



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

LAYOUT- SUUNNITTELU VIRTUAALITODELLISUU- DESSA

SolidComp Oy

TEKIJÄ: Sami Heikkinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Sami Heikkinen	
Työn nimi Layout- suunnittelu virtuaalitodellisuudessa	
Päiväys 09.05.2019	Sivumäärä/Liitteet 24/1
Ohjaajat Sami Ipatti, päätoiminen tuntiopettaja ja Arto Liuha, lehtori	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppanit SolidComp Oy/ 3D Talo Finland Oy	
Tiivistelmä <p>Tässä opinnäytetyössä selvitettiin, millaista on layout- suunnittelu virtuaalitodellisuudessa ja kuinka yritys voisi hyötyä siitä muihin suunnitteluohjelmiin nähden. Vertailtiin Hydrolinen pakkaamon ja huoltilan layout- suunnitelmien mallintamista eri keinoin. Pyrittiin selvittämään, millaisia eroja ja hyötyjä virtuaalitodellisuudessa mallintaminen tarjoaa. Vertailussa käytettiin 3D Talon tuotetta, Design Spacea sekä Savonia Ammattikorkeakoulun opinnäytetyötä, joka liittyi Hydroline Oy:n pakkaamon layout- suunnitteluun.</p> <p>Ensin määriteltiin käsitteet, mitä tarkoittaa virtuaalitodellisuus ja layout- suunnittelu. Sen jälkeen perehdyttiin siihen, mitä vaaditaan, jotta haluttu aineisto saadaan vietyä virtuaalitodellisuuteen ja lopulta Design Spaceen. Käytiin läpi Design Spacen työkalut ja asiakaskyselyn avulla selvitettiin Hydrolinen kokemuksia ohjelman käytöstä huoltotilan layoutin suunnittelussa. Kyselyn tuloksia vertailtiin Savonia Ammattikorkeakoulun opinnäytetyöhön, jossa tehtiin layout- suunnitelma Hydroline Oy:n pakkaamosta ja vertailtiin sen suunnittelussa käytettyjä menetelmiä Design Spaceen.</p> <p>Tuloksista kävi ilmi, että Design Space nopeuttaa suunnitteluprosessia ja auttaa havaitsemaan asioita, joita ei perinteisessä suunnittelussa alkuvaiheessa välttämättä huomaisi. Virtuaalitodellisuus auttaa havainnoimaan tilaa paremmin. Moninpeli mahdollistaa usean ihmisen osallistumisen samaan palaveriin ja nopeuttaa näin suunnitteluprosessia, kun suunnittelun eri vaiheissa mukaan tulevat henkilöt voivat suunnitella yhtä aikaa samassa mallissa. Laserkeilaus nopeuttaa tilan mittaamista ja tuotettu pistepilvi on mittatarkkaa, jolloin myös malli on mittatarkka toisin kuin käsin tehdyissä mittauksissa.</p>	
Avainsanat Virtuaalitodellisuus, layout suunnittelu, VR, Design Space, lisätty todellisuus, AR, suunnittelu, 5S, lasekeilaus, virtuaalilasit, mallintaminen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author Sami Heikkinen			
Title of Thesis Layout planning in virtual reality			
Date	9 May 2019	Pages/Appendices	24/1
Supervisors Mr Sami Ipatti, lecturer and Mr Arto Liuha, senior lecturer			
Client Organisation /Partners SolidComp Oy/ 3D Talo Finland Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final project was to explain how to design a layout plan in virtual reality and how a company could benefit from it in comparison to traditional modelling programs like Solidworks. The traditional layout planning tools, as used in Eemeli Väättäin's thesis, were compared to 3D Talo's program, Design Space.</p> <p>First, the terms "virtual reality" and "layout planning" were explained. The requirements for the models to be imported into the virtual reality and further into the Design Space were explained. The modelling tools in Design Space were explained and the customer feedback form was filled in with the company Hydroline Oy that gave feedback about the usage of Design Space in the layout planning of their service area.</p> <p>The results showed that the planning process was much faster and easier with Design Space and it offered a new perspective to planning when compared to traditional modelling programs and methods. Virtual reality allows the designer to see everything in real life scale and avoid problems that could occur later in the process when the units are being installed. The multiplayer feature in Design Space allows several people across the world to participate in the same sessions and work on the same model simultaneously and thus speed up the process even further. As a measuring tool, laser scanning is significantly faster and more reliable than manual tape measurements.</p>			
<p>Keywords Virtual reality, layout planning, VR, Design Space, augmented reality, AR, planning, design, 5S, laserscanning, virtual glasses, modeling</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	SOLIDCOMP OY/ 3D TALO	6
3	LAYOUT- SUUNNITTELU	7
3.1	5S-menetelmä	8
4	VIRTUAALITODELLISUUS (VR)	10
4.1	Lisätty todellisuus (AR).....	11
5	LASERKEILAUS JA PISTEPILVI	12
5.1.1	Laserkeilain Faro S70	12
5.1.2	Pistepilven käsittely	13
6	DESIGN SPACE.....	14
6.1	Mallintaminen virtuaalitodellisuudessa	14
6.2	Näkökulmia	16
7	HYDROLINE	17
7.1	Huoltotila	17
7.2	Asiakaskyselyn tulokset	19
7.3	Lisää näkemyksiä Hydrolinelta	19
8	VERTAILU	20
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	21
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	22
	LIITE 1: ASIAKASKYSELY	23

Virtuaalitodellisuus on yleistynyt kuluttajien keskuudessa viihdekäytössä. Pelit ja elokuvat tuntuvat todentuntuisemmilta virtuaalilasit päässä, kun virtuaalinen maailma valtaa ympäristön ja aistejamme huijataan luulemaan, että olemme muualla kuin oikeasti olemme. Jännityksen ja vaaran tunteet luovat koukuttavia kokemuksia ja uudenlaisia elämyksiä, jollaisista ei ole uskallettu ihmiskunnan historiassa aikaisemmin edes unelmoida. Uusia sovelluksia virtuaalitodellisuudelle ilmestyy jatkuvasti ja samalla laitteemme kehittyvät tehokkaammiksi, jolloin saamme luotua entistä todentuntuisempia kokemuksia. Pian näkö- ja kuuloaistimusten lisäksi pystymme hyödyntämään myös tunto- ja hajuaistiamme virtuaalitodellisuudessa, jolloin kokemuksesta tulee entistä kokonaisvaltaisempi.

Virtuaalitodellisuutta voidaan nykyisin hyödyntää myös monilla muilla aloilla. Erilaisilla skenaarioilla voimme simuloida vaaratilanteita turvallisesti ja kouluttaa vaarallisissa työolosuhteissa työskenteleviä henkilöitä ennakoimaan riskejä entistä paremmin. Lääkärit voivat valmistautua leikkauksiin tutustumalla niihin ensin virtuaalimaailmassa. Lentäjät ovat hyödyntäneet simulaatioita koulutuksessa jo paljon aiemmin, mutta virtuaalitodellisuus vie simulaatiot askeleen pidemmälle. Arjen sankarit taas pystyvät esimerkiksi sisustamaan kotinsa uudelleen tai tutustumaan uusiin kiinteistöihin virtuaalisesti.

Virtuaalitodellisuuden yleistymisestä huolimatta monet tekniikan alan suunnittelut tehdään yhä kaksiulotteisena. Yksittäiset osat tai koneet mallinnetaan kolmiulotteiseksi, mutta virtuaalitodellisuutta ei ole juurikaan hyödynnetty. 3D Talon kehittämä Design Space mahdollistaa omien mallien ja suunnitelmien toteutuksen virtuaalitodellisuudessa, jolloin esimerkiksi oman tuotoksen sijoittumisen layouttiin näkee suoraan kolmiulotteisesti. Design Space tarjoaa myös monia muita mahdollisuuksia hyödyntää virtuaalitodellisuutta osana suunnitteluprosessia. Tutustuin Design Spaceen työn ohessa ja päätin selvittää, kuinka sitä voisi hyödyntää layout suunnittelussa ja samalla kertoa, mikä oikein on Design Space ja millaisia mahdollisuuksia se tuo mukanaan tekniikan alalle.

Vain mielikuvitus on rajana.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kertoa 3D-mallinnuksesta ja layout- suunnittelusta virtuaalitodellisuutta hyödyntäen sekä sen tuomista mahdollisuuksista. Kerroin myös 3D Talon kehittämästä työkalusta, Design Space:sta, ja kuinka laserkeilaimella tuotettu pistepilvi saadaan työstettäväksi virtuaalitodellisuuteen. Selvitin myös Design Spacen käyttäjäkokemuksia Hydrolinella asiakaskyselyn avulla. Suunnittelin kyselyn niin, että 3D Talo voi käyttää sitä tulevaisuudessa myös muissa projekteissa asiakaspalautekyselynä ja tarvittaessa muokata sitä omiin tarpeisiinsa sopivaksi.

Valitsin aiheen pääosin siksi, että se on osa työnkuvaani ja halusin perehtyä siihen tarkemmin. Uskon myös, että virtuaalitodellisuus tulee yleistymään tulevaisuudessa tuotannon suunnittelussa ja että siitä tulee kiinteä osa suunnitteluinsinöörin arkea.

2 SOLIDCOMP OY/ 3D TALO

Tein tämän opinnäytetyön SolidComp Oy:lle. SolidComp Oy on pieni, vuonna 2011 perustettu neljän hengen insinööriyriitys, joka tarjoaa laserkeilaus-, ilmakuvaus- ja photogrammetria- sekä mekaniikka- ja lujuuslaskenta palveluita alihankintana muille yrityksille. (SolidComp Oy, 2018) SolidComp Oy toimii tiiviissä yhteistyössä 3D Talon kanssa ja heillä on kehitteillä Design Space-niminen suunnittelu-ympäristö, joka mahdollistaa erilaisten muotojen, kuten putkien ja teräsrakenteiden, mallintamisen suoraan virtuaalimalliin. Design Space on 3D Talon tuote ja se julkaistiin helmikuussa 2019.

3D Talo on vuonna 2016 perustettu yritys, joka tarjoaa ohjelmistoja ja palveluita, jotka hyödyntävät virtuaalista- ja lisättyä todellisuutta. He tarjoavat virtuaalisen- ja lisätyn todellisuuden ratkaisuja esimerkiksi teolliseen- ja sisustussuunnitteluun sekä erilaisiin markkinointi- ja ympäristö hankkeisiin. (3D Talo, 2018)

Molemmat yritykset ovat nuoria, mutta silti niillä on isoja asiakkaita suomen alueella. Tällaisia ovat esimerkiksi Kuopion alueelta Hydroline, Junttan ja Ponsse. Asiakkaita löytyy myös ulkomailta, joten toiminta on nopeasti muuttunut kansainväliseksi. (3D Talo, 2018)

3D Talo koostuu erilaisista osastoista. Tammikuussa 2019 SolidComp Oy liittyi osaksi 3D Taloa ja toimii nykyisin 3D Talon Industry- osastona, joka keskittyy edelleen laserkeilaukseen ja tarjoaa samoja palveluita kuin aikaisemminkin. Muihin osastoihin kuuluu esimerkiksi ohjelmoijien- ja muotoilijoiden osastot, jotka kehittävät Design Spacea ja vaikuttavat virtuaalimallien visuaalisuuteen. (3D Talo, 2018)

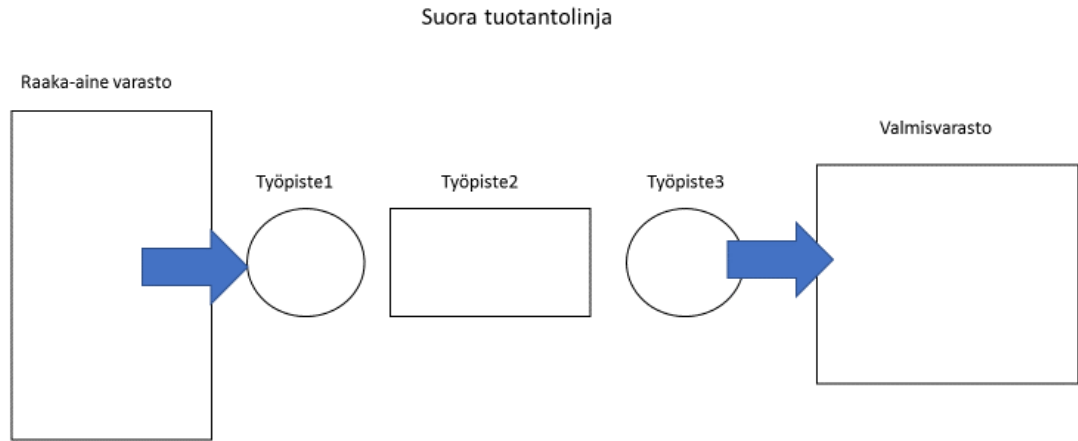
3 LAYOUT- SUUNNITTELU

Layout- suunnittelulla tarkoitetaan tuotantotilan järjestämistä mahdollisimman toimivaksi ja tehokkaaksi tuotannon kannalta. Suunnittelussa otetaan huomioon tuotannon kannalta oleellisia asioita, kuten varastojen, laitteiden ja työpisteiden sijainnit. Myös kulkureitit kannattaa suunnitella etukäteen, jotta työntekijöiden ja vierailijoiden olisi turvallista liikkua tehtaassa. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2019)

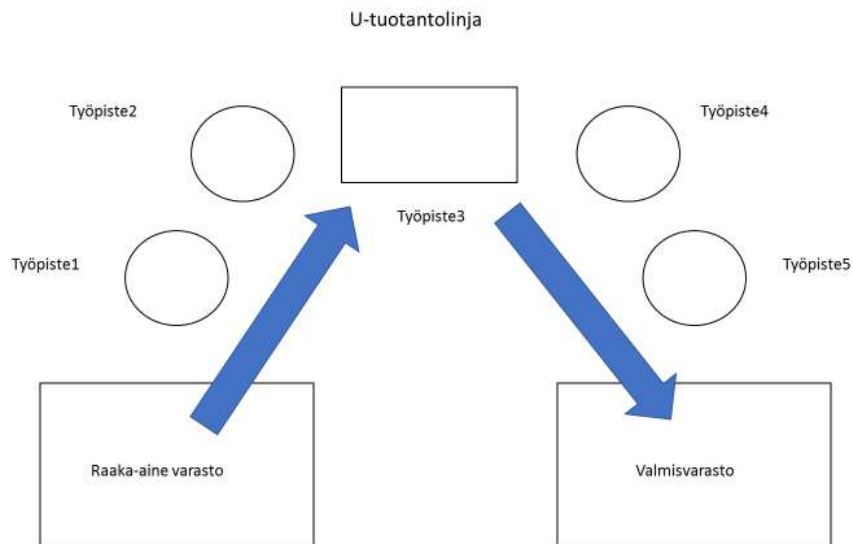
Layout- suunnittelu ei tapahdu hetkessä vaan siihen menee paljon työtunteja, rahaa ja lopputulosta on hankala muuttaa jälkeenpäin. Hyvin suunniteltu layout on kuitenkin elintärkeää tuotannon sujuvuuden ja tehokkuuden kannalta. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2019)

Tuotannon layout- suunnittelussa kannattaa kiinnittää huomiota seuraaviin asioihin:

- Tuotantotila on turvallinen työntekijöille ja vierailijoille. Turvallisuus on monelle yritykselle yksi tärkeimmistä prioriteeteista tuotantolinjaa suunniteltaessa.
- Tuotteen valmistusprosessi on mietitty alusta loppuun. Ei ole tehokasta kuljettaa raaka-aineita pitkiä matkoja ja valmiit tuotteet olisi hyvä saada nopeasti varastoon. Työpisteet kannattaa järjestää valmistusprosessin kannalta loogiseen järjestykseen. Kuvassa 1 näkyy yksinkertainen esimerkki suorasta tuotantolinjasta, joka toimii hyvin esimerkiksi paperitehtaassa, kun tuotteella on selvä valmistusprosessi. Kuvassa 2 on U-muotoinen tuotantolinja, jota voidaan hyödyntää, kun esimerkiksi samaa henkilöä tai työkalua tarvitaan useammalla työpisteellä.
- Tuotteen valmistusaika on saatu mahdollisimman pieneksi.
- Työntekijöiden tehokkuus on maksimoitu. Minimoidaan turha liikkuminen ja pidetään kaikki työkalut lähellä työpistettä, jos mahdollista.
- Pyritään maksimoimaan tuotteen laatu ja hyödyntämään käytettävissä oleva tila mahdollisimman tehokkaasti. (Reijo Rautauoman säätiö sr, 2019)



Kuva 1: Esimerkki suorasta tuotantolinjasta. (Heikkinen, Tuotantolinja esimerkkejä, 2019)



Kuva 2: Esimerkki u-muotoisesta tuotantolinjasta. (Heikkinen, Tuotantolinja esimerkkejä, 2019)

3.1 5S-menetelmä

Tuotannon suunnittelun tehostamiseksi on kehitetty lukuisia menetelmiä, mutta nykyisin useimmat tuotantolinjat on suunniteltu noudattamaan 5S-menetelmää. 5S-menetelmä on Japanilaisen Hiroyuki Hiranon kehittämä nimensä mukaisesti viiden kohdan, työympäristön organisointiin keskittyvä kehitysovälu. Menetelmä keskittyy siihen, että jokainen työntekijä pitää huolen oman työpisteensä siisteydestä. Kaikesta ylimääräisestä ja työtehtävän kannalta epäolennaisista asioista pyritään hankkimaan eroon. Keskittymällä olennaisiin asioihin, pitämällä työpisteiden siistinä ja työkalut paikoillaan, voidaan tuotteiden läpimenoaika ja tavaravirtaa saada nopeammaksi. Menetelmä standardisoidaan tuotantoon ja kaikki sitoutuvat noudattamaan sitä osana jokapäiväisiä rutiinitoimia, jolloin sen vaikutukset saadaan maksimoitua. 5S- menetelmä on osa Lean- ajattelutapaa. (Väisänen, 2013)

5S-menetelmän portaat ovat

- Lajittelu (sort, seiri): Luovutaan kaikista ylimääräisistä tavaroista työpisteellä, mitä ei sen hetkessä työssä tarvita.
- Järjestäminen (store, seiton): Järjestetään työpisteen työkalut ja osat niin, että ne on helppo löytää ja palauttaa paikoilleen. Työkalujen ja osien merkitseminen helpottaa niiden löytämistä ja järjestämistä.
- Puhdistaminen (shine, seiso): Pidetään työpisteen laitteet ja työkalut puhtaina. Myös työvaatteet pidetään puhtaana.
- Standardointi: (standardize, seiketsu): Tee aiemmista kohdista rutiini työpaikalla. Käytä värejä, kylttejä ja infotauluja auttamaan toimien standardoinnissa.
- Sitoutuminen (sustain, shitsuke): Pidetään siisteyttä yllä. Tehdään 5S-menetelmästä osa arkea työpaikalla.
- Turvallisuus (safety, anzen): 5S-menetelmän toteuttaminen lisää itsessään turvallisuutta, sillä puutteet, kuten vialliset työkalut tai puuttuvat varoituskyltit, havaitaan nopeammin. Turvallisuus on siis tavallaan "kuudes ässä". (Väisänen, 2013)

5S menetelmällä on paljon hyötyjä. Jos kaikki viisi porrasta saadaan toteutettua onnistuneesti, prosesseista tulee tuottavampia, nopeampia ja viallisia tuotteita tuotetaan vähemmän. Työturvallisuus korostuu ja viihtyvyys paranee. 5S antaa työntekijälle mahdollisuuden järjestää oman työpisteensä haluamallaan tavalla. Järjestelmällisyys auttaa huomaamaan puutteita ja häiriöitä sekä huomaat nykyisen tilan epäjärjestyksen. (Väisänen, 2013)

4 VIRTUAALITODELLISUUS (VR)

Virtuaalitodellisuudella tarkoitetaan tietokoneella luotua keinotekoista ympäristöä. Virtuaalitodellisuus pyrkii jäljittelemään todellista ympäristöä. On myös mahdollista luoda täysin uudenlainen ympäristö. Useimmiten virtuaalitodellisuus perustuu visuaaliseen vaikutelmaan ja siksi se onkin nopeasti yleistynyt erityisesti peliviihteen alalla. Visuaalisuuden lisäksi myös audiovisuaalisia ärsykyitä käytetään luomaan todentuntuista vaikutelmaa simulaatiosta. Myös tuntoaistiin perustuvia ärsykyitä on käytetty täydentämään kokemusta ja tekemään siitä todentuntuisempaa. (Sanastokeskus TSK ry, 2019)

Virtuaalitodellisuuden hyödyntämisen mahdollisuudet ovat käytännössä vain mielikuvituksemme varassa. Sen avulla voidaan luoda esimerkiksi todentuntuista koulutussimulaatioita, esitellä kiinteistöjä ja järjestää virtuaalisia tapaamisia. Viihdeteollisuudessa voidaan luoda yhä todentuntuisempia elokuva- ja pelikokemuksia. Erityisesti peliteollisuus on hyötynyt virtuaalitodellisuudesta. Virtuaalilasit kehittyvät nopeasti, jolloin kilpailu tuo markkinoille yhä edullisempia ja tehokkaampia laseja sekä laadukkaampia pelikokemuksia. Virtuaalitodellisuutta hyödyntäviä sovelluksia on paljon, mutta yleisimpään viihdekäyttöön riittävät virtuaalilasit sekä mahdollisesti mukana tulevat ohjaimet käyttötarkoituksen mukaan. Laseja on paljon erilaisia ja eri ne sopivat eri tarkoituksiin. Esimerkiksi pelikäyttöön sopivat Oculus Rift tai Htc Viven lasit ja pakettien mukana tulevat liikeohjaimet. Pelikäyttöön vaaditaan myös tehokas tietokone, joka täyttää pelien ja lasien asettamat laitevaatimukset sekä tukee virtuaalitodellisuutta. Tällöin pelit toimivat lasien kanssa ongelmitta. Jotta pelikokemuksesta kuitenkin saataisiin uskottava, on pelaajan sijainnin ja liikkeiden tunnistaminen tärkeässä asemassa. Tällöin pelaaja voi omilla jaloillaan kävellä tilassa ja kuvakulma päivittyy liikkeen mukaan. HTC Vive tarjoaa suurimman liikkumistilan (4x4 metriä) verrattuna muihin virtuaalilaseihin. Esimerkiksi Sony PlayStation VR on tarkoitettu käytettäväksi vain istualtaan. Pelikäyttöön tarkoitettut virtuaalilasit ovat hintaluokaltaan noin 200-900 euroa. Myös kalliimpia versioita on saatavilla, mutta tavalliseen kotikäyttöön riittää alle 700 euroa maksavat lasit. Virtuaalilaseja löytyy myös älypuhelimille ja ne ovat myös hintaluokaltaan edullisempia. Taitavat nikkarit voivat tehdä itse omat lasit pahvista, mutta jos haluaa panostaa laseihin niin silloin kannattaa tarkistaa, tarjoaako oman puhelimesi valmistaja myös niihin sopivia virtuaalilaseja. (Pänkäläinen, 2019)



Kuva 3: Htc Viven virtuaalitodellisuuslasit, jotka ovat hinnaltaan noin 600 euroa. Kuvassa näkyvät myös ohjaimet pelaamista varten. (HTC Corporation, 2019)

Joissakin tapauksissa virtuaalitodellisuus- sovellukset voivat aiheuttaa joillekin pahoinvointia. Tämä voi johtua esimerkiksi liiallisesta käytöstä, huonosti suunnitellusta sovelluksesta tai matalasta kuvataajuudesta. Nykyään useimmat sovellusten ja laitteiden kehittäjät ovat ottaneet nämä seikat huomioon ja pyrkivät saamaan kuvataajuuden riittävälle tasolle (90fps). He myös ilmoittavat sovelluskaupoissaan, jos sovellus ei ole kaikille sopiva tai se aiheuttaa pahoinvointia. (Pänkäläinen, 2019)

Virtuaalitodellisuutta voidaan myös nykyisin hyödyntää entistä enemmän insinöörin työssä. 3D Talon kehittämällä Design Space ohjelmalla on mahdollista mallintaa suoraan todellisuutta jäljittelevän pistepilven pohjalta tuotettuun malliin virtuaalitodellisuudessa. Tämä mahdollistaa esimerkiksi layout-suunnittelun virtuaalitodellisuudessa.

4.1 Lisätty todellisuus (AR)

Augmented reality eli lisätty todellisuus eroaa virtuaalitodellisuudesta siinä, että ympäristö on todellinen ja se toimii reaaliaikaisesti. Läpinäkyvän näytön läpi tarkastellaan tietokoneella luotuja elementtejä, jotka näkyvät todellisessa maailmassa ja näiden elementtien onkin tarkoitus yhdistää virtuaaliset ja todelliset objektit toisiinsa. Lisätty todellisuus sijoittuu siis virtuaalitodellisuuden ja todellisen maailman välimaastoon. (Sanastokeskus TSK ry, 2019)

5 LASERKEILAUUS JA PISTEPILVI

Jotta layout- malli saadaan virtuaaliodellisuuteen käsiteltäväksi, on halutusta alueesta ensin tehtävä pistepilvi tai se on mallinnettava etukäteen käsin 3D-mallinnus ohjelmalla. Pistepilveä voidaan tuottaa laserkeilaimella skannaamalla. Laserkeilain on tarkka mittalaite, jonka avulla pystytään mittaamaan pisteitä ilman, että kohteeseen tarvitsee koskea. Kohteesta saadaan näin kolmiulotteinen pistepilvi, joka on mittatarkka. Laserkeilausmenetelmä mahdollistaa tiedon keräämisen ympäröivästä maailmasta nopeammin ja monipuolisemmin. Keilain mittaa nollapisteestään lähtevän laserin avulla laitteen etäisyyden mitattavista kohteista ja laskee jokaiselle mitatulle pisteelle koordinaatit sekä tallentaa intensiteettiarvon paluusignaalin voimakkuuden perusteella. Laserkeilaimella tuotetut pistepilvet täytyy sitten rekisteröidä yhteen, jolloin pistepilvestä saadaan yhtenäinen. Pistepilvien rekisteröinnin aikana skannausten välille voi syntyä mittausrvirhettä, mutta se pyritään minimoimaan. Tällöin laitteen lupaama 1mm tarkkuus ei enää päde vaan noin 0,5 cm virhe on realistisempi. Käsittelyn jälkeen yhtenäinen pistepilvi voidaan siirtää haluttuun koordinaatistoon, kuten esimerkiksi tehtaan omaan koordinaatistoon. (Joala, 2006)

Laserkeilaimien valmistajia on monia ja ne käyttävät erilaisia sovelluksia pistepilvien käsittelyyn ja rekisteröintiin. Laserkeilaimia voidaan luokitella kolmeen pääluokkaan. Ensimmäiseen luokkaan kuuluvat kaukokartoitukseen (0,1-100 kilometriä) tarkoitetut laserkeilaimet. Toiseen luokkaan kuuluvat maalaserkeilaimet (1-300 metriä) ja kolmanteen luokkaan teollisuuslaserkeilaimet (alle 30 metriä). Tässä opinnäytetyössä keskityin kolmanteen luokkaan kuuluvalla Faro Focus S70- laserkeilaimella tuotettuun pistepilveen Hydrolinen huoltotilan alueen laitteistosta ja niiden hyödyntämiseen layout-suunnittelussa. (Joala, 2006)

5.1.1 Laserkeilain Faro S70



Kuva 4: Faro Focus S70 (Faro, 2019)

Laserkeilain mahdollistaa sisä- ja ulkotilojen kuvaamista ja skannaamista. Skannatusta materiaalista luodaan oikeaa maailmaa vastaava pistepilvimalli, jonka voi käsittelyn jälkeen viedä virtuaaliodellisuuteen. Faro Focus S70:lla on mahdollista päästä jopa +/- 1 mm tarkkuuksiin skannausten välillä ja sillä pystyy skannaamaan jopa 70 metrin päähän. S70 on luokiteltu IP54 luokkaan IP-luokitusjärjestelmässä. Tämä tarkoittaa sitä, että laite kestää pölyä ja roiskuvaa vettä. Se sopii siis erinomaisesti useimpiin teollisuuden alueiden skannauksiin. (Faro technologies inc., 2019)

5.1.2 Pistepilven käsittely

Laserkeilaimella tuotettua pistepilveä voidaan käsitellä erilaisilla ohjelmilla. Yksi niistä on Faron tarjoama Faro Scene, jonka avulla skannattua materiaalia voidaan prosessoida, rekisteröidä, käsitellä ja siirtää haluttuun koordinaatistoon. Faron Focus S70 tuottaa fls- muodossa olevia pistepilviä, jotka voi sitten rekisteröidä yhteen Scenellä ja viedä jatkokäsittelyyn erilaisissa tiedostomuodoissa, kuten esimerkiksi e57-, ptx- ja pts- tiedostoina. Yksittäisiä, leikattuja osia voi myös viedä esimerkiksi obj- muodossa Design Spaceen.

Prosessointi on automaattinen toiminto Faro Scenessä, minkä avulla skannaukset valmistellaan käsiteltäviksi. Prosessoinnin aikana on mahdollista värittää pistepilvet, mikäli skannauksen aikana on otettu kuvia, sekä käyttää erilaisia filttäreitä, joilla pistepilviä voidaan siistiä samalla. Myös skannauksiin jääneet ihmiset tai ylimääräiset tavarat voidaan poistaa.

Pistepilvien rekisteröinnillä tarkoitetaan sitä, että skannaukset, jotka ovat samalta alueelta, saadaan liitettyä toisiinsa, jolloin ne muodostavat yhtenäisen pistepilven. Jotta rekisteröinti helpottuu, kannattaa ennen halutun alueen skannausta valmistella alueelle joko keinotekoisia tähyypisteitä, joiden avulla skannaukset saadaan rekisteröityä toisiinsa, tai käyttää esimerkiksi seinien pintoja avuksi rekisteröinnissä. Tähyypisteitä voivat olla esimerkiksi erikokoiset pallot, shakkilauta- kuviot ja tasaiset pinnat. Pistepilviä voidaan rekisteröidä toisiinsa myös toisen pistepilven perusteella, mutta yhteisien pisteiden avulla rekisteröiminen on nopeampaa ja tarkempaa, jos pisteet ovat hyvät ja selvästi näkyvissä skannauksissa. Pistepilvet saadaan siirrettyä koordinaatistoon takymetrillä mitattujen pisteiden avulla.

Kun pistepilvet on saatu yhtenäiseksi malliksi, voidaan siitä tuottaa esimerkiksi pinta- tai katselumalli, jota voidaan tarkastella ja joka voidaan sitten viedä Design Spaceen. Jos pistepilvestä tahdotaan irrottaa jokin yksittäinen esine, voidaan se leikata mallista pois ja tehdä siitä oma tiedosto. Esimerkiksi työkoneet voidaan irrottaa mallista ja viedä omana mallinaan Design Spaceen soviteltavaksi haluttuun skenaarioon.

6 DESIGN SPACE

Design Space on 3D Talon kehittämä ohjelmisto, joka mahdollistaa esimerkiksi putkien ja laattojen mallinnuksen virtuaalitodellisuudessa Design Spacen virtuaalitodellisuustyökaluja hyödyntäen. Moninpelin ansiosta voidaan järjestää etäpalavereja itse suunnitelman sisällä. Toisin sanoen, samaa suunnitelmaa pystyy reaaliajassa tarkastelemaan useampikin ihminen yhtä aikaa eri puolilta maailmaa. Design Spaceen on mahdollista tuoda omia malleja, jotka on mallinnettu muilla mallinnusohjelmilla ja käyttää niitä kolmiulotteisessa tilassa. Tuettuja formaatteja ovat esimerkiksi Ifc 2x3, FBX, OBJ, DXF ja STL formaatit. Omia malleja on mahdollista liikuttaa ja skaalata tarkoitukseen sopivaksi. Suurin malli, mikä Design Spaceen on toistaiseksi tuotu, on 2,8 GB:n binäärimuotoinen fbx tehdasmalli. Design Spacen käyttäminen vaatii tietokoneen, virtuaalilasit ja ohjaimet sekä ilmaisen Steam- ja Windows mixed reality sovelluksen asennettuna tietokoneeseen. Design Space avaa tarvittavat ohjelmat käynnistyessään, kunhan ne on asennettu tietokoneelle. (3D Talo, 2019)

Pohjois-Savolaisista yrityksistä Design Spacea projekteissaan hyödyntävät esimerkiksi Ponsse Oyj, Normet Group Oy, Junttan Oy ja Hydroline Oy. Opinnäytetyön aikana suoritettiin kysely Hydroline Oy:lle, jossa selvitettiin, kuinka Design Space oli sopinut heidän projektiinsa. (3D Talo, 2019)

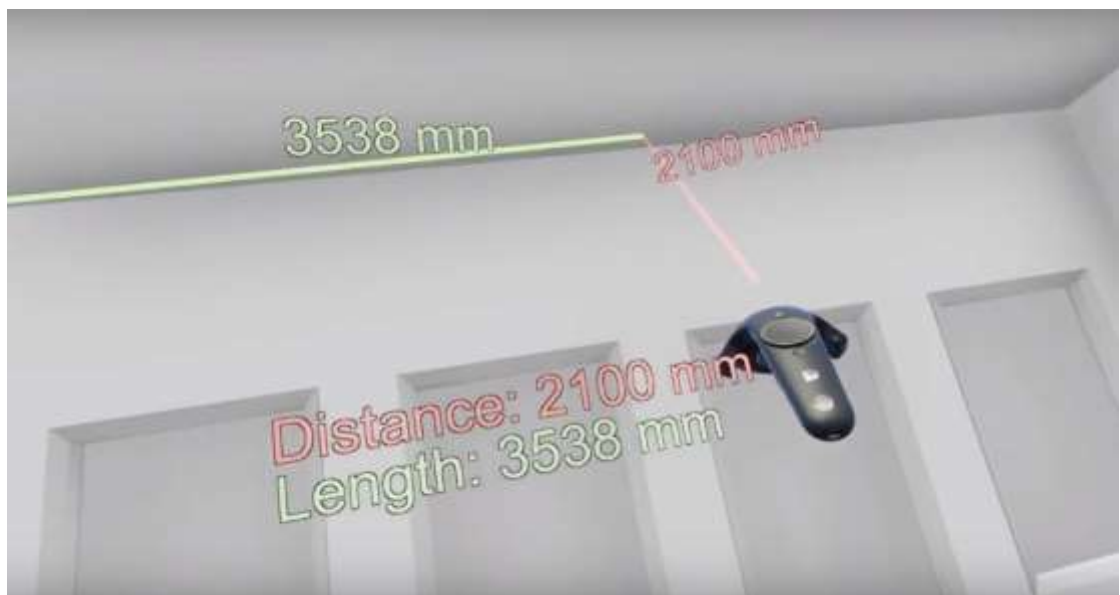
6.1 Mallintaminen virtuaalitodellisuudessa

Design Space tarjoaa monia työkaluja, jotka mahdollistavat monipuolisen suunnittelun virtuaalitodellisuudessa. Kuvassa 5 on näkyvissä vasemman ohjaimen työkaluvalikko. Valikoiden käyttäminen, mallintaminen ja liikkuminen tapahtuu ohjainten avulla. Valikon voi avata vasemman puoleisella ohjaimella ja sieltä työkalut voi valita osoittamalla niitä oikeanpuoleisella ohjaimella ja painamalla ohjaimen takana olevaa nappia. Mallissa liikkuminen tapahtuu lentämällä tai siirtymällä paikasta toiseen teleporttaamalla ohjaimen osoittimen osoittamaan paikkaan. Moninpeli mahdollistaa useamman käyttäjän liittymisen saman palaveriin.



Kuva 5: Design Spacen työkaluvalikko (3D Talo Finland Oy, 2018)

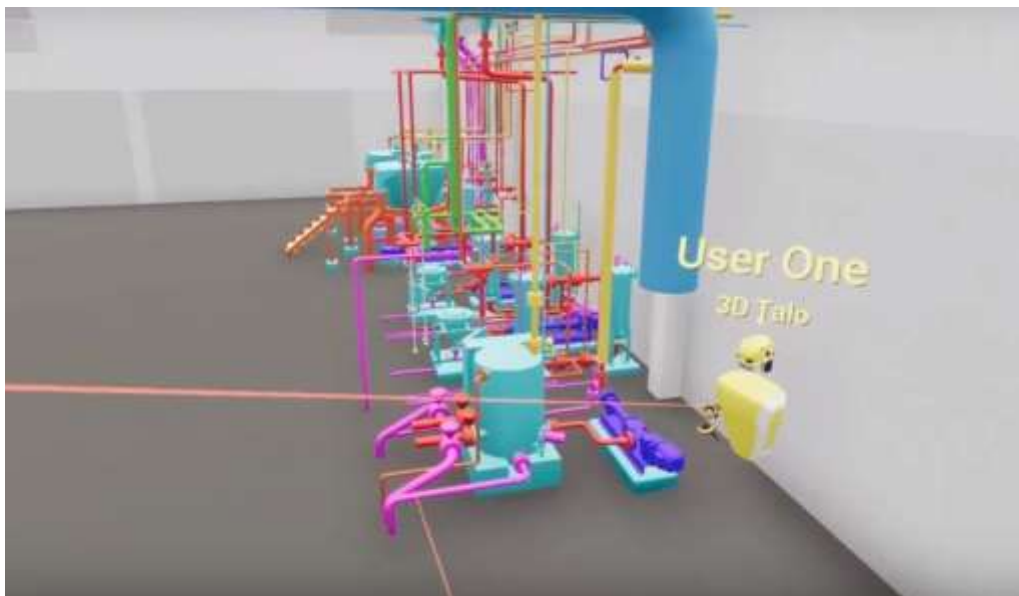
Työkaluvalikko tarjoaa monipuoliset työkalut mallintamiseen. Kappaleen valintatyökalu mahdollistaa mallinnettujen kappaleiden manipuloinnin. "Add custom objects" työkalu antaa mahdollisuuden lisätä skenaarioon omia malleja, jotka on mallinnettu muilla ohjelmilla. Alavalikosta löytyy lista, johon omat tuodut mallit on listattu. Mallit on mahdollista lukita johonkin pintaan tai akselin mukaan, mikä helpottaa niiden liikuttamista. Kuutioiden ja sylintereiden mallinnustyökalulla voidaan mallintaa yksinkertaisia muotoja. Sylinterin mallinnustyökalu löytyy kuution mallinnuksen alavalikosta. Putkien mallinnustyökalun avulla putkia voidaan mallintaa pinnoista. Se eroaa sylinterin mallinnuksesta siinä, että mallinnettaessa on mahdollista tehdä kaarteita ja kääntää putkea haluttuun suuntaan. Kamera-työkalulla on mahdollista ottaa kuvia tehdyistä muutoksista ja suunnitelmista eri puolilta mallia. Kamera-työkalulla otetut kuvat tallentuvat työpöydälle automaattisesti luotuun Design Space data-kansioon. Toimintaperiaate on sama kuin tavallisissa kuvankaappauksissa. Myös vapaasti piirtäminen on mahdollista ja malliin voi piirtää vapaalla kädellä esimerkiksi ilmaan nuolia tai pintoihin muistiinpanoja. Mittaustyökalun avulla voidaan nimensä mukaisesti mitata etäisyyksiä ja pituuksia. Kuvassa 6 mitataan seinän leveyttä. Mittaustyökalu näyttää myös oman etäisyyden osoitettuun pisteeseen. (3D Talo Finland Oy, 2018)



Kuva 6: Mittaaminen mittaustyökalulla. (3D Talo Finland Oy, 2018)

Skaalaustyökalulla voidaan muuttaa pelaajan kokoa suhteessa malliin. Skaalaus voidaan tehdä asteittain tai määrittää itse ohjaimia liikuttamalla. Esineiden piilottaminen helpottaa navigointia mallissa ja auttaa näkemään piilossa olevia esineitä. Esimerkiksi katon voi piilottaa ja mallia voi tarkastella ylhäältä käsin tai säiliön voi piilottaa, jolloin sen sisällä olevat putket ja niiden sijoittuminen säiliön sisällä näkyvät. Ohjelman asetusten hallintaan on myös työkalu. Export valikosta suunnitelmat voidaan tallentaa eri muodoissa työpöydällä olevaan kansioon, jonka Design Space on luonut automaattisesti. (3D Talo Finland Oy, 2018)

Moninpeli mahdollistaa useamman henkilön liittymisen samaan skenaarioon. Myös mallintaminen samaan aikaan on mahdollista. Pelaajat näkyvät erivärisinä hahmoina toisille pelaajille, jolloin on mahdollista seurata, mitä toinen pelaaja tekee mallissa, kuten kuvassa 7. Monipelissä on mahdollista siirtää oma hahmo toisen pelaajan luokse. Henkilöt kirjautuvat ohjelmaan eri tietokoneilta, joten mukaan liittyminen on mahdollista käytännössä mistä päin maailmaa tahansa. (3D Talo Finland Oy, 2018)



Kuva 7: Monipelissä useampi pelaaja voi mallintaa samaan malliin. (3D Talo Finland Oy, 2018)

6.2 Näkökulmia

Virtuaalitodellisuudessa mallintamisessa on monia hyötyjä. Kun mallin näkee oikean elämän mitta-kaavassa, on helpompi hahmottaa tilaa ja sovittaa suunnitelmansa vastaamaan todellisuutta. Tällöin mahdolliset suunnitteluvirheet huomataan jo suunnittelun alkuvaiheilla. Suunnittelu on myös nopeaa, kun ohjaimiin ja virtuaalilasien käyttöön on tottunut. Suunnittelua helpottaa myös se, että useampi ihminen pystyy tarkastelemaan samaa mallia yhtä aikaa, jolloin eri tahojen yhteistyö helpottuu huomattavasti. Aikataulussa pysyminen ja virheiden välttäminen suunnitelman toteutusvaiheessa tuovat paljon säästöjä yritykselle pitkällä aikavälillä.

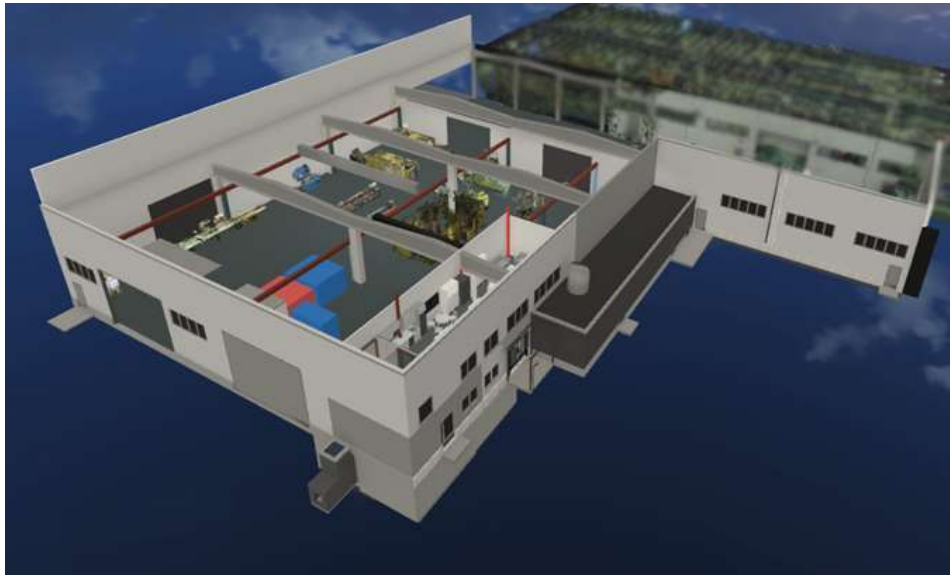
Design Spacen vaatimukset eroavat hieman tavallisista mallinnusohjelmista. Ensinnäkin, tietokoneen täytyy tukea virtuaalitodellisuutta ja mallintaminen vaatii ohjaimet sekä virtuaalitodellisuuslasit. Toiseksi, Design Space on riippuvainen Steam- sovelluksen virtuaalipalveluista. Kolmanneksi, useimmissa yrityksissä ei vielä käytetä virtuaalitodellisuutta, joten heidän täytyy totutella käyttämään uutta teknologiaa ja saada se sopimaan omaan suunnitteluprosessiin. Odottamattomia yhteensopivuusongelmia saattaa myös syntyä, kun erilaisia tiedostomuotoja käännetään uuteen muotoon useamman eri ohjelman avulla. Suurin uhka Design Spacelle on sen riippuvaisuus Steamista. Steamin palveluiden päivittyminen tai kaatuminen aiheuttaisi ongelmia. Virtuaalilasien liiallinen käyttö voi aiheuttaa joillakin pahoinvointia, joten pitkäkestoinen jatkuva ohjelman käyttö ei välttämättä onnistu. Tämän alan kova kilpailu on myös uhka, jos kilpailija menee tuotteen kehityksessä ohi.

7 HYDROLINE

Hydroline on yksi yrityksistä, joka on ottanut Design Spacen käyttöön projekteissaan. He suunnittelivat uutta layouttia tulevaan Service- huoltotilaan. Tilaa ei ollut vielä olemassa suunnittelun aikana, joten sen seinät ja lattia on mallinnettu etukäteen. Tilaan tulevat laitteet on kuitenkin keilattu ja niistä on tehty omat mallinsa, jotka on tuotu Design Spaceen. Nyt tilaa oli siis mahdollista työstää ja sen layout- suunnittelu pystyi alkamaan. Itse en osallistunut layoutin suunnitteluun, mutta keräsin heiltä kokemuksia Design Spacesta asiakaskyselyn avulla, jonka malli löytyy liitteestä 1. Kyselyn avulla pyrin selvittämään, kuinka he olivat hyötäneet Design Spacen käytöstä ja oliko se helpottanut suunnittelutyötä.

7.1 Huoltotila

Hydroline käytti Design Spacea uuden huoltotilansa suunnittelussa. Kuvassa 8 näkyy, kuinka uusi tila yhdistyy laserkeilattuun aineistoon yhteisessä koordinaatistossa. Kuvassa 9 uusi tila on näkyvä kokonaan. Mallintamisessa on käytetty myös Design Spacen omia mallinnustyökaluja. Yksi Design Spacen etuja on tarkastella mallia oikeassa mittakaavassa ja olla mallin sisällä, kuten kuvassa 10. Toimisto- ja taukotilat oli mallinnettu etukäteen, mutta niitä on mahdollista tarkastella oikeassa mittakaavassa ja hahmottaa tavaroiden sijoittumista (Kuva 11). Alueen mallintaminen ja suunnittelu ei kuulunut tämän opinnäytetyön aihealueeseen, mutta Hydroline Oy:ta opastettiin Design Spacen käyttöön ja suunnittelun tulokset selvitettiin kyselyllä. Kaikki tässä luvussa esiintyvät kuvat on otettu Design Spacen kamera- työkalulla.



Kuva 8: Mallinnettu huoltotila yhdistyy aiemmin keilattuun alueeseen. (Heikkinen, Huoltotilan layout suunnittelu)



Kuva 9: Suunnitelma ylhäältä päin. (Heikkinen, Huoltotilan layout suunnittelu)



Kuva 10: Suunnitelma lattiatasolta. (Heikkinen, Huoltotilan layout suunnittelu)



Kuva 11: Huoltotilan toimisto- ja taukotilat. (Heikkinen, Huoltotilan layout suunnittelu)

7.2 Asiakaskyselyn tulokset

Asiakaskyselyyn vastasi Hydroline Oy:lta Jani Lehikoinen. Ennen Design Spacea heillä on ollut käytössä Autocad ja PowerPoint layout- suunnittelussa. Design Space soveltui heidän prosessiinsa hyvin ja he onnistuivat karkean kaksiulotteisen suunnitelman pohjalta tekemään ensimmäisen version kolmiulotteisesta layout- suunnitelmasta, jota sitten oli mahdollista muokata tarpeen mukaan. Heillä ei ollut vertailupohjaa siitä, kuinka kauan keskiverto layout- suunnitteluprosessi kestää, mutta huolto-tila suunniteltiin päivässä. (Heikkinen, Asiakaskysely, Jani Lehikoinen, 2019)

Aiempiin suunnitteluprosesseihin verrattuna Design Space on havainnollistanut paremmin tilan tunteen ja tarpeen. Sen avulla on pystytty välttämään etukäteen ”pahimmat, yleensä toteutusvaiheessa, esille tulevat virheet.” Ohjelman käyttäminen projektissa nopeutti layout- suunnittelua ja toteutusta, mutta säästöjä heidän on tässä vaiheessa vaikea arvioida, koska heillä ei ollut vastaavaa projektia, mihin tuloksia voitaisiin verrata. (Heikkinen, Asiakaskysely, Jani Lehikoinen, 2019)

Heidän mielestään Design Space on helppokäyttöinen ja sen käytön oppii nopeasti myös ilman erillistä koulutusta. Hydroline aikoo käyttää Design Spacea myös tulevissa projekteissa mahdollisuuksien mukaan. (Heikkinen, Asiakaskysely, Jani Lehikoinen, 2019)

7.3 Lisää näkemyksiä Hydrolinelta

”Virtuaalitodellisuuden ansiosta saimme oivalluksia ja huomasimme asioita, joita 2D- tai 3D-suunnittelussa ei olisi mitenkään voinut ottaa huomioon. Virtuaalitodellisuus on niin aidon tuntuinen, että tilantarpeen hahmottaa yhtä hyvin kuin tosielämässä.

Asian voisi tiivistää niin, että 2D-layoutilla huomaa, miten koneet saadaan mahtumaan tehtaaseen hyvin, mutta virtuaalitodellisuuden avulla näemme, miten koneet täytyy sijoittaa tehtaaseen, jotta tehdas toimii tehokkaimmalla mahdollisella tavalla.

Toki virtuaalitodellisuuden avulla löysimme myös konkreettisia suunnitteluvirheitä, jotka saimme poistettua. Esimerkiksi pitkät kappaleet eivät olisi mahtuneet sorvistamme ulos, jos olisimme toteuttaneet vain 2D-layoutin mukaisen suunnitelman. 2D:nä sitä ei osannut hahmottaa.” (Hydroline, 2019)

Eemeli Väätäinen teki syksyllä 2018 Savonia Ammattikorkeakoululle opinnäytetyön, jossa hän suunnitteli Hydroline Oy:lle uuden layoutin pakkaamoa varten. Hänen käyttämiä mittausmenetelmiä ja tuloksia vertailtiin Hydroline Oy:n kyselyn tuloksiin sekä laserkeilaukseen mittausmenetelmänä. Hän käytti Solidworks- suunnitteluohjelmaa mallintaessaan suunnitelmaa, jonka tueksi hän mittasi tärkeät mitat rulla- ja lasermitalla sekä piirsi ensimmäiset versiot layoutista käsin. Valittua luonnosta hän vei eteenpäin haastatteleamalla työpisteen työntekijöitä ja kuunteli heidän palautettaan. (Väätäinen, 2019)

Menetelmänä ja mittaustyökaluna laserkeilain on nopeampi kuin perinteinen mittanauhalla mittaaminen ja pistepilvi on mittatarkkaa. Väätäinen käytti mittanauhaa ja lasermittaa mittaamiseen ja Solidworks- ohjelmaa pakkaamon mallintamiseen. Hän mallinsi ruutomalliin lattiataason, ovet, tukipilarit ja kiskoradat. Hän ei mainitse työssään, kuinka kauan hänellä meni aikaa mittaamiseen ja mallintamiseen. Laserkeilaimella yhteen asemaan menee noin kuusi minuuttia asetuksista riippuen. Yhden koneen skannaamiseen menee vähintään neljä asemaa, mikä tarkoittaisi noin 25 minuuttia per kone. On hyvä ottaa huomioon, että laserkeilain ei keskity vain edessä olevaan kohteeseen, vaan kuvaa 360° ympäriltään, jolloin myös seinät ja muut laitteet saadaan skannattua samalla kertaa. Yhden työpäivän aikana on siis mahdollista skannata 80-100 asemaa, jolloin saadaan skannattua jopa kokonaisia tuotantotiloja. Aineiston käsittelyyn kuluu sen koosta riippuen pari työpäivää, jonka jälkeen tila ja sen laitteisto voidaan siirtää Design Spaceen. Manuaalisessa mittauksessa mittaa täytyy tulkita ja mukana on aina inhimillinen tekijä, ihminen, jolloin mittausvirheen todennäköisyys kasvaa. Tällöin mallikaan ei ole täysin mittatarkka. Laserkeilaamisella vältetään manuaalinen mittaaminen sekä mallintaminen, koska mallit tehdään automaattisesti pistepilven pohjalta. (Väätäinen, 2019)

Väätäinen haastatteli työntekijöitä ja selvitti, toimivatko hänen suunnitelmansa käytännössä ja mitä työntekijät tarvitsevat työpisteillään. Hän teki muutokset suunnitelmiin haastatteluiden pohjalta. Virtuaalitodellisuutta hyödynnettäessä työntekijät pääsevät itse mukaan suunnitteluprosessiin ja he voivat itse suunnitella omaa työpistettään, koska Design Space on helppokäyttöinen eikä se vaadi erillistä koulutusta ohjelman käyttämiseen, kuten esimerkiksi Solidworks vaatii syvemmän perehtymisen ohjelman käyttöön. Design Spacen monipeli tekee tällaisesta yhteydenpidosta vieläkin helpompaa, kun asianomaiset ovat fyysisesti eri paikoissa ja halutaan kysyä asiantuntijoilta mielipidettä asiaan. (Väätäinen, 2019)

Tammikuussa 2019 SolidComp Oy sulautui 3D Talo Oy:n kanssa yhdeksi yritykseksi, mutta se tarjoaa edelleen samoja palveluita kuin aikaisemmin. Design Space ilmestyi markkinoille vasta helmikuussa 2019, joten sen tarkkoja pitkäaikaisia hyötyjä ja säästöjä oli hankala arvioida tämän opinnäytetyö aikana. Hydrolinelle tekemäni kyselyn pohjalta tulevaisuus näyttää kuitenkin valoisalta ja uskon, että Design Space tuo tuntuvia säästöjä kaikenlaisiin suunnitteluprosesseihin, koska se yhdistää taitavasti kolmiulotteisen virtuaalimaailman ja sen moninpeli mahdollistaa kansainvälisen reaaliaikaisen suunnittelun useamman henkilön kesken oman yrityksen sisällä tai erilaisten yritysten välillä. Suunnittelun eri vaiheissa mukaan tulevat ihmiset voivat ottaa osaa suunnitteluun jo alkuvaiheessa ja näin nopeuttaa koko prosessia.

Kun vertailin huoltilan suunnittelussa käytettyjä menetelmiä pakkaamossa käytettyihin, yllätyin siitä, että suunnittelussa oli käytetty mittanauhaa ja lasermittaa sekä käsin piirtämistä. Nykyaikana, jolloin tarjolla on laserkeilaimia ja vastaavaa teknologiaa, suunnittelussa käytetään yhä apuna mittanauhan kaltaisia työkaluja. Koulutukseni kautta olen perehtynyt erilaisiin layout suunnittelumalleihin, mutta suunnittelumenetelmät olivat tuntemattomampia, joten siksi yllätyin tästä tiedosta, koska luulin, että menetelmät olisivat kehittyneempiä. Laserkeilaus ja mallintaminen virtuaalisesti nopeuttavat prosessia huomattavasti.

Tällä hetkellä Design Space on kuitenkin mielestäni kuitenkin enemmän täydentämässä suunnittelu-prosessia, ja se toimiikin hyvin yhdessä muiden suunnittelu- ja mallinnusohjelmien kanssa, kuin täysin korvaamassa jotain tiettyä menetelmää. Se tuo esille uusia näkökulmia perinteiseen kaksiulotteiseen suunnitteluun verrattuna ja mahdollistaa asioita, joita ei ollut aiemmin edes mahdollista tehdä vielä suunnittelun alkuvaiheissa. Tämä auttaa yrityksiä ennakoimaan mahdollisia ikäviä yllätyksiä ja välttämään virheitä, jolloin säästetään aikaa ja vaivaa. Tulevaisuudessa virtuaalitekнологia yleistyy varmasti entistä enemmän ja kehittyy nopeasti kilpailun myötä, jolloin tämänkaltaisille ohjelmille on tarvetta.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- 3D Talo. (2018). *3D Talo*. Noudettu osoitteesta <https://3dtalo.fi/>
- 3D Talo. (2019). *3D Talo, Design Space*. Haettu 30. Maaliskuu 2019 osoitteesta https://3dtalo.fi/designspace.html?gclid=EAIaIQobChMI7abyqK2I4QIVxpIYCh2SngsfEAAAYASAAEgLI9_D_BwE
- 3D Talo Finland Oy. (25. 4 2018). Haettu 31. Maaliskuu 2019 osoitteesta Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=eh5p2n38pn8>
- 3D Talo Finland Oy. (10. 4 2018). Haettu 1. Huhtikuu 2019 osoitteesta Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=xRtTXWQbIbk>
- Faro. (2019). Haettu 31. Maaliskuu 2019 osoitteesta Faro: <https://www.faro.com/products/construction-bim-cim/faro-focus/>
- Faro technologies inc. (5. 5 2019). *Faro Focus S70*. Noudettu osoitteesta <https://www.faro.com/news/faro-introduces-focuss-70-laser-scanner/>
- Heikkinen, S. (2019). Asiakaskysely, Jani Lehikoinen. Kuopio.
- Heikkinen, S. (2019). *Tuotantolinja esimerkkejä*. Kuopio.
- Heikkinen, S. (2019). Huoltotilan layout suunnittelu. *Hydroline huoltotila*. Hydroline, Kuopio.
- HTC Corporation. (2019). Haettu 30. Maaliskuu 2019 osoitteesta Vive: <https://www.vive.com/us/product/vive-virtual-reality-system/>
- Hydroline. (2019). *Yksityinen viesti*. Kuopio.
- Joala, V. (2006). *Laserkeilauksen perusteita ja mittauksen suunnittelu*. Espoo: Leica Nilomark Oy.
- Pänkäläinen, T. (5. 5 2019). *Virtuaalimaailma*. Noudettu osoitteesta <https://www.virtuaalimaailma.fi/virtuaalilasit/>
- Reijo Rautauoman säätiö sr, 2. (2019). *Logistiikan maailma*. Haettu 1. 4. 2019 osoitteesta <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>
- Sanastokeskus TSK ry. (4. 5 2019). *Tietotekniikan termitalkoot*. Noudettu osoitteesta http://www.tsk.fi/tsk/termitalkoot/fi/haku-266.html?page=get_id&id=ID463&vocabulary_code=TSKTT
- Sanastokeskus TSK ry. (4. 5 2019). *Tietotekniikan termitalkoot*. Noudettu osoitteesta http://www.tsk.fi/tsk/termitalkoot/fi/haku-266.html?page=get_id&id=ID105&vocabulary_code=TSKTT
- SolidComp Oy. (2018). Noudettu osoitteesta SolidComp: <http://solidcomp.fi/fi/>
- Vive. (2019). Haettu 25. Maaliskuu 2019 osoitteesta <https://www.vive.com/us/product/vive-virtual-reality-system/>
- Väisänen, J. (15. 1 2013). Haettu 31. Maaliskuu 2019 osoitteesta Sixsigma: <http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/viiden-aessaen-kehitystyoeckalu/>
- Väätäinen, E. (2019). *Pakkaamon layoutsuunnittelu*. Kuopio: Theseus.



LAYOUT SUUNNITTELU VIRTUAALITODELLISUU- DESSA

Asiakaskysely- Design Space

TEKIJÄ: Sami Heikkinen
Sami.heikkinen@edu.savonia.fi
+358 40 4151272

1 ASIAKASKYSELY

1. Millaisia suunnittelu- ja mallinnusohjelmia olette käyttäneet ennen Design Spacea layout-suunnitteluun?
2. Kuinka hyvin Design Space sopinut suunnitteluprosessiinne tai onko se korvannut jonkin työvaiheen/työkaluja?
3. Kuinka kauan keskiverto layout-suunnitteluprosessi kestää? Onko Design Space nopeuttanut tätä prosessia? Jos on, niin kuinka?
4. Millaisia muita hyötyjä Design Space on tuonut suunnitteluprosessiin aiempaan verrattuna?
5. Onko Design Space parantanut suunnittelun laatua ja tuonut toivottuja tuloksia?
6. Aiotteko käyttää Design Spacea myös tulevilla projekteissanne?
7. Voisiko virtuaalitodellisuus olla tulevaisuudessa suunnittelun arkipäivää?
8. Onko Design Space helppokäyttöinen? Opiteko käyttämään sitä nopeasti vai vaadittiinko paljonkin totuttelua?
9. Mitä vielä puuttuu Design Spacesta? Miten sitä voisi parannella?
10. Millaisia säästöjä Design Space on tuonut tai tuo tulevaisuudessa yrityksellenne? Millaisia säästöjä se on tuonut meneillä olevaan projektiin (service)? Millaisia säästöt ovat olleet kuluihin nähden?
11. Vapaa sana

2 MUUT TIEDOT

Tätä kyselyä ja sen vastauksia käytetään opinnäytetyössä ja näin ollen niistä tulee julkisia. Opinnäytetyö tehdään 3D Talo Finland Oy:lle. Tietoja voidaan käyttää esimerkiksi tuotekehitykseen ja markkinointiin.