrä kasvoi huomattavan suureksi jokaisen koneen kohdalla, sillä tapaturman mahdollistavia tekijöitä ja niiden välttämiseksi esitettyjä keinoja oli lähes jokaisen kohdalla ainakin kymmenen. Tämän yrityksen tulos muistutti Matteredtagien pallo ja varsi -muodosta johtuen suurta neulatyynyä, jonka ohjeita oli hyvin hankala lukea järjestyksessä. Kaikkia tageja ei myöskään ollut mahdollista nähdä yhdestä kuvauspisteestä katsottaessa, jos ne oli alun perin asetettu koneeseen toisessa pisteessä oltaessa. Tällöin myös yksittäisen elintärkeän ohjeistuksen ohittaminen vahingossa olisi ollut erittäin todennäköistä, mikä johtaisi tapaturman mahdollisuuden suurenemiseen kyseistä konetta käytettäessä.

Tästä johtuen ajatusta yksinkertaistettiin ja konekohtaiset perehdytysinfot jaettiin kahteen osaan. Ensimmäisessä osassa mainittiin koneen nimi, toimintaperiaate sekä kyseisestä koneesta mahdollisesti aiheutuvat tapaturmat ja toisessa osassa niiden välttämiseen sisältyvät toimintatavat sekä mahdolliset apuvälineet (Kuva 9).

Kuva 9. Lähikuva avatuista Mattertageista. Ne ovat tavallisesti luettavissa yksi kerrallaan – kuvaa on muokattu sisältämään molemmat koneeseen liittyvät tagit.



Opinnäytetyön tekijä huomasi harmikseen, etteivät Mattertagien tekstikentät hyväksyneet rivinvaihtoa useista eri yrityksistä huolimatta, jolloin jouduttiin tapaturmien välttöohjeita listatessa turvautumaan niiden numerointiin, jotta yhden suuren ja hankalalukuisen tekstiryppään muodostumiselta vältyttäisiin. Yksi keino tämän kiertämiseksi olisi ollut välilyöntien lisääminen sen sanan perään, jonka oli tarkoitus toimia viimeisenä ennen rivinvaihtoa. Jokaisen tagin tekstikenttä salli kuitenkin enimmillään vain tuhat merkkiä ja nämä välilyönnit kuluttivat sallitun määrän nopeasti loppuun. Oltaisiin päädytty jälleen tilanteeseen, jossa olisi pitänyt lisätä turhan monta tagia yhden laitteen kylkeen. Ratkaisu ei siis ollut otollinen, mutta vaihtoehtoaan parempi.

Lopullinen tulos oli kuitenkin tarpeeksi selkeä ja helppolukuinen esimerkki mahdollisesta interaktiivisesta perehdytysinfosta, joka sai kiitosta alkuperäiset infodiat luoneelta työsuojeluasiamieheltä, kenen käytettäväksi kuvaustulos annettiin.

### 5.3 Kampusalue, HAMK Lepaa

Viimeiseksi kuvauskohteeksi valittiin ulkokuntoilulaitteita ja istutusalueita sisältävä ulkoalue Hämeen ammattikorkeakoulun Lepaan kampukselta, päärakennuksen seinustalta (Kantola, 2020-c). Alueen valinnan taustalla oli idea Matterportin luomasta 3D-mallista, jota itseään voisi muokata tai joka toimisi maisemasuunnittelun pohjana, jolloin kuvatulle alueelle voisi lisätä erillisellä 3D-mallinnusta tukevalla ohjelmalla esimerkiksi puita ja muuta kasvustoa. Kyseisellä kuvausalueella oli tilaa näille alustaville suunnitelmille (Kuva 10).

Kuva 10. Kohteena ollut Lepaan kampusalue yhdeltä ensimmäisistä kuvauspisteistä tarkasteltuna.



3D-mallinnuksen virheiden välttämiseksi alue kuvattiin auringonlaskun aikaan illalla. Tämä aika osoittautui myös kampusalueella iltaa kohden vähenevän liikehdinnän johdosta otollisemmaksi kuin kyseisen päivän aamu. Kuvaaminen onnistui ulkona olosta huolimatta huomattavasti paremmin kuin samalla kameralla kuvattu edeltävä kerta Lepaan Maakirjastosta. Malli oli lähes kaikilta osin ehjä ja sen pystyi jo ennen pilvipalveluun vientiä toteamaan esikatselutilasta. Kuvaamisen pitkä kesto oli ainoa huolenaihe jatkuvasti vähenevän valonlähteen kaikotessa ja iPadilta esikatselussa näkyvä jatkuva nurmialueen tummuminen kuvauspisteiden kasvaessa pisti arvailemaan, tulisiko sillä olemaan negatiivinen vaikutus lopputulokseen. Kuvausten päätyttyä ja skannausten valmistuttua huoli osoittautui kuitenkin turhaksi, sillä alueen tummuminen ei lopulta

ollut 3D-mallissa läheskään yhtä silmiinpistävä kuin se oli esikatselussa näyttänyt olevan ja kameran ottamissa kuvissakaan illan hämärtymistä ei huomannut, jollei sitä tajunnut erityisesti etsiä (Kuva 11). Ainoa mahdollinen virhe, jonka hämärä valo todennäköisesti aiheutti, oli viimeisten kuvauspisteiden kohdalla sijainnut penkki, jonka 3D-malli oli useaan lähekkäiseen kuvauspisteeseen tallentumisesta huolimatta hiukan vääntynyt ja paikoin pirstaloitunut. Kameran skannauksella on tapana hävittää yksityiskohtia parhaimmissakin tapauksissa sisätiloissa kuvattaessa, mutta tämän kokoluokan esineen taltiointi olisi todennäköisesti sujunut paremmin, mikäli se olisi ehditty kuvata hiukan aikaisemmin paremmassa valossa. Lopputulos oli kuitenkin tästä huolimatta tarpeita vastaava ja sitä tultiin testaamaan viemällä alueen pistepilvitiedostot katseltavaksi VectorWorksiin ja Twinmotioniin.

Kuva 11. Valmis, rajattu 3D-malli Lepaan kampusalueelta. Punainen kuvauspiste on sama kuin Kuvassa 9. Rakennuksen seinän pirstaloituminen johtui kuvauspisteiden puuttumisesta puiden takaa ja seinän vierustalta.



Lopuksi mainittakoon, että kuvausajankohdaksi valikoitui alun perin sumuinen aamu samana päivänä. Matterportin iPadiin luomasta kuvausalueen esikatselusta pystyi hahmottamaan, kuinka 3D-malli oli lupaavampi pirstaleiseen Maakirjaston alueen esikatseluun verrattuna. Sen mallissa näkyneet mustat alueet puuttuivat sumuisen aamun kuvasta, joten tällaisella säällä aamun kuvaustulos saattaisi vastata illalla kuvattua. Valitettavasti asian vahvistaminen jäi kesken aamulla kuvaamisen aloittamisen jälkeen alkaneen sateen seurauksena. Vaikka Matterportin samalla kameramallilla on todistetusti pystytty kuvaamaan sateisella säällä, jo sitä edeltävä kylmä sää oli vaikuttanut kameraa ohjaavan iPadin akun keston lyhenemiseen ja täten sateesta huolimattakin kuvaaminen olisi todennäköisesti keskeytynyt ennen aikojaan. Myöskään kameraa ei sen ohjekirjan mukaan suositella käytettäväksi alle 10 asteen lämpötiloissa.

Kun valintana oli joko tyytyä jo saatuun materiaaliin ja siten rajata ennalta suunniteltu alue puoleen tai palata yrittämään uudestaan illalla ja nähdä millainen lopputulos siitä syntyisi, jälkimmäinen vaihtoehto oli se mihin lopulta päädyttiin.

## **6 Virtuaalitodellisuus hortonomien apuna**

Matterportilla luotujen kuvauskohteiden tarkastelu tavalliseen tapaan Matterportin sivujen kautta oli siis tässä vaiheessa jo todettu toimivaksi ja opintojen apuun soveltuvaksi. Tämän jälkeen siirryttiin seuraavaan vaiheeseen, joka tulee monelle mieleen ensimmäisenä virtuaalitodellisuudesta puhuttaessa.

Vr-lasien käyttöä hortonomiopinnoissa lähdettiin tutkimaan kolmesta näkökulmasta, jotka olivat virtuaaliesittelyt, työturvallisuus ja maisemasuunnittelu. Kaksi ensimmäistä liittyivät läheisesti toisiinsa ja niiden hyödyntämiseen tuli riittää vr-lasit sekä Matterportin sivut, joiden kautta valmiita kuvauskohteita pystyi tarkastelemaan. Hyvin pian Matterportin vr-tilan testien aloittamisen jälkeen eteen tuli kuitenkin ongelma. Kaikki koulun virtuaalitodellisuuslaseilla testatut kuvauskohteet – omien kohteiden lisäksi myös Matterportin sivuilla tarjotut esimerkit – olivat lasien lävitse katsottaessa pirstaleisia ja fyysisesti mahdottomia yhdistelmiä 2D-kuvia sekä 3D-malleja (Kuva 12).

Kuva 12. Vr-tilassa 3D-malli hajosi epäluonnollisiin muotoihin eikä tilassa voinut kulkea kuin muutaman kuvauspisteen lävitse, vaikka niitä oli viljelykontin tapauksessa yli kaksikymmentä.



Tämän ei olisi kuulunut tapahtua, varsinkaan kun kyseisten Oculus Rift vr-lasien eivätkä testauksessa käytetyn pöytätietokoneen tehot olleet lähelläkään heikkoa. Selaimen vaihtaminen sekä yleiset tietokoneongelmien ratkaisut eivät tuottaneet tulosta. Kun ongelmaa ei kyetty itse paikantamaan lähdettiin sitä selvittämään etsimällä mainintoja samantapaisesta käytöksestä ympäri internetiä. Kävi kuitenkin ilmi, että Matterportin vr-tilasta oli hyvin vähän mainintoja missään yhteydessä ja vielä vähemmän vianetsintään liittyvissä tilanteissa. Tämä johtunee todennäköisesti vr-laitteiston vähäisestä käytöstä Matterportin yhteydessä.

Pitkän etsimisen jälkeen ainoa selitys, johon opinnäytetyön tekijä päätyi, oli sekin vain arvaus. Matterportin kuvausten vr-tilat toimivat heidän nettisivujensa kautta ja ne, kuten useat muutkin sivut, vaativat tietynlaisen ohjelmointirajapinnan toimiakseen yhdessä virtuaalitodellisuuslasien kanssa. Ennen vuotta 2018 käytössä oli rajapinta nimeltä WebVR, joka tuki useita ensimmäisiä vr-laseja, Oculus Rift mukaan lukien. Tämän seuraajaksi tuli kuitenkin uudempi WebXR, jota

käytettäessä tämä kyseinen mallin pirstaloituminen tapahtui. Vaikka vanhemman rajapinnan pystyy asettamaan oletukseksi verkkoselaimien asetuksista ei Matterportin sivu kyennyt tällöin edes tunnistamaan vr-lasien olevan kytketty. Sivut ainoastaan mainostivat kuinka vr-kokemus olisi parhaimmillaan uusien Oculus Quest -lasien kanssa ja muiden laitteiden tuki ei olisi yhtä tasokasta (Matterport, 2021). Tämänkin jälkeen näistä muista laitteista mainittiin vain Oculus Go -lasit.

Ongelma oli siis mitä todennäköisimmin Matterportin sivuilla, jotka eivät tukeneet vanhemman rajapinnan käyttöä. Tarkka syy, miksi Oculus Rift ei toiminut sivuilla oikein, vaikka se antoi avata kuvauskohteiden vr-tilan ja siten toimi ainakin jossain määrin yhdessä WebXR:n kanssa, ei käynyt selväksi. Ilmeinen syy näkynee olevan joko vanhenevan vr-laitteiston tuen katoaminen ylipäättään tai Matterportin vahvasta Oculus Questin mainonnasta päätellen haluttomuus jatkaa vanhempien laitteiden tukea.

Maisemasuunnittelussa taas tarvittiin Matterportin sivujen ja vr-lasien ohella 3D-mallien tarkastelua ja muokkaamista tukevaa ohjelmistoa. Tähän valikoituivat Lepaan opetuksessa käytetyt 2D- ja 3D-suunnitteluun keskittyvä ohjelma VectorWorks sekä ainoastaan 3D-mallien muokkaamiseen erikoistuva SketchUp. Mukaan valittiin myös opintojen ulkopuolelta arkkitehdeille ja maisemasuunnittelijoille markkinoitu visualisointiohjelma Twinmotion. Kyseisellä ohjelmalla pystytään muun muassa muokkaamaan valmiiden 3D-mallien pintamateriaaleja ja lisäämään yksinkertaisia kasveja sekä puita. Twinmotion on yksi alansa kiinnostavimmista ohjelmistoista, sillä se tarjoaa yksinkertaisen käyttöliittymän ja nopeuttaa ammattilaisten työtä realististen kuvien tuottamisessa (Ahola, 2020). Siinä missä valmiin suunnitelman esittäminen esimerkiksi eri vuodenaikoina vaatisi usean tunnin työn kuvanmuokkausohjelmistoilla, Twinmotion visualisoi mallin ympärille oikeanlaiset sääolosuhteet ja vuoden- sekä kellonajan muutamalla hiiren painalluksella. Taustalle on myös mahdollista lisätä animoituja ihmisiä sekä ajoneuvoja, joilla voidaan tuoda eloa kuvien lisäksi ohjelman luomiin videopätkiin tai vr-esitelmiin.

Twinmotion ei kuitenkaan yksin anna välineitä muokata ohjelman sisälle tuotua 3D-mallia itseään eikä sillä voi luoda sellaista tyhjistä, pois lukien ohjelmaan sisäänrakennettu mahdollisuus tuoda yksinkertaisia ja karkeita 3D-rakennus- sekä puumalleja OpenStreetMapsia hyödyntämällä.

## 6.1 Virtuaaliesittelyt

Virtuaaliesittelyt olivat ensimmäinen mieleen tullut idea, kun ajatusta virtuaalitodellisuuslasien käyttämisestä opetuksen tukena lähdettiin selvittämään. Matterport mainostaa itse kuvaustensa yhtenä mahdollisuutena olevan 3D-virtuaalikierrokset kiinteistövälittäjien tarpeisiin – asiakkaille netissä tarjottu kokonaisvaltainen asuntokierros vähentää henkilökohtaisten paikan päällä toteutettujen esittelyjen määrää ja tarjoaa Mattertagien avulla lisätietoa yksittäisistä huomionarvoisista kohteista. Tällöin kaukanakin asuva mahdollinen asiakas pääsee tutustumaan kohteeseen helposti aikaa ja rahaa säästäen. (Matterport, n.d.) Sama idea mielessä pitäen ryhdyttiin pohtimaan, kuinka se voisi hyödyttää hortonomiopiskelijaa tämän opinnoissa.

Lepaalla on ollut tapana pitää erilaisia kasvikierroksia ensimmäisen vuoden opiskelijoille. Näiden kierrosten aikana on usein käyty läpi Lepaan kampusalueella kasvavia kasveja sekä puita, niiden nimiä ja tunnistamista yhdessä opetellen. Opettajien henkilökohtaisia esitelmiä eri lajeista näillä kierroksilla olisi hankalaa lähteä korvaamaan Mattertagien tuhannen merkin tekstikentillä per tagi. Lisäksi kierrokset ovat yleensä pitkiä, sillä ne kattavat laajoja alueita Lepaan kampuksella. Tämä vaatisi useampaa kuvausaluetta Matterportin kameralla, eikä se näin ollen olisi välttämättä kannattavaa HAMKin käyttämän Matterportin pilvipalvelun laskutusmallista riippuen. Tällaisia kasvikierroksia voisi kuitenkin kuvata muualta kuin Lepaalta, mikäli suurta joukkoa eri kasvilajeja, joita ei sattuisi Lepaalta löytymään, kasvaisi kuvaukseen sopivalla alueella.

Joidenkin moduulien aikaan on myös vierailtu aihepiiriin liittyvissä kohteissa. Suuren ihmisporukan kuljettaminen paikan päälle ei ole Lepaalla yleensä ollut suuri ongelma koulun omia autoja hyödynnettäessä, mutta tällöinkin erityisesti työssä käyville monimuoto-opiskelijoille voi muodostua hankaluuksia osallistua jokaisessa kohteessa vierailuun. Alueelta tarkasti kuvattu ja Mattertageilla merkitty esittelykierros voisi näin ollen päihittää myöhemmin omalla ajalla kohteessa vierailun. Lisäksi nähdään mahdollisena tapaus, jossa kaukana oleva kohde sopisi moduulin opintojen tueksi jollain tavoin ja sen esittely haluttaisiin järjestää, mutta alueelle olisi joko hankala päästä päivittäisen opiskeluajan puitteissa tai sen esittelemiseen kuluva aika olisi liian lyhyt verrattuna paikan päälle matkustamiseen eikä näin kannattavaa. Tällöin opettaja voisi käydä kuvaamassa haluamansa alueen etukäteen työaikansa puitteissa ja esitellä sen Matterportin pilvipalvelusta käsin joko itse tai alueen tuntevan vierasluennoitsijan avustamana. Yhden

luennoitsijan siirtyminen kampukselle nähtäisiin olevan myös helpompi järjestää kuin jokaisen moduuliin osallistuvan opiskelijan paikan päälle matkustamisen.

Opinnäytetyön tekijä on itse rakennetun ympäristön hortonomiopiskelija, mutta näkisi Matterportin kuvausten soveltuvan lisäksi viljelykontin kaltaisen ison ja monimutkaisen kaluston toimintojen taltiointiin, joita puutarhatalouden hortonomiopiskelijoilla on todennäköisemmin käytössä moduuleista riippuen. Varsinkin kontin tapauksessa isomman ryhmän perehdyttäminen sen käyttöön sujuisi jouhevammin, mikäli ryhmä tutustuisi siihen ensin itsenäisesti tai opettajan avustuksella, sillä suuri osa kontin toiminnoista sijaitsi sen ahtaissa sisätiloissa. Kuvauksia voisi hyödyntää tällä tavoin myös Lepaan kasvihuoneella sekä taimistolla ja niiden tuloksia voisi mahdollisesti esitellä esimerkiksi Lepaa-näyttelyissä.

Vuoden 2020 keväällä koronaviruspandemia muutti opiskelijoiden elämää, kun oppilaitoksissa siirryttiin etäopetukseen. Suurten ihmisryhmien kokoontumisia vältettäessä moduuleissa on hankala järjestää erilaisissa kohteissa vierailuja normaaliin tapaan. Matterportin kuvauksilla voitaisiin nähdä olevan iso rooli näiden kohteiden esittelyssä etäopetuksen aikana. 360 asteen kuvauksista ja 3D-malleista on huomattavasti helpompaa saada käsitys, millainen kohdealue todellisuudessa on perinteiseen valokuva- ja videomateriaaliin verrattuna.

Virtuaaliesittelyt toimivat loistavasti ilman vr-tilan käyttöäkin, mutta virtuaalitodellisuuden luoma paikalla olemisen tunne olisi erityisesti hyvä lisä esimerkiksi maisemasuunnittelun moduuleissa, joissa esiteltäisiin opiskelijoille työksi annettavaa suunnittelukohdetta. Tällöin tilasta saisi paremman kuvan esimerkiksi alueen rakennelmien kokoeroja havainnoitaessa.

## **6.2 Työturvallisuus**

Työturvallisuuden havainnollistaminen ja virtuaaliesitykset kohteista Matterportin kuvausten avulla toimivat lähes samalla idealla. Molemmat hyödyntävät kohteiden erityispiirteiden kuvaamista Mattertagien avulla. Työturvallisuutta esille nostettaessa sitä ajateltiin hyödynnettävän enimmäkseen viherrakennusmoduuleissa.

Yhtenä esimerkkinä voitaisiin pitää aiheeseen soveltuvalta tavanomaiselta rakennustyömaalta luotua Matterport-kuvausta, jossa on Mattertagien avulla tuotu esiin vaaranpaikkoja, yleisimpiä vaaratilanteita alueella käytössä oleviin työkoneisiin ja -välineisiin liittyen sekä näiden välttämiseen kehitettyjä keinoja. Opinnäytetyön tekijä kokee henkilökohtaisesti tällaisella työskentelytavalla olevan positiivinen vaikutus tilanteen muistamiseen verrattuna tavanomaiseen oppimateriaalista lukemiseen – virtuaalinen ympäristö jäisi tekstiryöstä sitkeämmin mieleen. Virtuaaliesittelyistä poiketen näistä kuvauksista olisi mahdollista luoda nykyisen ja myös tulevien vuosien opiskelijoille toistuvasti käytössä olevaa opetusmateriaalia. Kuvauksista olisi myös mahdollista muodostaa virtuaalisia kokeita muun muassa lavastamalla valittu määrä vaaratilanteita, jotka opiskelijan tulisi kuvatululta alueelta huomata, nimetä ja ehdottaa mitä tapaturmatilanteen ehkäisemiseksi olisi voitu tehdä.

Myös tässä tapauksessa aihepiiriin liittyvät kuvaukset toimisivat hyvin ilman virtuaaliodellisuuslasien käyttöä. Erityisesti lavastetuissa vaaratilanteissa vr-tilan hyödyntäminen voisi kuitenkin tuoda oman lisänsä antamalla tilanteisiin uuden näkökulman. Yhtenä esimerkkinä voisi olla työmaa-alueelle kaivettu kuoppa, jonka viereen kasattu maa-aines olisi liian lähellä tai kuopan reunoja ei olisi tuettu millään tavoin. Syvän kuopan pohjalle sijoitettu kuvauspiste, josta näkisi vieressään valuvan maakasan, voisi auttaa ymmärtämään tilanteen vakavuuden.

### **6.3 Maisemasuunnittelu**

Maisemasuunnittelun osalta opinnäytetyön tekijällä oli eniten kokemusta ja mahdollisia toteutuskelpoisia ideoita jo työn alkuvaiheessa. Siinä missä kaksi edellistä ideaa hyödynsivät enemmän 360 asteen kuvauksien tuotoksia, maisemasuunnittelun kannalta kameran luoma 3D-skannaus kohteista tarjosi mielenkiintoisia vaihtoehtoja. Hämeen ammattikorkeakoulun Lepaan kampuksen Matterport-kuvaukset suoritettiin nimenomaan 3D-mallinnusta silmällä pitäen ja niiden hyödyntämistä maisemasuunnittelussa lähdettiin selvittämään. Ajatuksena oli tutkia, kyettäisiinkö suunnittelukohteesta tallennettu 3D-skannaus viemään Lepaalla käytössä oleviin 3D-mallinnusta tukeviin ohjelmiin niin, että se toimisi valmiina, olemassa olevan alueen pohjana, jonka päälle voitaisiin alkaa työstämään omaa maisemasuunnitelmaa. Tarkoituksena oli myös tutkia, voisiko mallista leikata pois olemassa olevia osia, jotta esimerkiksi poistettavaksi määritetyn

rakenteen vaikutus alueen kokonaisilmeeseen voitaisiin nähdä etukäteen.

Virtuaalitodellisuuslasien oletettiin näkevän tässä vaiheessa suurinta käyttöä.

Kun opinnäytetyön tekijä oli varmistanut valmistuneen kuvausalueen 3D-mallin olevan tarpeeksi selkeä ja sisältävän istutusalueiden lisäksi tilaa erilaisille rakenteille tilattiin mallista Matterportin pilvipalvelun kautta maksullinen MatterPak Bundle. Tämä tiedostopaketti sisälsi kolmannen osapuolen ohjelmiin soveltuvia tiedostoja kuvauskohteesta. Näihin kuuluivat kattotasokuvan ja korkealaatuisen pohjapiirroksen ohella maisemasuunnittelun osalta tärkeimmät .xyz-väripistepilvitiedostot ja kolmioverkkomallin .obj- sekä .mtl-tiedostojen lisäksi niihin sisältyvät tekstuurikuvat .jpg-muodossa. Nämä tiedostomuodot oli mahdollista viedä jokaiseen kolmeen valittuun 3D-mallinnusta tukevaan sovellukseen – VectorWorksiin, SketchUpiin ja Twinmotioniin.

### **6.3.1 VectorWorks**

Testaaminen aloitettiin opinnoissa eniten käytetyllä sovelluksella, VectorWorksilla, johon tuotiin import-toiminnolla väripistepilvitiedosto. Heti tiedoston avaamisen jälkeen vahvistui etukäteen tiedossa ollut ymmärrys siitä, kuinka karkea Matterportin luoma 3D-malli oli verrattuna itse alusta asti luotuihin rakennelmiin. Tämä ei kuitenkaan haitannut, sillä idea 3D-mallin hyödyntämisestä sellaisenaan ei ollut alun perinkään tarkoituksena. Mallin tulisi vain antaa osviittaa alueen rakennelmien koosta, auttaa hahmottamisessa ja toimia lähtökohtana omalle kolmiulotteiselle maisemasuunnitelmalle. Siihen se vaikuttikin tässä vaiheessa oivalliselta (Kuva 13).

Kuva 13. Värillinen pistepilvitiedosto Lepaan kampusalueesta VectorWorksiin vietyinä.



Syventävä 3D-mallintaminen VectorWorksissa oli opinnäytetyön tekijän opinnoissa jäänyt vähälle käytölle, eikä kaikkea toivottua 3D-mallin testaamista näin ollen erilaisia internetistä löytyneitä ohjeita seuraamallakaan kyetty toteuttamaan toivotusti. Tähän lukeutui muun muassa olemassa olevien rakennelmien poistaminen, jonka paras yritys kulminoitui maanpinnan alueiden poistamiseen pariin metriin kohoavien leuanvetotankojen sijaan. Tästä kuitenkin huomattiin, että idea olisi varmasti tarkemman opettelun jälkeen toteuttamiskelpoinen.

Seuraavaksi haluttiin testata, kuinka malli käyttäytyy, jos sen päälle tuodaan omia rakennelmia tai valmiita kasvimalleja VectorWorksin 3D-kirjastosta. Malliin päädyttiin asettelemaan VectorWorksilla opintojen aikaisemmassa vaiheessa itse luotu pergola kuvaukseen tallentuneen penkin ylle, lisäämään kirjastosta haettuja pensaita sen viereen sekä istutusalueille yhdessä maanpeitekasvien kanssa (Kuva 14). Nurmialueen kulmaan lisättiin myös yksi puu.

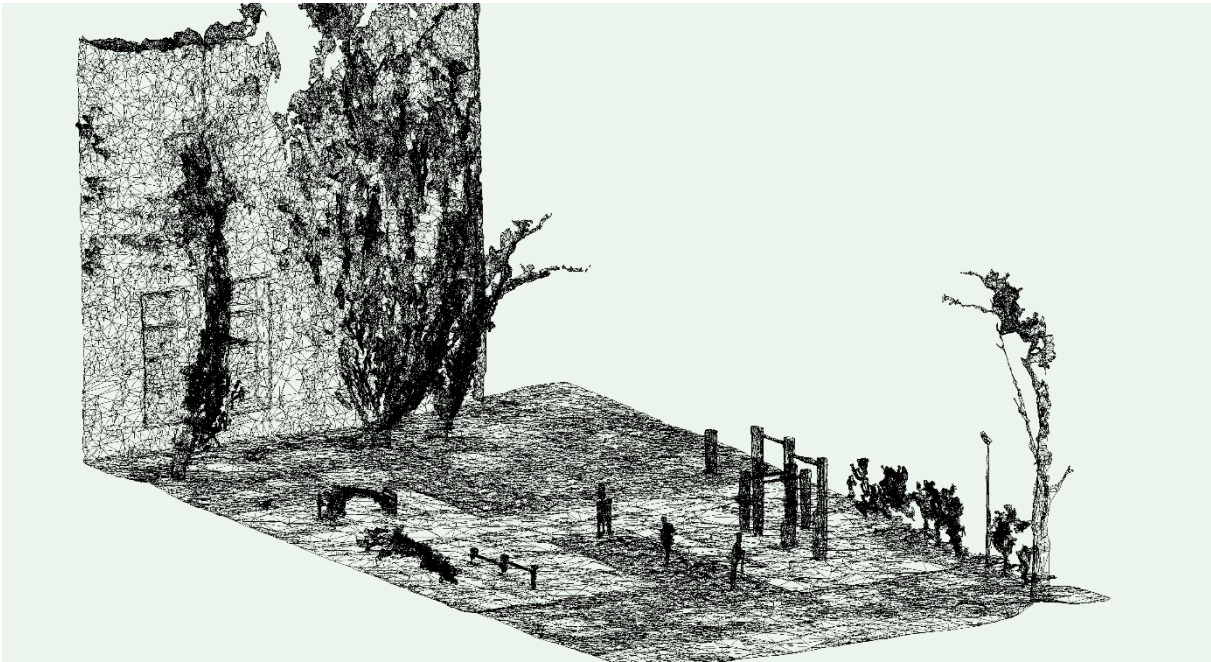
Kuva 14. 3D-malliin lisättiin pergola, puu, pensaita ja maanpeitekasveja.



Pergolan paikalleen sijoittamisessa ei ollut juuri ongelmia, sillä sen tuominen malliin asetti molemmat samalle tasolle koordinaatistossa. Kasvien asettelussa sen sijaan kului aikaa, sillä aina tuntui löytyvän uusia kuvakulmia, joista näki erityisesti maanpeitekasvien leijuvaan ilmassa, vaikka toisesta kulmasta katsottuna niiden sijainti näytti olevan oikein. Tämäkin kuitenkin kuitattiin 3D-mallintamisen vähäisen opetteluun piikkiin eikä itse mallin ongelmaksi.

Kolmioverkkomallin .obj-tiedostojen kanssa sen sijaan muodostui ongelmia. Kyseinen tiedostomuoto vaatii kolmioverkon lisäksi erilliset tekstuurit .jpg-muodossa, yhdessä erillisen .mtl-tiedoston kanssa, jotta mallin rakennelmat eivät olisi vain mustavalkoinen kokoelma viivoja. Vaikka nämä tekstuurit oli .obj-tiedostoa VectorWorksiin vietäessä lisätty mukaan import-työkalulla, puuttuivat ne kuitenkin lopulta mallista (Kuva 15).

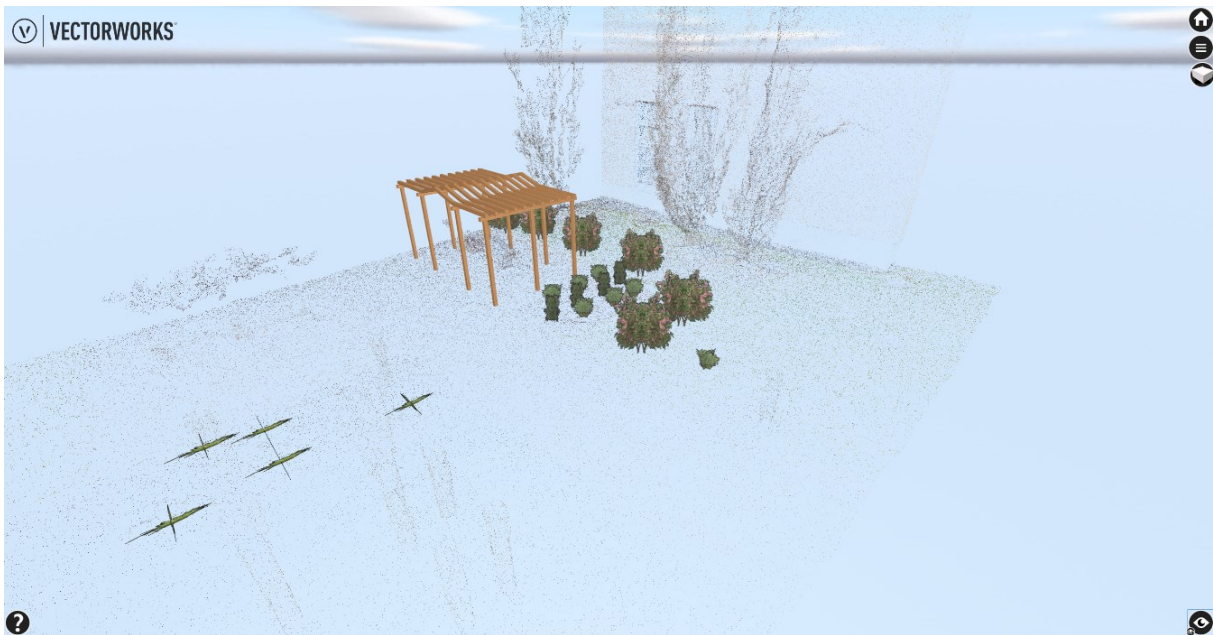
Kuva 15. Kolmioverkkomalli ilman tekstuuritiedostoja.



Ongelmaan lähdettiin etsimään ratkaisua VectorWorksin apusivuilta ja muilta aihepiiriä käsitteleviltä foorumeilta, mutta selvityksen jälkeen päädyttiin lopputulokseen, jonka mukaan kyseessä oli useamman vuoden vanha ongelma, johon ei ollut olemassa selkeää, jokaiselle virheen edestään löytäneelle sopivaa yksittäistä ratkaisua. Tämän tiedostomuodon tutkiminen jouduttiin lopulta jättämään rajallisen ajankäytön puitteissa kesken.

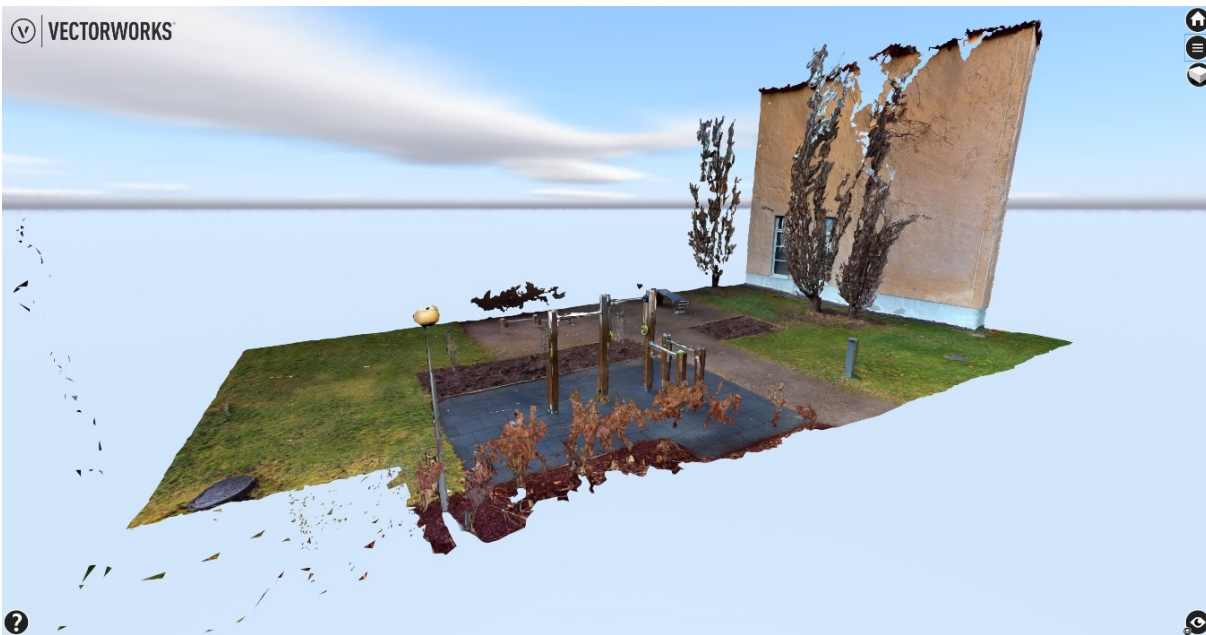
VectorWorksin vr-tilan testaaminen oli luvassa seuraavaksi. Virtuaalitodellisuuslasien toimintaa ohjaava Oculus-ohjelmisto oli alun perin asennettu vain opinnäytetyön tekijän omalle pöytätietokoneelle ja sen pitkähkön asennusprosessin vuoksi tätä ei lähdetty toteuttamaan heti HAMKin atk-luokan tietokoneilla, joilla VectorWorksin vaiheet oli testattu. Tämä osoittautui viisaaksi valinnaksi viimeistään siinä vaiheessa, kun VectorWorksin kolmiulotteisten rakennelmien tutkimistilaan Web Viewiin, jossa virtuaalitodellisuuslaseja hyödynnetään, lisättiin väripistepilvitiedosto kampusalueesta ja huomattiin sen aiheuttavan jälleen lisää ongelmia. Vr-tilaan ei tarvinnut edes siirtyä, kun huomattiin mallia tavallisesti tutkittaessa .xyz-tiedoston sisältämän pistepilven harvenevan sitä lähestyttäessä ja lopulta katoavan kokonaan (Kuva 16).

Kuva 16. Mallia lähestyttäessä sen pistepilvirypäs harveni ja oli näin ollen käyttökelvoton jo ennen Web Viewin virtuaalitodellisuustilaan siirtymistä.



Web Viewin normaalitilassa on mahdollista kävellä mallin sisällä nuolinäppäimiä käyttäen. Tämä onnistuu, mikäli Web View tunnistaa mallin sisältävän jonkinlaisen pohjan, mitä se ei kuitenkaan onnistunut pistepilven tapauksessa tekemään. Virtuaalitodellisuustila hyödyntää myös kyseistä pohjaa mallin sisällä liikuttaessa. Ainoat mallissa normaalisti käyttäytyneet rakennelmat olivat opinnäytetyön tekijän alusta asti itse luoma pergola sekä VectorWorksin 3D-kirjastosta noudetut kasvit ja puu. Vaikka kolmioverkkomallia testatessa sen tekstuuritiedostot tulivat Web Viewissä näkyviin, se kärsi samantapaisesta ongelmasta kuin väripistepilvi (Kuva 17).

Kuva 17. VectorWorksin Web View -tilassa .obj-tiedostot sisälsivät tarvitsemansa tekstuuritiedostot, mutta mallia lähestyttäessä ne leikkaantuivat pois.



Tästä päätellen suunnitelmia olisi ilmeisesti mahdollista tutkia vr-lasien avulla, mikäli ne olisivat kokonaan alusta asti itse luodut ja eivät sisältäisi pistepilvi- tai kolmioverkkotiedostoja. Virtuaaliodellisuuslasien aikaa vievää – sekä mahdollisesti koulun it-tukihenkilöltä hyväksynnän vaativaa – asentamista koulun koneelle ja siten niiden käyttämistä VectorWorksin sisällä ei siis lähdetty tästä johtuen käytössä olleen ajan puitteissa testaamaan. Web Viewin virtuaaliodellisuustilassa olevien rajallisten toimintojen luettelon avulla pystyttiin kuitenkin sulkemaan pois mahdollisuus mallin muokkaamisesta kyseisellä sovelluksella vr-laseja hyödyntäen. Se soveltuisi siis ainoastaan suunnitelmien tarkasteluun.

### 6.3.2 SketchUp

SketchUpia testattaessa opinnäytetyön tekijällä oli valmius käyttää sitä omalla tietokoneellaan, sillä opintojen alkuvaiheilla kyseistä ohjelmaa ensimmäistä kertaa käytettäessä siihen oli luotu koulun tunnuksilla ilmaistili, johon pääsi kuitenkin kirjautumaan myös muilta kuin koulun tietokoneilta. Virtuaaliodellisuuslasien käytölle olisi näin ollen jäänyt lähes rajaton määrä aikaa niiden vaatiman ohjelmiston ollessa jo asennettuna käytössä olevalle tietokoneelle.

Alkuvaiheessa SketchUp näytti olevan VectorWorksia huomattavasti paremmassa asemassa vr-tilaa arvioitaessa. Ohjelman tarjoamia ominaisuuksia selvittäessä oli käynyt ilmi, kuinka sen vr-työkalut olisivat sen verran kehittyneet, että 3D-suunnitelmia pystyisi niiden katselun lisäksi myös muokkaamaan työkaluilla, jotka ovat käytössä ohjelman normaalissa työtilassa. Opinnäytetyön tekijän harmiksi kävi jälleen nopeasti ilmi, ettei vr-tilan testaaminen olisi yksinkertaista. Ongelmaksi muodostui se, että käytössä olevalla ilmaistilillä ei ollut käyttöoikeuksia vr-tilaan. Edes kampusalueen 3D-mallia ei voitu viedä tutkittavaksi ohjelmaan, sillä väripistepilven ja kolmioverkkomallin tiedostot olivat nekin tuettuja vain maksullisessa versiossa, jota Lepaan opetuksessa ei oltu käytetty. Lupaavimman ohjelman tarkastelu päättyi siis lyhyeen.

### 6.3.3 Twinmotion

Viimeisenä otettiin tarkasteluun opinnäytetyön tekijän mielenkiinnon herättänyt visualisointiohjelma Twinmotion. Ilmainen opiskelijalisenssi vaati luomaan Epic Games -tilin ja lataamaan sen sovellusalueen; Twinmotion pohjautuu Epicin luomaan suosittuun, helppokäyttöiseen Unreal Engine -pelimoottoriin. Opiskelijaversio sisälsi lähes kaiken saman minkä kalliikko täysversiokin, pois lukien omien tuotosten kaupallisen käytön. Ohjelmiston lataamisen ja asentamisen jälkeen sen sisällä suunnistaminen oli helppo aloittaa yksinkertaisen ja käyttäjäystävällisen käyttöliittymän ansiosta.

Ennen 3D-mallin ohjelmaan viemistä tutustuttiin tarkemmin Twinmotionin toimintoihin. Erityisesti huomion kiinnitti mahdollisuus tuoda OpenStreetMapia hyödyntäen karkea 3D-ympäristö kartasta rajatulta alueelta. Hetken odottelun jälkeen ohjelma loikin hyvin yksinkertaisia rakennelmia sisältävän mallin HAMKin Lepaan kampukselta (Kuva 18).

Kuva 18. Lepaan kampusalueen 3D-malli Twinmotionissa OpenStreetMapista noudettuna etelän suuntaan katsottaessa.



Vaikka ohjelma onnistuikin suhteellisen hyvin paikantamaan rakennusten ja jopa puuston oikean sijainnin olivat niiden mittakaavat usein selkeästi väärin mitä korkeuteen tuli ja teiden kohdalla liiallinen leveys pisti erityisesti silmään. Rakennusten kokoa ja sijaintia pystyi jossain määrin muokkaamaan, mutta se kävi hyvin selväksi, ettei Twinmotionia oltu suunniteltu täysimittainen, alusta asti mallinnettavien 3D-suunnitelmien luonti silmällä pitäen, jonka vuoksi sitä markkinoidaankin vain visualisointiohjelmana. Omien valmiiden mallien tuomisesta ohjelmaan saisi suurimman hyödyn irti. Vielä ennen kampusalueen Matterport-kuvausten 3D-mallin tuomista ohjelmaan kokeiltiin yhtä Twinmotionin työkaluista, jolla pystyi vaihtamaan kohteen pintamateriaalia. Tällä parannettiin alueen yleisilmettä päärakennuksen ympäriltä muuttamalla harmaa maanpinta ruohoksi ja kopiotyökalulla monistettiin ympärillä olevia tienpätkiä, joista muodostettiin puuttuvia polkuja sekä täydennettiin puutteellisia ajoväyliä (Kuva 19).

Kuva 19. Päärakennuksen vieressä oleva nurmialue, jonka läheisyydessä Matterport-kuvaukset suoritettiin. Alueelle lisättiin puuttuvan nurmen ja puuston lisäksi myös katulamppuja, animoituja ihmisiä sekä työkoneita ohjelman 3D-kirjastosta.



Tässä vaiheessa tuli viimeistään huomattua, kuinka suuria tehoja Twinmotion vaatii tietokoneelta jo keskivertoasetuksilla. Opinnäytetyön tekijä pisti merkillä tietokoneensa näytönohjaimen kuumenevan huomattavasti enemmän kuin mitään aikaisempaa vapaa-ajallaansaakaan testaamaansa ohjelmaa käytettäessä. Tämä onkin yksi niistä komponenteista, jonka suositellaan olevan tehokas, mikäli ohjelmistoa halutaan hyödyntää yhdessä virtuaalitodellisuuslasien kanssa (Twinmotion, 2019).

Kun alue alkoi muistuttaa pääpiirteittäin todellisen maailman vastinettaan, siirryttiin kuvausten 3D-mallin tuomiseen ohjelman sisälle import-toiminnolla. Twinmotion ei tukenut .xyz-pistepilviedostoa, mutta .obj-tiedostomuotoinen kolmiverkkomalli oli sen sijaan tuettujen listalla. Malli ilmestyi jälleen hetkisen odottelun jälkeen Twinmotioniin, jossa se minimaalisen pienestä koostaan suurennustyökalua hyödyntäen muutettiin samaan kokoluokkaan muun alueen kanssa. Kun kuvausten aikaansaama malli oli aseteltu suurin piirtein oikealle kohdalleen, oli siitä jälleen nähtävissä karkealuontoisuutta muuhun siistiin, joskin yksinkertaiseen, kampukseen verrattuna. Twinmotionin aika- ja säätyökalua hyödyntämällä testattiin valojen, varjojen ja heijastusten muodostumista Matterport-mallissa ja niitä verrattiin Twinmotionin rakennelmien vastaaviin

ominaisuuksiin. Molemmat toimivat samalla tavoin onnistuneesti ja vesilätäköiden muodostuminen Matterport-malliin, sisältäen myös niiden heijastukset, olikin hieno näky korkeilla grafiikka-asetuksilla (Kuva 20).

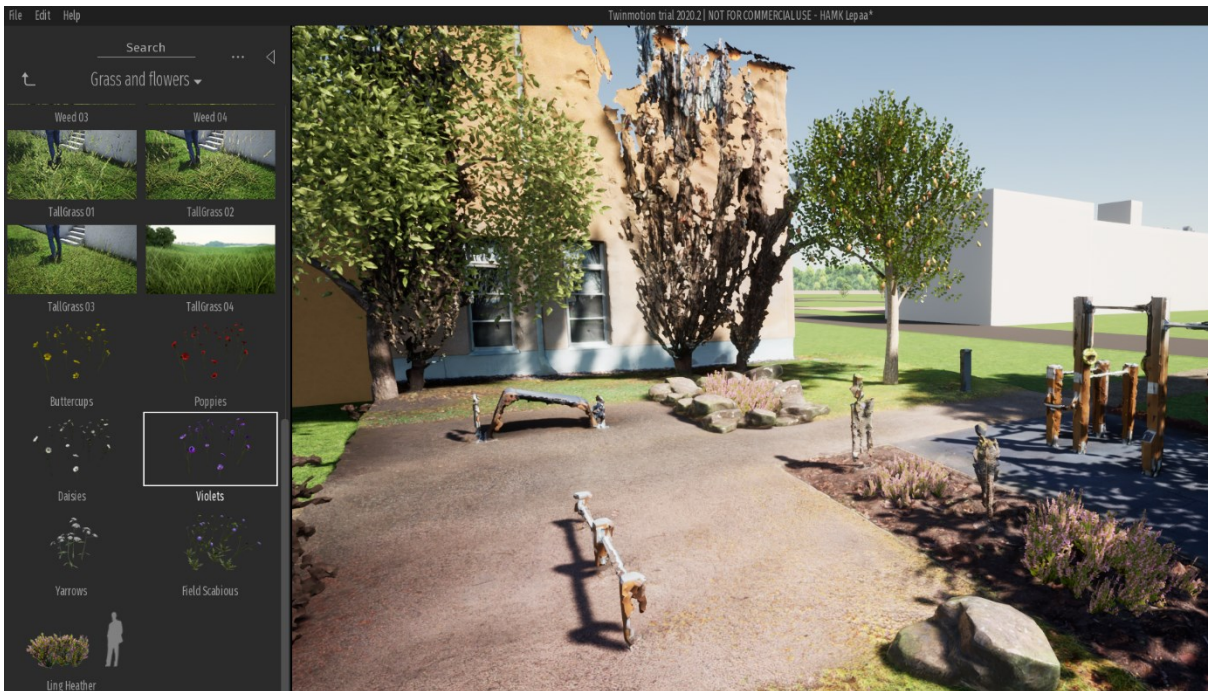
Kuva 20. Matterport-kuvauksen 3D-malli kohdallaan Lepaan kampuksella, jossa asetuksena sateisen sään jälkeinen ilma.



Tämän jälkeen päädyttiin testaamaan Twinmotionin sisältämää kasvillisuustyökalua. Kyseisellä toiminnolla pystyi valitsemaan 3D-kirjastosta muutamia niittykukkia ja kanervia sekä useita eri pensaita ja puita (Kuva 21). Näitä pystyi asettelemaan alueelle yksitellen tai erillisillä maalaus- ja hajautustyökaluilla useamman kerralla. Samoilla tavoin pystyi myös asettamaan nurmivariaatioita sekä vaihtelevan kokoisia kiviä. Kasvillisuus oli myös mahdollista asettaa reagoimaan tuuleen eri voimakkuuksilla ja niiden ulkomuoto muuttui automaattisesti vuodenaikojen asetuksia vaihdettaessa.

Twinmotionin 3D-kirjaston sisältämissä tavallisissa kukissa ei ollut juuri variaatiota. Sen sijaan pensaita sekä puita oli paljon ja niistä useaa näki kasvavan lähinnä Suomea huomattavasti lämpimimmissä ilmastoissa. Tästä huolimatta niillä näkisi saavan jotain pientä aikaan sellaisia maisemasuunnitelmia viimeisteltäessä, joita esiteltäessä jokaisen kasvin ei tarvitsisi olla juuri jotain tiettyä lajia, erityisesti eri kukkien osalta, joita kirjastossa oli tarjolla heikonlaisesti.

Kuva 21. Kuvassa nähtävissä kaikki vähäiset Twinmotionin 3D-kirjastossa tarjolla olleet kukat, joita lisättiin Matterport-kuvauksen 3D-malliin puiden ja kivien ohella.



Kun ohjelman eri toimintoja oli kattavasti testattu ja sen oli todettu soveltuvan sekä tavallisten 3D-mallien että Matterportilla skannattujen viimeistelyyn siirryttiin viimein testaamaan kokonaisuutta yhdessä virtuaalitodellisuuslasien kanssa.

Virtuaalitodellisuustila aukesi ongelmitta ja kuvausten tuloksia päästiin vihdoinkin tutkimaan. Vaikka Matterportin sivuilla olevien esimerkkikohteiden vr-tilojen esittelyvideot antoivat ymmärtää niiden näyttävän paremmilta juuri Matterportin omasta vr-tilasta tarkasteltuna, eivät Lepaan kampuksen kuvausten tulokset näyttäneet Twinmotionissa lainkaan hullummilta. Alueella käveleminen onnistui helposti joko Oculus-ohjaimen ohjauksella liikuttaessa tai erillisellä teleporttitoiminnolla, jolla pystyttiin siirtymään suuria etäisyyksiä nopeammin, aiheuttaen samalla vähemmän pahoinvointia (Kuva 22). Tässä tilassa oli mahdollista muuttaa säätilaa sekä kellon- ja vuodenaikaa niiden vaikutukset välittömästi ympäristössä nähdessä, jolloin alueen tutkiminen eri tilanteissa oli helppoa. Myös pintamateriaalien vaihtotyökalu oli valittavissa. Kun nämä perustyökalut olivat kätevästi saatavilla, ei vr-tilasta tarvinnut poistua kuin uusien 3D-mallien asettamista varten.

Kuva 22. Virtuaaliodellisuustilassa liikkuminen oli helppoa teleporttitoiminnon avulla, joka myös asetti käyttäjän katsomaan samalla ohjaimella säädeltävän nuolen osoittamaan suuntaan uudessa pisteessä. Lasien kanssa ei siis tarvinnut fyysisesti kääntyä.



Twinmotion tarjosi osan niistä ominaisuuksista, joita kahdesta muusta ohjelmasta oli lähdetty etsimään – kyvyn tutkia Matterportin kuvausten avulla tuotettua 3D-mallia vr-laseilla ja sen muokkaaminenkin vr-tilassa, jossa muutokset on helppo nähdä läheltä sekä mittakaavassa, onnistui jossain määrin. Siitäkin olisi tosin hyötyä vasta viimeistelyvaiheessa, kun suunnitelmaan haluttaisiin lisätä kolmiulotteinen kuva havainnointia helpottamaan.

## 7 Johtopäätökset

Opinnäytetyöprosessissa oli paljon hienoja onnistumisia, mutta myös harmillisia takaiskuja. Eron Matterportin 3D-kameran ja Oculus Rift -virtuaalitodellisuuslasien hyödyntämisessä oli alun perinkin oletettu olevan suuri ja Matterportin hyväksi, mutta ongelmat vr-laitteiston kanssa ylittivät silti odotukset.

Matterportin 3D-kameralla suoritettut kuvaukset onnistuivat loistavasti ja jokaisen kolmen kuvauksen tuloksia pystyttiin hyödyntämään eri käyttötarkoituksissa. Erityisesti kolmannen kohteen 3D-mallin skannausten onnistuminen ulkotiloissa oli mahtavaa, sillä tämän avulla tuli varmistettua kameran kyky luoda muitakin kuin pirstaleisia malleja ulkona kuvatessa, kun valo-olosuhteet ovat otolliset iltaisin ja mahdollisesti myös aamuisin. Tämä olisi jotain, mitä voisi testata lisää jatkossa, jotta kuvauksia pystyisi suorittamaan myös aikaisten oppituntien puitteissa eikä vain iltaisin omalla ajallaan.

VectorWorksin ollessa niin suuressa osassa eri moduulien opintoja olivat sen kanssa esiin nousseet hankaluudet hyvin harmillisia. Väripistepilven ja kolmioverkkomallin ongelmat ohjelman Web View -tilassa olivat jotain mitä ei pystytty tiedostomuotojen vähäisestä tuntemuksesta johtuen ratkaisemaan. On mahdollista, että joku opinnäytetyön tekijää asiaan perehtyneempi kykenisi löytämään keinon, jolla näitä tiedostoja voisi Web Viewissä ja sen jälkeen vr-tilassa tutkia. Matterportin 3D-skannausten hyödyntämisen maisemasuunnittelun 3D-mallien luomisen apuna oli kuitenkin hienoa nähdä toimivan käytännössä, vaikka niitä ei vr-laseilla muokkaamaan tai edes katselemaan päästykään.

SketchUpin ilmaisversiossa olleen vr-tilan ja jopa työssä käytettyjen tiedostomuotojen tuen puuttuminen oli myös suuri pettymys. Mikäli SketchUpin maksullista versiota haluttaisiin lähteä tutkimaan tarkemmin oman vr-tilansa puitteissa, voisi se tarjota Twinmotionia enemmän mahdollisuuksia itse 3D-mallin eikä vain ympäristön olosuhteiden muokkaamiseen vr-lasien avulla.

Twinmotionia testatessa tuli pohdittua kuinka hyödyllinen ja helppokäyttöinen ohjelmisto oli kyseessä ja miten sen voisikin kenties ottaa osaksi jotain maisemasuunnittelun moduulia, jos ei jatkuvaan käyttöön niin ainakin yhden erityisen työn viimeistelyyn. Twinmotionilla luotuja korkeatasoisia kuvia tai videoita työstettävästä kohteesta voisi liittää tukemaan lopullista 2D-

suunnitelmaa. Virtuaalitodellisuustilan hyödyntäminen olisi myös hieno tilaisuus nähdä oman työnsä heräävän eloon silloin, kun sitä ei tultaisi koskaan missään muodossa toteuttamaan oikeassa maailmassa. Ennen ohjelman käyttöä olisi kuitenkin hyvä ottaa huomioon sen korkeat järjestelmävaatimukset, varsinkin virtuaalitodellisuuslaseja käytettäessä.

Lepaalla käytössä olevat Oculus Rift -virtuaalitodellisuuslasit itsessään ovat edelleen täysin käyttökelpoisia, kuten Twinmotionia testatessa tuli todettua, mutta kun kyseisen mallin tukea eri ohjelmistojen nettisivuilla on lakkautettu ja rajapinnan kehittyminen on tuonut muutoksia toimintakykyyn, on HAMKilla edessä mahdollisesti uudemman vr-laitteiston hankkiminen. Tämä siis, mikäli virtuaalitodellisuuden nähdään muodostavan tarpeeksi merkittäviä mahdollisuuksia tulevaisuuden hortonomiopintojen saralla.

## Lähteet

Ahola, T. (2.12.2019). Twinmotion vähentää arkkitehtuurien työtä. *gamEngine lab*.

<https://blog.hamk.fi/ge/twinmotion-vahentaa-arkkitehtuurien-tyota/>

Autodesk. (n.d.). *PHOTOGRAMMETRY SOFTWARE*. Haettu 29.4.2021 osoitteesta

<https://www.autodesk.com/solutions/photogrammetry-software>

BBC News. (1.8.2012). *Oculus Rift virtual reality headset gets Kickstarter cash*. British Broadcasting Corporation News. <https://www.bbc.com/news/technology-19085967>

Bilyk, V. (n.d.). Augmented and virtual reality in education. *Development*.

<https://theappsolutions.com/blog/development/ar-vr-in-education/>

FB. (25.3.2014). Facebook to Acquire Oculus. *Facebook*.

<https://about.fb.com/news/2014/03/facebook-to-acquire-oculus/>

Geotrim. (n.d.). *HELPPOKÄYTTÖINEN JÄRJESTELMÄ*. Haettu 25.4.2021 osoitteesta

<https://3d-malli.fi/matterport-pro2-3d-kamera/>

Kantola, H. (kuvaaja). (2020-a). *Viljelykontti HAMK/Lepaa*. [360° ja 3D-valokuvaus]

<https://my.matterport.com/show/?m=XW2bC5Da7o2>

Kantola, H. (kuvaaja). (2020-b). *Puutyöhalli Espoon kaupunki*. [360° ja 3D-valokuvaus]

<https://my.matterport.com/show/?m=p6Fng5FmYyj>

Kantola, H. (kuvaaja). (2020-c). *HAMK Lepaa*. [360° ja 3D-valokuvaus]

<https://my.matterport.com/show/?m=kT57eoRCDxT>

Lang, B. (20.7.2017). *Closeup With New, Cheaper Rift + Touch Bundle – Ships With Improved Foam Padding*. Road to VR.

<https://www.roadtovr.com/closeup-with-new-cheaper-oculus-rift-touch-bundle-ships-with-improved-foam-padding/>

Matterport. (24.4.2021). *EXPLORING MATTERPORT SPACES IN VR*.

<https://support.matterport.com/hc/en-us/articles/360050098973-Exploring-Matterport-Spaces-in-VR->

Matterport. (n.d.). *3D Real Estate*. Haettu 26.4.2021 osoitteesta

<https://matterport.com/industries/real-estate>

Palmer. (5.9.2012). *It's a Wrap! Kickstarter*.

<https://www.kickstarter.com/projects/1523379957/oculus-rift-step-into-the-game/posts/302128>

Photogrammetry. (n.d.). *What is Photogrammetry?* Haettu 29.4.2021 osoitteesta

<http://www.photogrammetry.com/>

Pixloo. (29.6.2011). *History of VR Photography*. Arkistoitu 25.2.2013 osoitteeseen

<https://web.archive.org/web/20130225175348/http://www.pixloo.com:80/blog/history-of-vr-photography>

Shilov, A. (26.9.2019). *Oculus Link Software: Connecting Oculus Quest to a Gaming PC*. AnandTech.

<https://www.anandtech.com/show/14907/oculus-link-connects-oculus-quest-to-a-gaming-pc>

Twinmotion. (7.5.2019) *Twinmotion System Requirements*.

[https://twinmotionhelp.epicgames.com/s/article/TwinMotion-System-Requirements?language=en\\_US](https://twinmotionhelp.epicgames.com/s/article/TwinMotion-System-Requirements?language=en_US)

Vuorinen, V. (kuvaaja). (2019). *Maakirjasto*. [360° ja 3D-valokuvaus]

<https://my.matterport.com/show/?m=vxMEeb8emc6>