

# VIRTUAALITODELLISUUDEN HYÖDYNTÄMINEN SISUSTUSSUUNNITELUSSA



# SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU

## OPINNÄYTETYÖ

### KOULUTUSALA

Kulttuuriala

### KOULUTUSOHJELMA

Muotoilun koulutusohjelma

### TYÖN TEKIJÄ

Jenna Perälä

### TYÖN NIMI

Virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen  
sisustussuunnittelussa

### PÄIVÄYS

2.4.2017

### SIVUMÄÄRÄ

59

### OHJAAJA

Jarmo Ruokonen

### TOIMEKSIANTAJA

3D Talo Finland Oy

### TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä tutkittiin, kuinka virtuaalitodellisuutta voidaan hyödyntää sisustussuunnittelussa. Aluksi perehdyttiin virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden perusteisiin, ja tutkittiin, miten virtuaalitodellisuutta käytetään tällä hetkellä sisustussuunnittelussa. Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella virtuaalitodellisuus-sisustussuunnittelu-sovellusta 3D Talo Finland Oy:lle. Sovelluksen suunnittelun pohjana tehtiin pilottihanke, jossa kokeitiin virtuaalitodellisuuden soveltuvuutta sisustussuunnittelun työkaluna ensimmäistä kertaa asiakasprojektissa. Pilottihankkeesta saatua tietoa hyödynnetään sovelluksen suunnittelussa.

Suunniteltava tila 3D-mallinnettiin ja vietiin virtuaalitodellisuuteen, jossa interaktiivisuus ja toiminnallisuus lisättiin 3D Talo Finland Oy:n ohjelmoijan kanssa. Sisustussuunnitelma esitettiin asiakkaille virtuaalitodellisuudessa, jossa he pääsivät muokkaamaan tilan materiaaleja tarpeen mukaan. Sovelluksen kehittäminen jatkuu opinnäytetyön jälkeen, mutta sovellus voidaan ottaa käyttöön jo jossain määrin keväällä 2017.

### AVAINSANAT

virtuaalitodellisuus, lisätty todellisuus, sisustussuunnittelu

# SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## THESIS

### FIELD OF STUDY

Culture

### DEGREE OF PROGRAMME

Degree Programme in Design

### AUTHOR

Jenna Perälä

### TITLE OF THESIS

Utilization of Virtual Reality in Interior Design

### DATE

2.4.2017

### NUMBER OF PAGES

59

### SUPERVISOR

Jarmo Ruokonen

### CLIENT ORGANISATION

3D Talo Finland Oy

### SUMMARY

The thesis examines how virtual reality can be used in Interior Design. The thesis first focuses on the basics of virtual reality and augmented reality and examines how virtual reality is used in Interior Design at the moment. The aim of the thesis is to design a VR Interior Design application for 3D Talo Finland Oy. The design of the application is based on a pilot project, in which the suitability of the virtual reality of interior design is tested in a real customer project. The information obtained from the pilot project will be used in the development of the VR design application.

The designed space will be 3D modelled and brought into VR, where the interactivity and functionality are added with a programmer from 3D Talo Finland Oy. The Interior Design will be presented to customers in a virtual reality, where they can edit the materials as needed. The further development of the application will continue after the thesis, but it can be deployed already to some extent in the Spring of 2017.

### KEYWORDS

Virtual Reality, Augmented Reality, Interior Design

# Sisällys

<b>1. JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2. VIRTUAALITODELLISUUS JA LISÄTTY TODELLISUUS</b>	<b>2</b>
2.1 Käsitteet	2
2.2 VR pähkinänkuoressa	4
2.3 VR:n historia ja nykyinen käyttö	5
2.4 Erilaisia VR-laitteistoja	9
2.5 Lisätty todellisuus ja sen käyttö	10
<b>3. VIRTUAALITODELLISUUDEN SOVELTUVUUS TILASUUNNITTELUN TYÖKALUSKSI</b>	<b>12</b>
3.1 Nykyinen sisustussuunnitteluprosessi	12
3.2 Sisustusprosessin muuttuminen ja VR-suunnittelun vaiheet	17
<b>4. VIRTUAL REALITYN NYKYINEN KÄYTTÖ SUUNNITTELUSSA</b>	<b>25</b>
4.1 Virtuaalitodellisuus arkkitehtuurissa ja sisustussuunnittelussa	25
4.2 VR-laitteisto sisustussuunnittelun työkaluna	26
<b>5. VIRTUAALITODELLISUUDEN TESTAAMINEN ASIAKASPROJEKTISSA</b>	<b>29</b>
5.1 Työn taustat	29
5.2 3D Talon esittely	30
5.3 Suunnittelukohteen esittely	31
5.4 Työn toteutus	33
<b>6. VR-SUUNNITTELU SOVELLUS</b>	<b>38</b>
6.1 VR-sovelluksen suunnittelu	38
6.2 Mitä kaikkea VR-sovelluksella voi muokata?	39
6.3 VR-sovelluksen esittely ja käyttö Huvilaharjun kohteessa	42
6.4 Asiakkaan kokemukset pilottihankkeen VR-suunnittelusta	49
<b>7. VR:N HYÖDYT JA KEHITYSKOhteet</b>	<b>51</b>
7.1 VR-sisustussuunnittelun hyödyt suunnittelijalle ja asiakkaalle	51
7.2 Mahdollisia ongelmia ja niiden ratkaisut	55
<b>8. VIRTUAALI-SOVELLUKSEN MERKITYS JA TULEVAISUUS</b>	<b>57</b>
8.1 Sovelluksen jatkokehitys sisustussuunnittelussa	58
8.2 VR-sovelluksen jatkokehitys rakennusteollisuuteen	58

LÄHTEET  
KUVAT



# 1. JOHDANTO

Opinnäytetyöni aiheena on virtuaaliodellisuuden hyödyntäminen sisustussuunnittelussa. Opinnäytetyössä perehdytään virtuaaliodellisuuden ja lisätyn todellisuuden perusteisiin, ja selvitetään, miten virtuaaliodellisuutta hyödynnetään tällä hetkellä tilasuunnittelussa, ja miten ne tulevat kehittymään. Pääpaino opinnäytetyössä on virtuaaliodellisuudessa, sillä sen tekniikkaa pystyy hyödyntämään tilasuunnittelussa paremmin tällä hetkellä. Lisätty todellisuus on kuitenkin tulossa virtuaaliodellisuuden rinnalle huimaa vauhtia.

Opinnäytetyössä aion suunnitella virtuaalisen sisustussuunnittelusovelluksen 3D Talo Finland Oy:lle, ja sovellus on tarkoitus ottaa yrityksessä käyttöön tilasuunnittelun työkaluna sen valmistuttua. Sovelluksen suunnittelun pohjana tehdään pilottihanke, jossa virtuaaliodellisuuden hyödyntämistä sisustussuunnittelussa testataan ensimmäistä kertaa oikeassa asiakasprojektissa. Asiakkailta saatua palautetta käytetään apuna sovelluksen suunnittelussa. Pilottihanke ja VR-sisustussuunnittelusovelluksen luominen muodotavat opinnäytetyön tutkimus- ja tuotesuunnitteluosuuden.

3D Talo Finland Oy on kuopiolainen, kesällä 2016 perustettu yritys, joka tuottaa sisältöä virtuaaliodellisuuteen ja lisättyyn todellisuuteen. Päädyin tekemään opinnäytetyötäni 3D Talolle työharjoittelun myötä, jossa olin ensimmäistä kertaa tekemisissä virtuaaliodellisuuden kanssa. Aihe tuntui minusta erittäin kiinnostavalta, ja harjoittelun aikana pääsin itsekin tuottamaan erilaisia tila-sovelluksia yrityksen käyttöön. Tilasuunnittelussa virtuaaliodellisuus on ollut käytössä vasta parin vuoden ajan, ja toiminta on pääasiassa

sijoittunut ulkomaille. Suomessa sisustussuunnittelijat eivät vielä laajalti käytä VR:ää, joten nyt on oivallinen tilaisuus ottaa tämän uskomattoman tekniikan hyödyt käyttöön tilasuunnittelussa.

Opinnäytetyöni tavoitteena on siis suunnitella virtuaaliodellisuutta hyödyntävä sisustussuunnittelusovellus, jota aletaan käyttämään 3D Talolla sen valmistuttua. Sovelluksen valmistuminen jatkuu mitä todennäköisemmin syksyyn 2017, mutta se pystytään ottamaan käyttöön jossain määrin mahdollisesti jo kesän 2017 aikana. Näin ollen 3D Talo Finland Oy pystyy jatkossa tarjoamaan sisustussuunnittelupalvelua, joka ei vielä ole kuulunut yrityksen palveluihin. Oman ammattitaitoni kannalta projekti on erittäin hyödyllinen, koska siinä pääsen opettelemaan uusia mallinnusohjelmia, ja pääsen luomaan virtuaaliodellisuus-sovellusta, aina alkutekijöistä valmiiseen, interaktiiviseen pakettiin.

Virtuaaliodellisuus on tekniikkana niin uusi, että aiheesta on olemassa vain vähän valmista tietoa. Tärkein tieto ja aihetuntemus opinnyteyöhöni tulee käytännön kokeilujen kautta, jota varten teen pilottihankeena VR-asiakasprojektin. Lisäksi 3D Talon henkilökunta on myös mukana suunnittelemassa virtuaalista suunnittelusovellustusta, sillä toimintojen aikaansaaminen VR-sovellukseen edellyttää muun muassa ohjelmointia.

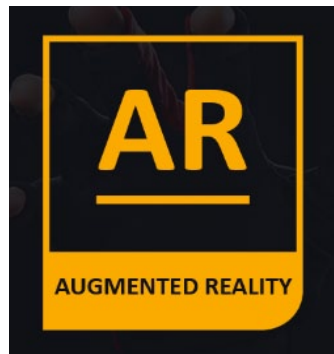
## 2. VIRTUAALITODELLISUUS JA LISÄTTY TODELLISUUS

### 2.1 Käsitteet



Kuva 1: 3dtalo.fi

Virtuaalitodellisuus on tietokoneella keinotekoisesti mallinnettu tekotodellisuus, jonne päästään virtuaalitodellisuus-laitteiden avulla. Lyhennetään VR tai VT.



Kuva 2: 3dtalo.fi

Lisätty todellisuus on tietokonegraafikalla tuotettuja elementtejä, jotka lisätään tähän maailmaan. Ne havaitaan läpikatseltavien näyttöjen, kuten kännykän tai tabletin, avulla. Lyhennetään AR.



Kuva 3: HTC Viven laitteisto

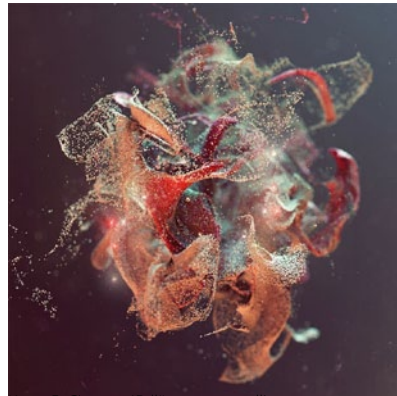
HTC + Valve = Vive. HTC Vive on tällä hetkellä markkinoiden pisimmälle kehitetty VR-laitteisto. Laitteistoon kuuluu kypärä, kaksi käsiohjainta ja 2 liikettä tarkkailevaa majakkaa / sensoria. (product: vive.com, 2017.)

# GRAPHISOFT® ARCHICAD

ArchiCAD on rakennussuunnittelijan näkökulmasta kehitetty suunnittelun työkalu. ArchiCAD-ohjelmasta saa helposti rakennuksiin kuuluva elementit, kuten seinät, ikkunat, ovet ja kalusteet. ArchiCADillä arkkitehti luo kolmiulotteista rakennusmallia. Tätä ohjelmaa käytetään tilan 3D-mallintamiseen ensimmäisenä. (archicad. M.A.D. 2016)



Kuva: 4: ArchiCadillä mallinnettu asuinalue.



Kuva: 5: Cinema 4D:lla tuotettu mallinnus.

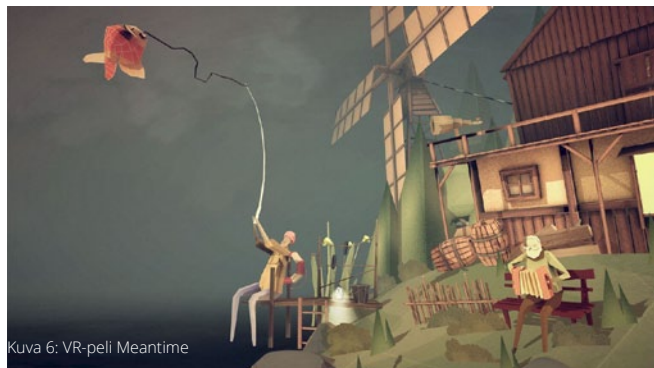


## CINEMA 4D by MAXON

Cinema 4D on 3D-mallinnusohjelma, joka on suunniteltu huippuluokkaisten kuvien ja animaatioiden tekemiseen. Cinemalla on helppo tuottaa 3D-malleja, jotka toimivat yhdessä Unityn kanssa. Cinemalla optimoidaan, siistitään ja teksturoidaan 3D-malli ArchiCADin jälkeen. (tuotteet: mad.fi, 2016.)



Unity on ohjelma 2D ja 3D pelien luomiseen. Sillä tehdään lopuksi Cinemasta tulleet 3D-malliin toiminnot ja interaktiivisuus. Tämän työvaiheen jälkeen VR-malli on valmis. (unity:unity3d.com, 2017)



Kuva 6: VR-peli Meantime



## 2.2 VR pähkinänkuoressa

Virtuaalitodellisuus eli tekotodellisuus on tietokonemallinteisesti luotu keinotekoinen ympäristö tai maailma, joka voi perustua joko olemassa olevaan maailmaan tai mielikuvitusmaailmaan. Mallinnettuun tekotodellisuuteen päästään virtual reality -laitteiden ja -lasien avulla, jolloin saadaan tuntuma siitä, kuin oltaisiin mallinnetussa maailmassa oikeasti. Virtuaalista kokemusta voidaan parantaa erilaisten ohjaimiin lisättyjen toimintojen ja äänimaailman avulla. Tekniikkaa kuvataan monilla eri nimityksillä, joita ovat esimerkiksi virtuaalitodellisuus, tekotodellisuus ja Virtual Reality sekä lyhenne VR tai VT. (Wikipedia, 2017: Jonathan Strickland.)

Virtuaalitodellisuuden tuottaminen vaatii ensimmäisenä 3D-mallintamista. Seuraava työvaihe on 3D-mallinnuksen ohjelmointi ja muokkaaminen jossain peliohjelmassa, kuten Unityssä. Peliohjelmassa VR-malliin lisätään interaktiivisuus, jolloin pelaaja voi liikkua ja käyttää erilaisia toimintoja VR-maailmassa.



Kuva 7: VR-mallin ideointi



Kuva 8: VR-maailman mallinnus ja ohjelmointi.



Kuva 9: VR-maailmaan pääsee VR-laitteiden avulla.

## 2.3 VR:n historia ja nykyinen käyttö



Kuva 10: LEEP Cyberface vuodelta 1989



Kuva 11: VR nykyään

Virtuaalitodellisuuden juuret menee aina 1930-luvulle saakka, jolloin ensimmäinen VR-tekniikkaa hyödyntävä Link-simulaattori otettiin käyttöön Yhdysvalloissa. Link-simulaattori toimi lentokoulutuksen lentosimulaattorina opiskelijoiden apuna. Tuolloin tekniikka oli kuitenkin kallista, ja Virtual Reality -laitteet saatiinkin markkinoille asiakkaiden käyttöön vasta pari vuotta sitten. (Lentosimulaattori. Wikipedia, 2017.)

Virtuaalitodellisuus on yksi nopeimmin kehittyvistä aloista tällä hetkellä. Yhdistettynä VR ja AR muodostaa Digicapitan mukaan 2021 vuonna 108 miljardin markkinan. Virtuaalitodellisuutta sovelletaan lukuisille eri aloille, mutta tällä hetkellä se toimii pääasiassa rakennusteollisuudessa, teollisuudessa, tieteen työkaluna sekä viihde- ja pelialoilla. (Pänkäläinen, T. 31.8.2016.)

Virtuaalitodellisuus voi olla niin aidon tuntuinen, että aivot ja keho pitävät sitä todellisena. Esimerkiksi Stanfordin yliopistossa Jeremy Bailensonin tekemässä kokeessa virtuaalilasit päähän laitettuun kävijä näkee rotkon, jonka yli kulkee lankku.

Vaikka ihminen tiedostaa, että kyseessä ei ole todellinen rotko, noin 30 % kävijöistä ei uskalla lähteä ylittämään sitä. (Pänkäläinen, T. 15.1.2017a)

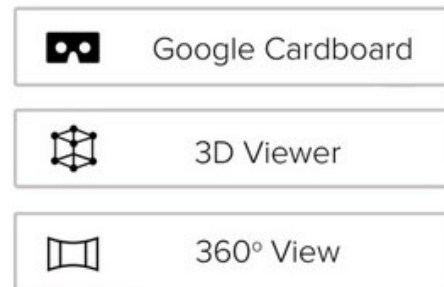
VR ja AR ovat muuttaneet paljon muotoaan ajan kuluessa, ja tekniikan kehittyttyä laitteiden hinnat ja toimivuus on saatu sille tasolle, että niitä pystyttiin alkaa tarjoamaan yksityisasiakkaille. Virtual Reality -laitteistoja on ollut markkinoilla vuodesta 2014 saakka, ja uusia versioita lanseerataan jatkuvasti. Esimerkiksi HTC Vive on tällä hetkellä markkinoiden pisimmälle kehitetty VR-laitteisto, ja se ilmestyi markkinoille kesällä 2016. (product. vive.)

Yhdysvalloissa sijaitseva Decorilla on maailman ensimmäinen sisustussuunnittelufirma, joka tarjoaa VR-sisustussuunnittelupalvelua verkossa. He tekevät asiakkaan toimittaman lähtöaineiston pohjalta virtuaalimallin tilasta, jonne asiakas pääsee VR-laitteiden avulla. Tilassa asiakas pystyy liikkumaan, mutta ainakaan toistaiseksi tilaa ei pysty muokkaamaan. Sen lisäksi, että VR mullistaa arkkitehtuurin ja sisustussuunnittelun, Decorillan tuotepäällikkö Joshua van Aalst kertoo, että tulevaisuudessa ihmiset pääsevät käymään uusissa paikoissa istumalla omalla kotisohvallaan. Esimerkiksi Google Earth on jo kehittänyt VR-sovelluksen, jossa virtuaali-maailmassa olija pääsee kulkemaan ympäri maapalloa, ja katsomaan nähtävyyksiä lähietäisyydeltä. Kun sovellusta kehitetään eteenpäin, ihminen saattaa päästä myös nähtävyyksien ja rakennusten sisälle. (Decorilla. 1.8.2016.) Tämä puolestaan avaa aivan uudenlaisia mahdollisuuksia matkailualalle, kun esimerkiksi liikuntarajoitteisuus ei ole enää esteenä vuorikiipeilyyn osallistumisessa tai patikoinnissa Kiinan muurille.

Myös sosiaalinen media ja pelimaailma saavat uusia ulottuvuuksia, kun tulevaisuudessa tapaamme ystäviämme virtuaalisissa huoneissa avatareina, eli hahmoina, joka edustavat käyttäjiä virtuaalimaailmassa. Myös musiikkibisnes muuttuu virtuaalitodellisuuden myötä. Esimerkiksi Coldplay-yhtye on tehnyt yhteistyössä NextVR:n kanssa VR-konsertin, Colplay's Ghost Stories Virtual Reality Concert Experience, johon koko maailman ihmiset voivat ostaa pääsylipun (Scott, H. 2014.). Sen sijaan, että lippuja myytäisiin 50 000, niitä voidaan myydä miljoonia, kun ihmiset kokevat konsertin VR-laitteiden avulla kotoaan käsin, ympäri maapalloa. (Decorilla. 1.8.2016.) Lisäksi opetus tulee mullistumaan VR-vallankumouksen myötä. Sen sijaan, että opettaja kertoo historiallisista tapahtumista luokan edessä, koko luokka voi mennä suoraan historiallisen tapahtuman keskelle VR-laitteiden avulla ja kokea aidontuntuisen tilanteen itse.



Select how you view the project



Kuva 12: Decorillan asiakas voi valita, millä tavalla haluaa katsoa sisustussuunnitelman neitissä.



Kuva 13: Decorillan suunnittelema tila ennen, VR:ssä ja toteutettuna.

# NEXTVR



Kuva 14: Coldplayn ja NextVR:n VR-konsertti, Colplay's Ghost Stories Virtual Reality Concert Experience



”Yhdistettynä **VR** ja  
**AR** muodostaa Digi-  
capitan mukaan  
2021 vuonna **108** mil-  
jardin markkinan”



## 2.4 Erilaisia VR-laitteistoja

Markkinoilla on tällä hetkellä useita eri VR-laitteistoja, esimerkiksi HTC Vive, joka on tällä hetkellä markkinoiden kehittynein kotikäyttöön tarkoitettu VR-laitteisto. Muita malleja ovat muun muassa Oculus Rift, Sony PSVR, Samsung Gear VR ja Google Cardboard. Google Cardboard on markkinoiden edullisin vaihtoehto, sen hinta on usein jopa alle 10 euroa. Se tarvitsee toimiakseen älypuhelimien, joka sijoitetaan lasien sisälle. Google Cardboardin ongelmana on kuitenkin se, että sen mukana ei ole käsiohjaimia eikä laite tunnista ihmisen sijaintia. Näin ollen se ei reagoi ihmisen liikkeisiin. Lisäksi käytettävyyttä ja laatua heikentää se, jos lasien sisällä oleva älypuhelin ei ole tarpeeksi tehokas. Google Cardboardia hyödyntää muun muassa Decorilla-niminen sisustussuunnittelufirma Yhdysvalloissa. Google Cardboardin hyötyjä ovat edullisuus, helppo kuljetettavuus ja käytettävyys, kun mukana ei tarvitse olla tietokonetta. (Pänkäläinen, T. 18.1.2017.)

3D Talo Oy:llä on käytössään HTC Vive -järjestelmä, joka tuli markkinoille kesällä 2016. HTC on yhdessä Valven kanssa suunnitellut Viven, joka on alan kehittynein virtuaalitodellisuus-järjestelmä kotikäyttöön. Uusin VR-teknologia mahdollistaa entistä realistisemmän käyttökokemuksen. Järjestelmään kuuluu molempiin käsiin sijoitettavat ohjaimet, kypäräosan sekä tilan reunoille sijoitettavat sensorit, majakat, jotka tarkkailevat virtuaalitodellisuudessa olijan liikkeitä ja sijaintia tilassa.



Kuva 15: Oculus Rift



Kuva 16: Google Cardboard

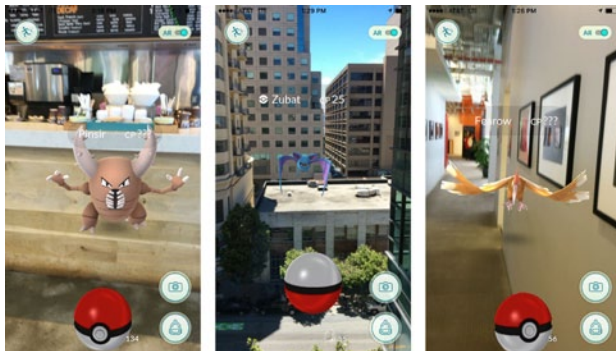


Kuva 17: HTC Vive

## 2.5 Lisätty todellisuus ja sen käyttö

Lisätty todellisuus eli AR (englanniksi Augmented reality) on askel eteenpäin VR:stä. Lisätty todellisuus on nimensäkin mukaan tähän maailmaan lisättyä, tietokonegrafiikalla tuotettuja elementtejä, jotka havaitaan läpikatseltavien näyttöjen, kuten kännykän tai tabletin, avulla. Toisin kuin VR:ssä, AR:ssä koko ympäristöä ei tarvitse mallintaa tietokoneella, ainoastaan haluttu lisäelementti. AR:ssä esimerkiksi huonekalu tai television näyttö ilmestyy haluttuun paikkaan, ja näyttäisi muuten aidon fyysisen tilan sen ympärillä.

Yksi kuuluisimmista lisätyn todellisuuden sovelluksista on Pokemon Go, jossa Pokemon-hahmot on lisätty aitoon ympäristöön AR:n avulla. Hahmot havaitaan läpikatseltavan näytön avulla, ja ne niitä voidaan kerätä itselleen sovelluksen avulla.



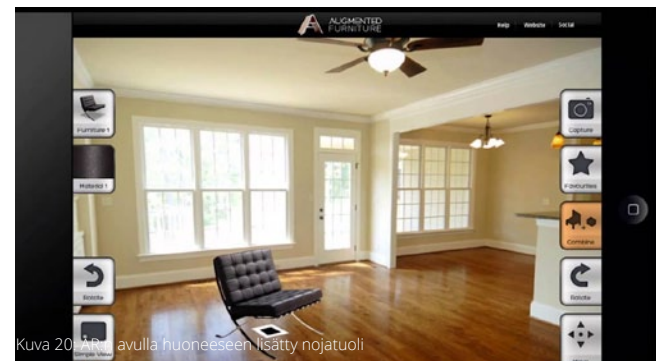
Kuva 18: Pokemon Go on lisättyä todellisuutta

FabIndia-niminen sisustussuunnittelustudio ja sisustusverkkokauppa testaa lisätyn todellisuuden mahdollisuuksia omien tuotteidensa myymisessä. Heidän tuotevalikoimansa on katsottavissa lisätyn todellisuuden avulla missä tahansa kohteessa, ja valittu tuote ilmestyy kännykän tai tabletin avulla asiakkaan haluamaan paikkaan tilassa. FabIndian Yhdysvaltojen toimitusjohtaja

Calvin Haggardin mielestä heidän tuotteensa ovat sen verran suuri sijoitus asiakkaalle, että he haluavat asiakkaan olevan täysin varmoja siitä, että hän on varma tuotteen sopivuudesta omaan kotiinsaamisen tilauksen tekemistä. Asiakkaan vakuuttaminen ja ostopäätöksen varmistaminen ovatkin tärkeimmät syyt siihe, miksi tämä 150-vuotias tuotevalmistaja aloitti lisätyn todellisuuden palvelun tarjoamisen. Asiakas pystyy näkemään tuotevalikoiman kännykkään tai tablettiin ladattavan apin avulla, ja tuotteet, jotka ilmestyvät AR:n avulla asiakkaan tilaan, ovat suoraan oikeassa mittakaavassa. Näin ollen asiakkaiden ei tarvitse arvailla, mahtuuko kaluste tilaan, ja onko se tyyliltään sopiva. (Murphy, K. 10.5.2016 a.)



Kuva 19: Kalusteiden lisääminen tilaan AR:n avulla



Kuva 20: AR:n avulla huoneeseen lisätty nojatuoli

Yksi uusimmista tilasuunnitteluun liittyvistä lisätyn todellisuuden sovelluksista on tilan tai esineen skannaaminen mittatarkaksi malliksi. Esimerkiksi Structure-nimisen yrityksen sovellus tunnistaa eri kalusteet, ja analysoi ne kategorioihin, kuten esimerkiksi sänkyihin, nojatuoleihin, pöytiin tai lamppuihin. Skannauksen jälkeen sovelluksella voi mennä halutun tuotteen luokse, ja sovellus antaa valikon, josta pystyy kokeilemaan saman kategorian erilaisia tuotteita. Esimerkiksi nojatuolia katsoessa sovellus tunnistaa kyseisen tuotteen, ja tarjoaa valikon, josta ihminen pystyy kokeilemaan kyseiseen paikkaan eri nojatuoli-vaihtoehtoja.



Kuva 21: 3D-skannauksen avulla esineistä saa mittatarkkoja malleja, ja niitä voi kokeilla eri paikkoihin tilassa.

Vuonna 2017 markkinoille on tullut myös lisätyn todellisuuden "älylaseja", joiden avulla havaitaan tähän maailmaan lisättyjä elementtejä. AR-lasien avulla kädet jäävät vapaaksi, eli ne mahdollistavat monipuolisempien toimintojen tekemisen verrattuna kännykän tai tabletin käyttöön. AR:n on puhuttu olevan VR:äänkin suurempi teknologiavallankumous, joka syrjäyttää älypuhelimet ja televisiot. AR-laseilla esimerkiksi televisio tai älypuhelin saadaan ilmestymään eteemme missä ja milloin vain. Tällä hetkellä markkinoilla on jo useita AR-lasien valmistajia,

kuten Microsoft HoloLens, SONY Smart Eyeglass, Vuzix M300 ja Atheer 3D smart glasses. AR-lasit mahdollistavat esimerkiksi rakennusalalla pienoismallin lisäämisen tähän maailmaan, jota monet ihmiset pystyvät tarkastelemaan ja muokkaamaan samaan aikaan käyttämällä käsiään. Ihmiset voivat olla jopa eri puolilta maapalloa, mutta he pääsevät samaan tilaan avatareina, eli 3D-hahmoina.



Kuva 22: Microsoft HoloLens



Kuva 23: Microsoft HoloLensien avulla havaitaan aitoon ympäristöön lisätyt elementit



Kuva 24: Microsoft HoloLensien avulla esimerkiksi tietokoneen tai kännykän näyttö ilmestyy eteemme



# 3. VIRTUAALITODELLISUUDEN SOVELTUVUUS TILASUUNNITTELUN TYÖKALUKSI

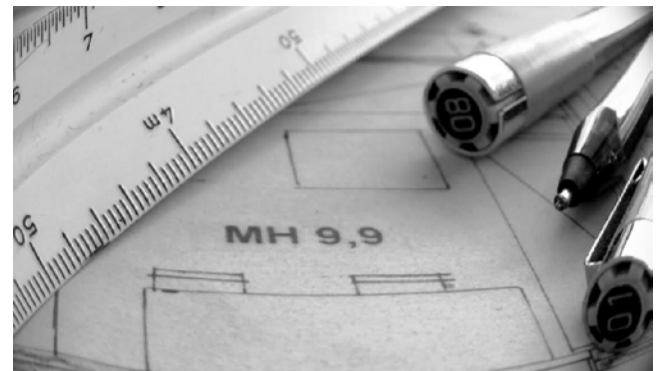
## 3.1 Nykyinen sisustussuunnitteluprosessi

Sisustussuunnitteluprojekti alkaa asiakkaan tapamisella, jolloin tehdään alkukartoitus. Alkukartoituksen tarkoituksena on tutustua suunniteltavaan tilaan, asiakkaan toiveisiin, budjettiin, aikatauluun ja mahdollisiin tilaan liittyviin rajoitteisiin sekä muihin asioihin, jotka vaikuttavat sisustussuunnitelman toteuttamiseen. Lähtötilanteen selvittämisen jälkeen suunnittelija pystyy tekemään kohteen suunnittelusta tarjouksen, jossa projektin sisältö esitetään uudelleen, ilmaistaan kuinka kauan mikäkin työn vaihe vie aikaa, kerrotaan asiakkaalle toimitettava aineisto sekä ilmoitetaan mikä on suunnittelupalvelun hinta. Kun asiakas hyväksyy tarjouksen, tehdään vielä suunnittelusopimus, joka allekirjoitetaan, ja jonka jälkeen suunnittelija pääsee aloittamaan sisustussuunnitelman tekemisen.

Asiakas yleensä toimittaa suunnittelijalle lähtöaineistona pohjapiirustuksen ja tarvittaessa muita 2D-visualisointeja kohteesta riippuen. Mikäli suunnitelukohteessa on aiemmin tehty muutoksia, jotka eivät näy asiakkaan toimittamassa lähtöaineistossa, voi suunnittelija käydä vielä paikan päällä ottamassa tarkistusmittauksia. Myös tarvittavat lupa-asiat koskien tilan suunnittelua hoidetaan tässä vaiheessa kuntoon, jotta suunnittelua ei aloiteta turhaan. Rakennusluvun kysymistä edellyttää esimerkiksi kantavien rakenteiden ja huonejärjestyksen muuttaminen tilan sisällä sekä talon laajentaminen. Lisäksi lupa tarvitaan esimerkiksi, jos rakennuksen julkisivu muuttuu remontin myötä. (Rakentaja.fi. 12.9.2011.)

Seuraava työvaihe on tehdä asiakkaalle nopeasti tuotettava aineisto, joka kertoo suunnittelijan omista ideoista ja aikeista tilan suhteen. Aineisto voi koostua esimerkiksi käsin tehdyistä nopeista luonnoksista ja moodboardista eli tunnelmatalusta, johon suunnittelija on kasannut kuvia tilaan tulevista elementeistä, tuotteista, värimaailmasta, kuoseista ja materiaaleista. Tunnelmatalun tarkoituksena on, että sitä katsomalla asiakkaan tyyli ja toiveet tulisi helposti esille visuaalisella tavalla.

Tunnelmatalun ongelma on yleensä siinä, että asiakas lukee tunnelmatalua liian konkreettisesti, ja olettaa, että suunniteltava tila tulee näyttämään juuri samalta kuin tunnelmatalun kuvat. Tunnelmatalun tarkoituksena on välittää asiakkaalle yleistunnelma tilasta.



Kuva 25: Tunnelmakuva



Kuva 26: Esimerkki tunnelmataulusta



Kuva 27: Esimerkki käsintehtyä luonnoksesta



Kuva 28: Esimerkki käsintehtyä luonnosta muokattu Photoshopilla

Mikäli asiakas hyväksyy tämän vaiheen, voidaan edetä seuraavaan suunniteluvaiheeseen, tarkempien luonnoskuvien tekoon. Tässä työvaiheessa suunnitelma viedään selkeästi konkreettisemmalle tasolle, mutta niin, että mikäli suunnitelmiin tulee vielä muutoksia joko asiakkaan tai suunnittelijan puolelta, on ne helppo vielä korjata tai tehdä kokonaan uusi suunnitelma. Tässä työskentelyvaiheessa monet suunnittelijat luottavat vielä käsivaraiseen piirtämiseen tai yksinkertaisten 2D-piirustusten tekoon tietokoneella. Asiakkaalle esitetään yleensä pohjapiirustus, josta selviää tilan mitoitus, käyttötarkoitus, kulkuväylät ja mahdollisesti kalusteiden sijainti ja koko. Pohjapiirustuksen pohjalta työstetään käsin tai tietokoneella tehdyt seinäprojektiot, eli "litistetyt" seinäkuvat, joista selviää mitä suunnittelija on halunnut tehdä tilan seinille. Lisäksi tuotetaan perspektiivikuva tai aksonometrinen kuva, josta asiakas näkee paremmin, miltä tuleva tila saattaa näyttää.

Kun suunnitelman pohjaratkaisu on saatu kuntoon, voi suunnittelija seuraavaksi kasata huonekortit, joista ilmenee tilaan hankittavien tuotteiden, materiaalien ja tekstiilien ostopaikat, hinnat, määrät ja paikka, johon ne tullaan tilassa laittamaan. Pohjapiirustuksista työstetään monesti oma versio huonekortteja varten. Tällöin huonekorttiin numeroidut tuotteet voidaan sijoittaa pohjapiirustukseen samalla numerolla siihen kohtaan tilaa, mihin kyseinen tuote on suunniteltu laitettavan.

Lisäksi työstetään omana osanaan esimerkiksi valaistussuunnitelma, joka toimii huonekorttien tavoin. Suunnittelijan valitsemista valoista ja valaisimista tehdään lista, jossa ilmaistaan samat tiedot kuin muista tuotteista huonekor-teissa. Lisäksi tehdään pohjapiirustus, jossa ilmaistaan mikä valo sijoitetaan mihinkin paikkaan tilassa. Tämä työvaihe tehdään monesti yhteistyössä sähkösuunnittelijan kanssa.

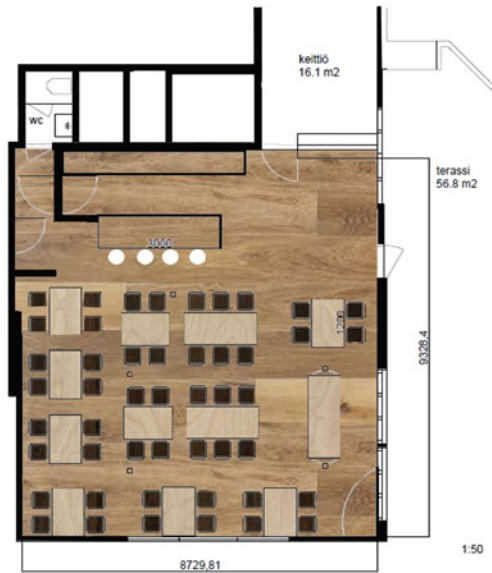
Seuraavassa vaiheessa suunnittelija tekee tarkem-

man ja viimeistelymmän pohjapiirustuksen tietokoneella, jossa on tarkemmin ilmoitettuna mitat ja muut rakennusmerkinnät. Lisäksi piirretään tarkemmat seinäprojektiot, tarvittavat detaljipiirustukset, työpiirustukset ja kalustekuvat. Asiakkaalle voidaan tehdä myös 3D-visualisointeja tilasta heidän toiveidensa mukaan, mutta monesti asiakkaat eivät ole valmiita maksamaan niistä erikseen, mikäli kyse on jo olemassa olevasta kohteesta. Visualisointeja tehdään yleensä julkitila-kohteista, jolloin asiakas voi hyödyntää niitä markkinoinnissaan tai päätöksentekomateriaalina. (Kosola, N. 2015.)

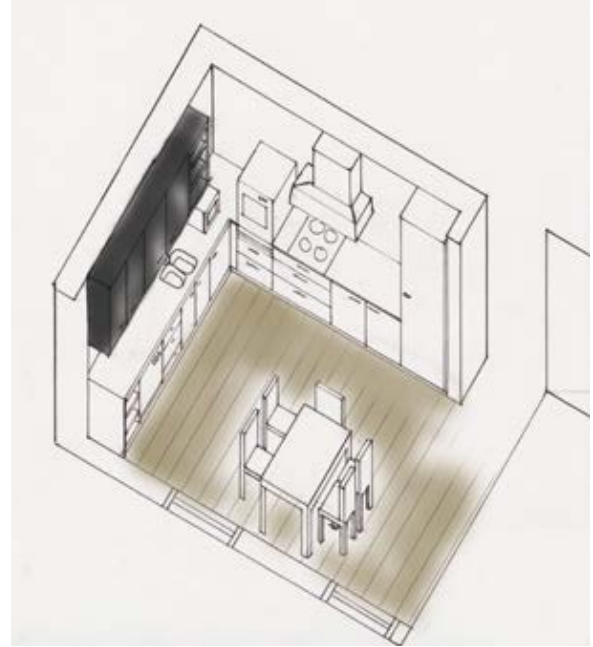
### **Kaiken kaikkiaan nykyisessä sisustus-suunnitteluprosessissa asiakkaalle tulostuu:**

- **tunnelmataulu eli moodboard**
- **pohjapiirustus**
- **seinäprojektiot**
- **huonekortit eli lista hankittavista tuotteista**
- **detaljikuvat ja työpiirustukset**
- **mahdolliset 3D-visualisointikuvat**

3.

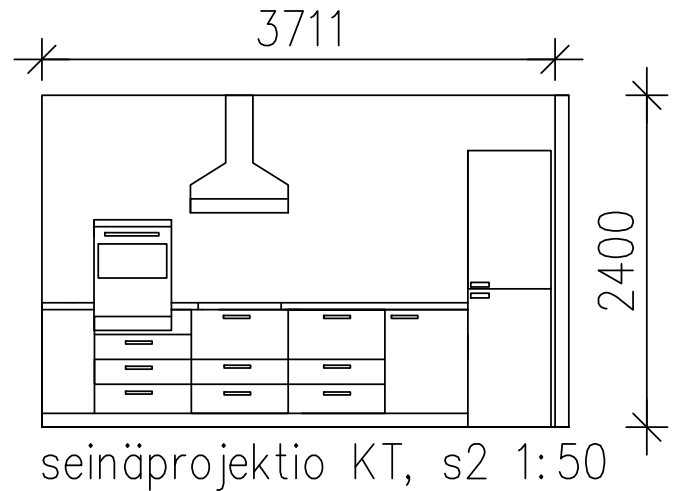
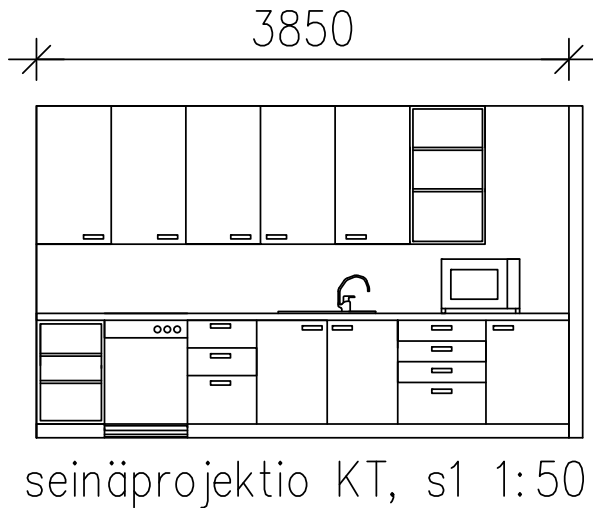


Kuva 29: Esimerkki pohjapiirustuksesta






Kuva 30: Esimerkki käsintehtystä aksometriakuvasta

4.







Kuva 31: Esimerkki seinäprojektiosta

5.

	värisävy, petrooli s366	
valaisimet:	kattoon led-nauhaa	
	Tom Dixon, Beat Light Fat, valkoinen	Finnish Design Shop, 434 e
		
	Seinävalaisin Horn 3404 IP44 x2	esim. Hammarin Sähkö Oy, 68 e
		
- pöytä:	Muuto Split-pöytä, tammi	Finnish Design Shop
		
- tuolit:	Muuto, Visu-tuoli, valkoinen x5	Finnish Design

## HUONEKORTIT, Tähtätalo KT

HUONETILA / SALI	KÄSITTELY / VÄRISÄVY	HANKINTAPA/KA/HINTA
- lattiat:	-öljytty	
- puu, tammi		
- lattialista		
- seinäpinnat:	betoni	
- KT,s1 ja s2	lasilevy, välitila	
- katto	valkoinen akustiikkalevy,keskellä alaslaskettu katto, reunassa epäsuora valaistus	
	ei kattolistaa	
- s3	sisustuspaneeli	
- s4	maali, Tikkurila	

Kuva 32: Esimerkkuvat huonekoristeista

6.



Kuva 33: Esimerkkuvat 3D-visualisoinneista

## 3.2 Sisustusprosessin muuttuminen ja VR-suunnittelun vaiheet

Virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen sisustus-suunnittelun työkaluna tulee helpottamaan sisustusprosessia huomattavasti. Toisin kuin nykyisessä sisustusprosessissa, ei VR-sisustusprosessissa tarvita käsintehtyjä luonnoksia, eikä muita koneella tehtyjä 2D piirustuksia, joiden tekemiseen kuluu runsaasti aikaa. VR-sisustusprosessi alkaa normaalisti asiakkaan tapaamisella ja alkukartoituksen tekemisellä sekä sopimuspaperien allerkirjoittamisella. Tilanteesta mukaan se voidaan tehdä asiakkaan luona, tai mikäli kyseessä on pieni suunnittelutyö, voi kartoituksen tehdä etänäkin.

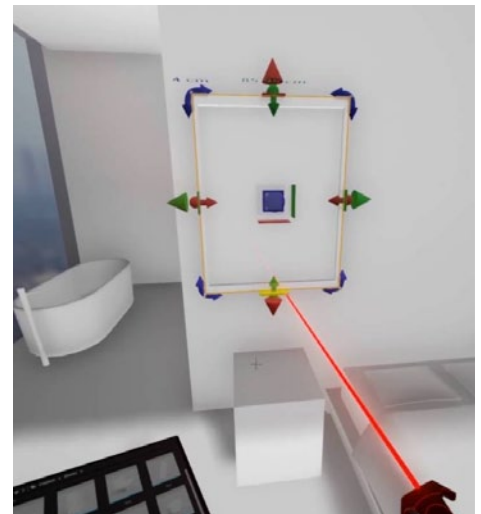
Kun suunnittelija on asiakkaiden toiveiden pohjalta tehnyt tiettyjä materiaali- ja kalustevalintoja, voidaan tila alkaa mallintamaan tietokoneella. Seuraava vaihe VR-suunnitteluprosessissa on siis tilan mallintaminen tietokoneella, ja mallin vieminen VR:ään. Tämän jälkeen materi-

aalien ja kalusteiden muuttaminen onnistuu helposti VR:ssä ohjaimien avulla. Näin ollen VR-suunnittelu on riskitön, helppo ja nopeampi toteuttaa, kuin nykyinen sisustusprosessi.

Kun asiakkaan tila on viety VR:ään, on se mahdollista esittää asiakkaalle. Mikäli asiakas haluaa kokeilla eri materiaaleja, värejä tai kalusteita, suunnittelija voi vaihdella niitä vielä yhdessä asiakkaan kanssa. Asiakas näkee suoraan oikeassa mittakaavassa, miten valinnat vaikuttavat koko muuhun tilaan, ja miten hyvin esimerkiksi kalusteet mahtuvat tilaan. Kun asiakas on saanut tutustua rauhassa tulevaan sisustukseensa, voidaan asiakkaalle tulostaa 3D-rendauskuvat ja 360-kuvat suoraan VR:ssä. Lisäksi asiakkaalle saadaan pohjapiirustus ja tulostettu huonekortti, eli lista valituista tuotteista VR:ssä.



Kuva 34: Tilan muokkaaminen VR:ssä



Kuva 35: Objektiin kokoa, muotoa ja paikkaa pystyy muuttamaan VR:ssä / Vrtisan

Huonekorteissa oleva info voidaan määrittää VR:ään mallinnusvaiheessa, ja kun suunnitelmaan valitaan kyseinen tuote, sovellus listaa automaattisesti juuri kyseisen tuotteen tiedot ostoslistaan. Kun tuote on kertaalleen mallinnettu kirjastoon, se on uudelleen käytettävissä seuraavassa projektissa, eikä tuotteen tietoja tarvitse enää määrittää toista kertaa. Näin VR-sovelluksen tietopankki kasvaa pikkuhiljaa, ja suunnitteluprosessi helpottuu sitä mukaan, kun uusia projekteja tehdään. Tavoitteena on myös tehdä yhteistyötä eri kalustefirmojen ja rakennusmateriaaleja tarjoavien yritysten kanssa. Tällöin esimerkiksi kalustefirma ostaa 3D Talolta palvelun, jolla he saavat VR-sovelluksen valikoimiin omat tuotteensa 3D-malleina. Kun tuote suunnitellaan käytettäväksi asiakkaan sisustussuunnitelmassa, tuote tulee VR:stä saatavaan ostoslistaan, tai tuotteen voi ostaa jopa suoraan yrityksen verkkokaupasta.

Asiakas pystyy vaihtamaan halutessaan tiettyjä materiaaleja VR:ssä, mikäli suunnittelija ja ohjel-

moija ovat ne tilan mallinnuksen aikana määrittäneet mukaan. Näin suunnittelija voi helposti esitellä asiakkaalle esimerkiksi kolme hyvää laatuvaihtoehtoa kylpyhuoneeseen, ja asiakas pääsee itse vaihtelevaan niitä VR:ssä, ja päättämään, mikä vaihtoehto hänen mielestään on kaikkein paras vaihtoehto. Tämä mahdollistaa asiakkaan osallistamisen tilasuunnitteluun, mikä vaikuttaa siihen, miten omalta asiakas tuntee uuden tilansa. Kun asiakas psyyty itse vaikuttamaan suunnitelman lopputulokseen, hän luo uuteen tilaan tunnesiteen. Hän on itse luonut jotain. Virtuaalitodellisuudessa on helpompi tehdä materiaali- ja kalustevalintoja, verrattuna siihen, että suunnittelija esittää suunnitelmansa 2D-kuvasta. 2D-kuvien ja -rakennuspiirustusten lukeminen voi olla hankalaa henkilölle, joka ei ole esimerkiksi aiempaa kokemusta niistä. Sisustussuunnitelman esittäminen 2D-piirustuksin jättää myös paljon asioita mielikuvituksen varaan, kun tilaa ei pysty tarkastelemaan oikeassa mittasuhteessa, eikä piirustuksesta näe tilaa joka suunnasta kokonaisuutena.



Kuva 36: Virtuaalitalaa muokataan ohjaimien avulla



Kuva 37: VR:ssä suunniteltu keittiö näyttää ja vaikuttaa realistiselta. Sitä pystyy myös muokkaamaan VR:ssä oikeassa mittakaavassa.

Materiaalien lisäksi eri kalusteiden ja tuotteiden sopivuutta tilaan pystyy kokeilemaan VR:ssä. Jos suunnittelija löytää esimerkiksi kaksi hyvää kalustevaihtoehtoa suunnitelmaansa, voidaan ne molemmat mallintaa ja viedä VR:ään, ja antaa asiakkaan itse päättää kumpi vaihtoehdoista sopii paremmin tilaan. Esimerkiksi arvokkaampien design-kalusteiden myyminen saattaa helpottaa, kun asiakas näkee kalusteen omassa olohuoneessaan, ja vakuuttuu sen sopivuudesta tilaan ja muihin siellä oleviin kalusteisiin. Kalusteen näkeminen myymälässä ei anna oikeanlaista käsitystä sen mittasuhteista, väristä ja sopivuudesta juuri asiakkaan tilaan. Myymälä on paljon suurempi kuin asiakkaan koti, eri tavalla valaistu ja sen ympärillä on usein eri värimaailma ja tuotteet. Tällöin asiakkaan voi olla vaikea kuvitella kalustetta omassa kodissaan. Kaupanteko voi jäädä syntymättä, jos asiakas ei halua ottaa riskiä.

Huvilaharjun suunnitelmaa tehdessäni koin vaikeaksi tehdä tiettyjä tilan materiaaleja koskevia ratkaisuja. Tietokonemallinnetusta tilasta ei saa aidontuntuista käsitystä sen koosta, mittasuhteista, materiaaleista tai valosta. Kun viimein näin oman mallinnukseni VR:ssä, näin heti mitkä asiat minun tulee vielä korjata, ja puolestaan varmistuin asioista, joiden kanssa olin epäröinyt 3D-mallinnusvaiheessa. Voisi luulla, että suunnittelija tuntee oman mallinnuksena, jota on pyörittänyt ruudulla edessään 1,5 kuukautta, mutta totuus valkeni vasta kun näin sen VR:ssä. Vasta silloin minulle tuli olo, että olin käynyt tilassa, ja valintojen tekeminen helpottui huomattavasti. VR-malli oli tuossa työvaiheessa vielä yksinkertainen ja sieltä puuttui suurin osa pintatekstuureista.

VR-suunnittelu on asiakkaalle riskitöntä, ja asiakas pääsee mukaan suunnittelemaan tilaansa. Asiakkaalle jää selkeä kuva siitä, millainen tuleva tila on. Hänellä on olo, kuin hän olisi jo ollut tilassa. Newyorkilainen ohjelmistoinsinööri Kevin Heckert kertoo New York Timesin haastatteluyussa omasta koke-

muksestaan, että sisustussuunnitteluprojektissa asiakkaan voi olla hankala pukea toiveitaan sanoiksi tai häneltä puuttuu kyky kuvitella asioita. Tällöin asiakas ei joko tee mitään sisustuksensa eteen tai sisustussuunnitelman toteutus voi olla pettymys. Sisustuksen korjaamiseen täytyy sijoittaa lisää rahaa, tai pahimmassa tapauksessa ”pettymyksen” keskellä täytyy elää. (Murphy, K. 10.5.2016 b.)

Heckert turvautuikin aikaisemmin mainittuun Decorilla-sisustusyrityksen palveluun, jossa sisustussuunnitelman näkee virtuaalitodellisuudessa verkkopalvelun avulla. Ensin hän lähetti tilastaan kuvia ja mittoja, ja keskusteli mieltymyksistään Decorillan suunnittelijan kanssa. Suunnitelman valmistuttua hän kytki älypuhelimensa virtuaalilaseihin ja pääsi katsomaan suunnittelijan aikaansaannosta virtuaalitodellisuudessa.



Kuva 38: VR:ssä voi kokeilla, miten eri kalusteet sopivat omaan kotiin.

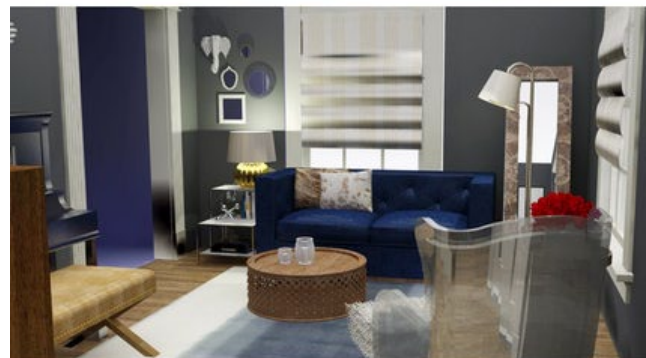


saannosta virtuaalitodellisuudessa. Heckert kertoo, että olohuoneen virtuaalimalli oli hämentävän oikeanäköinen, ja VR:ssä todella näkee kuinka monet pienet elementit tilassa sopivat yhteen. Hän piti suunnitelmasta niin paljon, että päätyi ostamaan kaikki tuotteet, mitä tilaan oli suunniteltu hankittavaksi, ja asetteli ne juuri niin kuin suunnittelija oli suunnitellut. Heckertin mielestä 3D-visualisointeihin ei uppoudu samalla tavalla kuin virtuaalitodellisuuteen, eikä niistä saa käsitystä mittasuhteista tai tilan syvyydestä. (Murphy, K. 10.5.2016 b.)

Sisustussuunnittelu Savannah College of Art and Designin professori ja osaston puheenjohtaja Khoi Vo sanoo VR:n olevan sisustuksen tulevaisuuden työkalu, sillä se mahdollistaa asiakkaiden tehdä päätöksiä tuntematta epävarmuutta. "VR ei mahdollista ainoastaan sitä, että asiakas näkee, miltä suunnitelma tulee näyttämään. Asiakas näkee, miltä suunnitelma näyttää yöllä, täyskuun aikaan ja auringonvalossa", Khoi Vo kuvailee VR:n potentiaalia. Ongelmaksi hän mainitsee, että ilman kuluja ja ammattiosaamista VR-maailmoista ei saada aidonnäköisiä, vaan ne näyttävät sarjakuvamaisilta. Kun sisustusta ollaan suunnittelemassa asiakkaalle, voidaan kuitenkin asiakkaan kanssa keskustella siitä, haluaako hän päätöksentekomateriaali-laatua vai viimeisteltyä, mainosmateriaali-laatua, joiden erona on hinta ja mallinukseen käytetty aika. (Murphy, K. 10.5.2016 b.)

3D-mallinnuksillekin on varmasti tulevaisuudessa oikea aika ja paikka, eivätkä niiden tekemiset lopu VR:n tultua. Uudenaikaiselle virkistyskäyttöön tarkoitetulle teknologialle on kuitenkin Khoi Vonin mukaan aina kysyntää. Pieni osa heidän omista asiakkaistaan tulee käyttämään palvelua uudestaan, vaikka heidän tarkoituksenaan ei olekaan oikeasti remontoida tilaansa. He vain haluavat leikkiä sovelluksella ja nähdä eri versioita tilastaan. "Meillä on ollut asiakas, joka on tullut takaisin seitsemän kertaa saman tilan suunnitel-

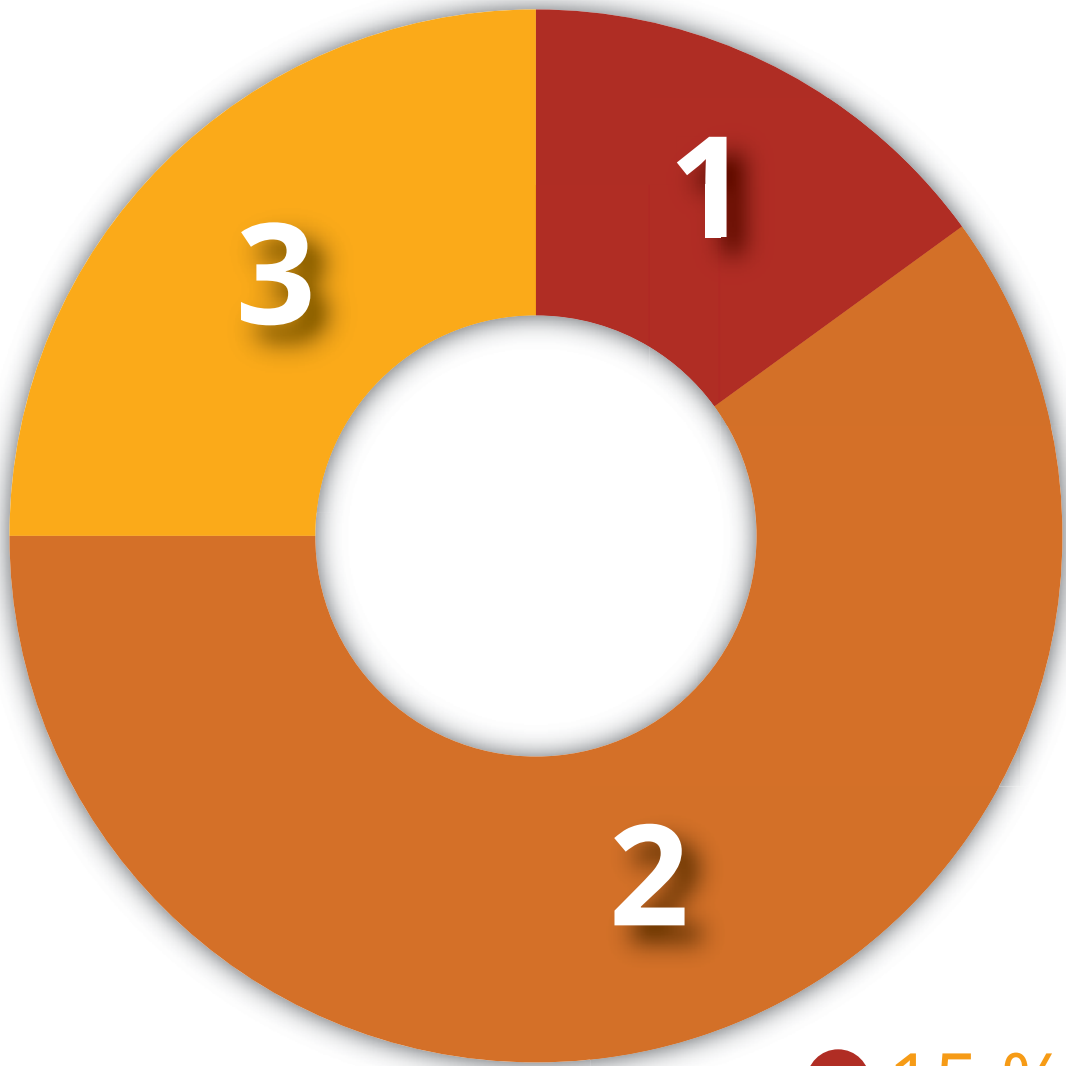
man takia", kertoo Khoi Vo. VR-suunnittelu tulee siis huomattavasti yksinkertaistamaan sisustussuunnitteluprosessia, ja ennen kaikkea, se tekee tilasuunnittelusta elämyksen sekä asiakkaalle että suunnittelijalle. (Murphy, K. 10.5.2016 b.)



Kuva 39: Kevin Heckerin olohuone ennen Decorillan suunnittelua, kuva Decorillan virtuaalitodellisuus-mallista ja valmis sisustus.

**“We’ve had one customer come back to us seven times for the same room.”**

**Khoi Vo**



- 15 % Kartoitus asiakkaan kanssa
- 60 % Tilan 3D-mallinnus ja vieminen VR:ään
- 25 % Suunnitelman esittely asiakkaalle VR:ssä ja tarvittavien muutosten tekeminen

### Nykyinen suunnitteluprosessi

1. Kartoitus
2. Käsintehty luonnokset, joiden pohjalta aletaan tehdä suunnitelmaa
3. Työpiirustukset käsin / 2D- ja 3D-ohjelmilla
4. Tapaaminen asiakkaan kanssa & lisäohjeet & tarvittavat korjaukset ja muutokset
5. Lisäsuunnittelua
6. Lopputapaaminen

### VR-suunnitteluprosessi

1. Kartoitus
2. Mallinnus tietokoneella
3. Suunnitelman esittely asiakkaalle & muutosten tekeminen VR:ssä

## Nykyinen suunnitteluprosessi

- Hidasta
- Vanhanaikaiset menetelmät (2D-ohjelmat, käsin piirustus)
- Muutosten tekeminen suunnitelmaan hidasta
- Asiakkaan mielestä voi olla hankala lukea piirustuksia
- Virheet ja väärät valinnat näkee vasta, kun suunnitelma on toteutettu --> kallista muuttaa
- Asiakas ei pääse mukaan suunnitteluun
- Mittasuhteiden hahmottaminen voi olla vaikeaa
- Suunnittelijan visio voi jäädä asiakkaalle epäselväksi --> ei ostopäätöstä
- Useat tapaamiset virheiden välttämiseksi

## VR-suunnitteluprosessi

- Riskitön
- Asiakas osallistetaan suunnitteluun
- Asiakkaan on helppo ymmärtää suunnittelijan visio
- Muutoksia ja materiaalitestauksia on helppo tehdä VR:ssä
- Materiaali- ja kalustevalintojen vaikutuksen muuhun tilaan näkee heti
- Suunnittelua oikealla mittakaavalla
- Asiakas varmistuu tuotteiden sopivuudesta tilaansa ja suunnitelman toimivuudesta, mikä helpottaa ostopäätöksen tekoa
- Asiakkaalla on olo, kuin hän olisi jo ollut tilassa ennen kuin sitä on olemassakaan
- Elämyksellistä suunnittelua

# 4. VIRTUAL REALITYN NYKYINEN KÄYTTÖ SUUNNITTELUSSA

## 4.1 Virtuaaliodellisuus arkkitehtuurissa ja sisustussuunnittelussa

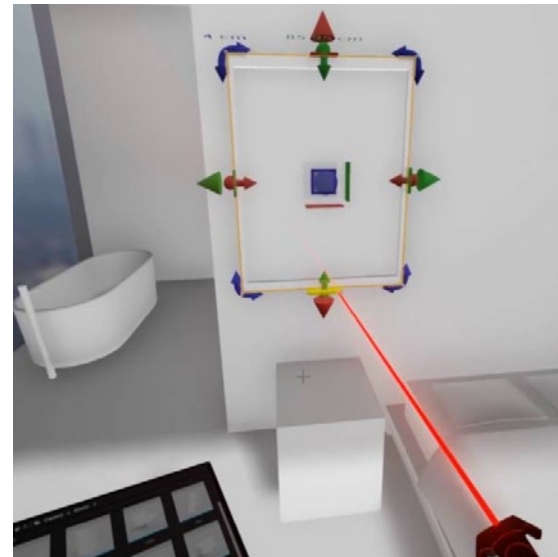


Kuva 40: Vrtisan

Tilasuunnittelussa virtuaaliodellisuus on ollut käytössä vasta parin vuoden ajan, ja toiminta on pääasiassa sijoittunut ulkomaille. Virtual Realityä käyttävät sekä arkkitehti- että sisustussuunnittelutoimistot, ja kummatkin alat hyötyvät VR:n käyttämisestä suunnittelutyökaluna. Arkkitehtitoimistoissa isommat linjat, kuten seinät, kulkuväylät ja rakennusten sijainti on helppo suunnitella aidontuntuksessa ympäristössä, käyttäen oikeankokoisia mittasuhteita. Sisustussuunnittelussa VR:stä hyötyy esimerkiksi kalusteiden ja toimintojen sijoittelussa sekä materiaalien valinnoissa. VR:n käyttö tilasuunnittelussa hyödyttää sekä asiakasta että suunnittelijaa, kun mitkään asiat eivät jää mielikuvituksen varaan, vaan valintojen vaikutuksen muuhun tilaan huomaa heti. Esimerkiksi asiakasprojekteissa olen nähnyt tilanteen, jossa arkkitehti päätyy muuttamaan

omaa suunnitelmaansa nähtyään sen VR:ssä.

Suurin osa suunnittelutoimistoista hyödyntää virtuaaliodellisuutta tällä hetkellä siten, että he ensin toteuttavat suunnitelmastaan 3D-mallin suunnitteluohjelmillaan, jonka jälkeen 3D-malli siirretään VR:ään asiakkaan ja suunnittelijan tarkisteltavaksi ja muokattavaksi. Lontoossa sijaitseva arkkitehti-toimisto Vrtisan on kuitenkin kehittänyt jo sovelluksen, jossa koko tilan pystyy rakentamaan, suunnittelemaan ja muokkaamaan käyttäen pelkästään VR:ää. Kaikki arkkitehdin tarvitsemat toiminnot tilan suunnittelemiseksi saadaan luotua VR-ohjelmaan ohjelmoijien avulla. Koodeista syntyy toimintoja, jotka ovat helppo käyttää VR-laitteistoon kuuluvien ohjaimien avulla. (Mairs, J. 25.4.2016.)



Kuva 41: Vrtisan

## 4.2 VR-laitteisto sisustussuunnittelun työkaluna

HTC Vive -laitteiston avulla ihminen pääsee tietokoneella mallinnettuun keinotodellisuuteen, joka voi perustua realistiseen maailmaan, täysin mielikuvitteelliseen fantasiamaailmaan tai näiden kahden yhdistelmään. Virtuaalitodellisuuslaitteiston avulla ihminen näkee mallinnetun VR-tilan, ja muut tilassa olijat voivat seurata VR-tilassa olijan tekemisiä tietokoneen ruudulta ilman kypärää. Tietokone ruudulla näkyy näkymä, johon VR-tilassa olija sillä hetkellä katsoo.

Tilan laidalla olevat majakat laskevat tilan koon, ja seuraavat, missä pelaaja milläkin hetkellä liikkuu. Näin ihminen saadaan liikkumaan mallinnetussa tilassa aidontuntuisesti. VR-tilassa olijalla on käytössä kaksi ohjainta, joilla hän voi tehdä erilaisia toimintoja. Virtuaalitodellisuudessa vain mielikuvitys on rajana, sillä melkein kaikki, mitä näemme tässä maailmasta on mallinnettavissa VR:ään. Lisäksi VR:n mahdollisuudet eivät rajoitu esimerkiksi fysiikan lakien takia, niin kuin tässä maailmassa.



Kuva 42: VR-laitteiden käyttäminen



Kuva 43: Asiakkaan makuuhuone ennen /Decorilla.



Kuva 44: 3-ulotteinen VR-kuva makuuhuoneen suunnitelmasta.



VR-suunnittelusovellus luodaan eri alan asiantuntijoiden kanssa. Itse toimin projektissa tilasuunnittelun asiantuntijana, ja vastaan siitä, että sovelluksen sisältö vastaa tilasuunnittelun tarpeisiin, ja että sovellukseen sisällytetään kaikki tilasuunnittelussa tarvittavat toiminnot. Lisäksi vastaan siitä, että alan rakennusmääräykset otetaan suunnittelussa huomioon.

Kun sovellusta kehitetään eteenpäin esimerkiksi niin, että VR-suunnitteluprosessista hyötyvät esimerkiksi rakennuksen suunnittelussa mukana olevat eri osapuolet, kuten arkkitehti, LVI-asiantuntijat ja sisustussuunnittelija, mukaan otetaan myös kunkin alan asiantuntijoita. Näin voimme varmistua siitä, että sovelluksessa on huomioitu heidän työnsä kannalta kaikki oleellinen, ja he saavat VR:stä kaiken mahdollisen hyödyn. Olemme suunnitelleet esimerkiksi VR-sovellukseen raken-

nuksen purkamista eri elementteihin; arkkitehti näkee rakennuksen kokonaisuudessaan ja ympäristöönsä sijoitettuna, LVI-asiantuntijat, sähkömiehet ja putkimiehet taas voivat kurkistaa rakennuksen sisä rakenteisiin ja siellä oleviin elementteihin.

VR-suunnittelusovelluksen suunnittelu- ja toteutusryhmään kuuluu lisäksi ohjelmoijat, jotka tekevät sovelluksesta interaktiivisen. Interaktiivisuuden koodaaminen sovellukseen mahdollistaa sen, että VR:ssä olija voi tarttua esineisiin, liikutella ja muokkailla niitä. Koko tiimi koostuu 3D Talo Finland Oy:n työntekijöistä, lukuunottamatta rakennusalan asiantuntijoita. Esimerkiksi 3D Talon VR-sovelluksen suunnittelussa on ollut mukana LVI-asiantuntija Harri Piispa, joka teki LVI-suunnitelman opinnäytetyön pilottihankkeena toimivaan Huvilaharjun kohteeseen.



Kuva 45: VR:ää voi hyödyntää LVI-suunnitelman esittämiseen rakennustyömaalla.

# 5. VIRTUAALITODELLISUUDEN TESTAAMINEN ASIAKASPROJEKTISSA

## 5.1 Työn taustat

Opinnäytetyön tavoitteena on kokeilla ensimmäistä kertaa VR-tilasuunnittelua oikeassa asiakasprojektissa. Asiakasprojektista saatua tietoa hyödynnetään VR-sisustussuunnittelusovelluksen luomisessa. VR-sisustusprojekti toimii samalla pilottihankkeena 3D Talo Finland Oy:lle, ja hankkeen tarkoituksena on luoda 3D Talo Oy:lle toimiva VR-tilasuunnittelun työkalu, jota he käyttävät jatkossa omassa liiketoiminnassaan. Opinnäytetyöstä syntynyttä sovellusta kehitetään eteenpäin, ja se muokkautuu tulevien asiakasprojektien myötä. Esimerkiksi sovelluksessa olevaa kaluste- ja materiaalikirjastoa kerrytetään pikkuhiljaa uusien projektien myötä. Lisäksi yhteistyö eri alojen firmojen kanssa kerryttää kalusteväystä ja sovellutuksessa olevaa tuotevalikoimaa.

3D Talo Oy on projektissa tarvittaessa mukana, ja esimerkiksi sovelluksen toiminnot ja interaktiivisuus tehdään yhdessä 3D Talon ohjelmoijien kanssa. Itse vastaan projektissa sisustussuunnittelun sisältöön liittyvistä tarpeista ja vaatimuksista, ja toimin tilasuunnittelun asiantuntijana.

Tutkimusosa projektissa on se, miten suunnitteluasiakkaat reagoivat VR-suunnitteluun, ja mitkä asiat he kokevat haastaviksi tai helpoiksi. Lisäksi tutkitaan, alan eri ammattilaisia hyödyntäen, mitä kaikkia seikkoja sovellutuksen suunnittelussa kannattaa ottaa huomioon, ja mitkä toiminnot suunnittelijalle ovat kaikista tärkeimmät ja hyödyllisimmät. Lopuksi suunnitellaan ja luodaan VR-sisustussuunnittelun sovellutus, joka on opinnäytetyön tuotekehitysvaihe.

## 5.2 3D Talon esittely

3D Talo Finland Oy on nuori, heinäkuussa 2016 perustettu yritys, joka tuottaa erilaisia VR-sovellutuksia pääasiassa rakennusalalle, teollisuuteen ja tie-teeseen sekä markkinoinnin ja myynnin työkaluiksi. Työntekijöiden osaaminen koostuu insinööreistä, ohjelmistotuottajista, muotoilijoista ja pelisuunnittelijoista. Taustalla on palkittuja yrityksiä ja vuosia kypsytettyä osaamista. Yrityksen monialaisuus yhdistyy luovalla tavalla uudessa teknologiassa.

3D Talo Finland Oy tehnyt menestyksekkästä yhteistyötä muun muassa rakennus- ja kaupunkisuunnittelun, teollisuuden, lääketieteen ja markkinoinnin parissa. Yrityksen osaamisaluita ovat virtuaalitodellisuus, lisätty todellisuus sekä todellisuuskaappaus (Reality Capture), joka tarkoittaa erilaisten ympäristöjen, tilojen ja esineiden digitalisoimista mittatarkoiksi 3D-malleiksi.



Kuva 46: 3D Talo Finland Oy:n logo

## 5.3 Suunnittelukohteen esittely

Opinnäytetyön pilottihankkeena on Espoossa sijaitseva 70-luvun paritalon toinen asunto, josta suunnitellaan eteinen, kodinhoitohuone, keittiö ja wc. VR-sisustussuunnitteluprojekti muuttaa perinteistä sisustussuunnittelun kulkua siten, että se mahdollistaa tilan muokkaamisen suunnittelijan kanssa VR:ssä. Asiakas näkee tilan oikeassa mittakaavassa, ja hahmottaa miten erilaiset materiaali- ja kalustevalinnat ja toimintojen sijoittelu vaikuttavat koko tilaan kokonaisuutena. Asiakas siis osallistetaan oman tilansa suunnitteluun, ja suunnittelijan on helppo perustella valintansa ja visionsa asiakkaalle, eikä niitä tarvitse esittää asiakkaalle 2D-piirustuksin. Tarvittavat pohjapiirustukset ja seinäprojektiot saadaan VR:stä.

Asiakkaiden toiveena oli muuttaa asunnon tiloja ja kulkuväyliä toimivammiksi sekä päivittää toimintoja omiin tarpeisiinsa ja sisustustyylillä enemmän mieleisempään. Eteisen ja kodinhoitohuoneen aluetta muutetaan niin, että kulku eteisestä kodinhoitohuoneeseen onnistuu sujuvammin. Kodinhoitohuonetta muokataan siten, että turhat väliseinät kaadetaan, ja turhista toimintoista, kuten suihkusta, luovutaan. Lisäksi kodinhoitohuoneeseen suunnitellaan työskentelypiste. Jotta työskentelypisteelle saadaan riittävästi tilaa, keittiön ja kodinhoitohuoneen välille tehdään väliseinä, joka sijoitetaan nykyisen keittiön puolelle. Näin ollen kodinhoitohuoneeseen saadaan hieman lisää tilaa. Keittiön toiminnot suunnitellaan nykyistä kompaktimmaksi kokonaisuudeksi, pienentyntä tilaa ajatellen.

WC pysyy samalla paikalla, mutta sen ilme muutetaan asiakkaiden tyyliin sopivaksi. Asukkaat toivoivat skandinaavista ja selkeää ilmettä, johon yhdistetään hieman teollista tyyliä. Linja pysyy selkeänä, ja toiminnot on suunniteltu ergonomisesti

sekä tilaa tehokkaasti hyödyntäväksi. Esimerkiksi keittiön toiminnoista uuni ja astianpesukone korotetaan, ja tasojen mitoituksessa otetaan huomioon asukkaiden pituus. Asukkaiden toiveissa oli, että keittiön yläkaapit jätetään kokonaan pois.

Yksityiskohtiin liittyviä toiveita oli 70-luvun tyyliin sopivat kalusteet ja pintamateriaalit. Keittiöön toivottiin Artekin ruokapöytää, selkeitä keittiönkaappeja ja saareke. Materiaalitoiveissa oli valkoinen hexagon-laatta, betoni, moderni valkoinen iso laatta, messinki ja ohut valkoinen kivitaso keittiöön.

Haasteita tilasuunnitteluun tuovat seinän ulkopuolella kulkevat vesiputket, joita on eteisen, kodinhoitohuoneen ja wc:n alueella runsaasti. Putkien uudelleen vetäminen kuuluukin osataan tilasuunnitteluun, ja putkisuunnittelun havainnollistaminen on yksi osa-alue, joka aiotaan myös mallintaa VR:ään. Näin ollen voidaan myös VR-suunnittelusovellutuksen luomista varten tutkia sitä, miten havainnollistava ja suunnittelua auttava työkalu VR on eri tilasuunnittelun osa-alueissa, kuten putkiremontissa.

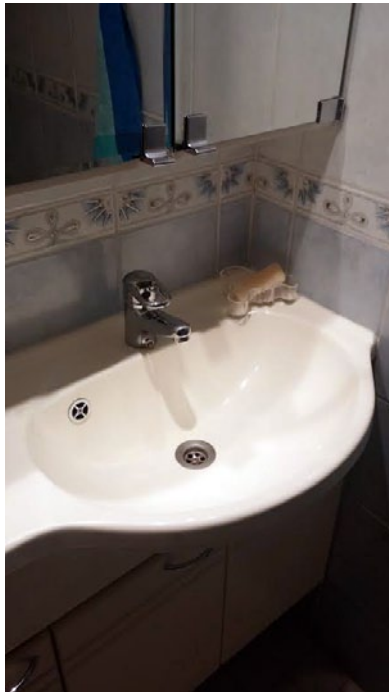
**KEITTIÖ**



**ETEI-  
NEN**



**WC**



**KHH /  
TYÖH.**



Kuva 47: Valokuvat Huvilaharjun kohteesta

## 5.4 Työn toteutus

Työn alussa aloitetaan pilottihankeena toimiva sisustussuunnitteluprojekti yksityisasiakkaiden kanssa. Kohdesijaitsee Espoossa, jasuunniteltavana on kodinhoitohuone, wc, eteinen ja keittiö. Suunnitteluprojekti on kokeellinen projekti VR-sisustuksen etenemisestä ja toimimisesta käytännössä. Projektin aikana saatu tieto toimii pohjana tuotekehitystyössä, jossa suunnitellaan tilasuunnittelusovellutus 3D Talo Finland Oy:n käyttöön.

Tila mallinnetaan ArchiCad-ohjelmalla sekä Cinema4D:llä. Tämän jälkeen 3D-malli viedään Unity-nimiseen ohjelmaan, jossa hiotaan materiaalit ja tilan valaistus kuntoon. Lisäksi ohjelmoijat tekevät sovelluksesta tässä työvaiheessa interaktiivisen, jotta VR-tilassa olija pääsee muokkaamaan sitä, ja käyttämään siellä erilaisia toimintoja, kuten vaihtamaan seinän väriä, liikuttelemaan huonekaluja ja avaamaan ovia. Lisäksi VR:ään on tehty mallinnus alkuperäisestä pohjaratkaisusta, jossa näkyy vesiputkien tämänhetkinen sijainti. VR:ssä asiakas saa näkyviin myös uuden, muuttuneen pohjaratkaisun, ja vesiputkien uudet sijainnit.

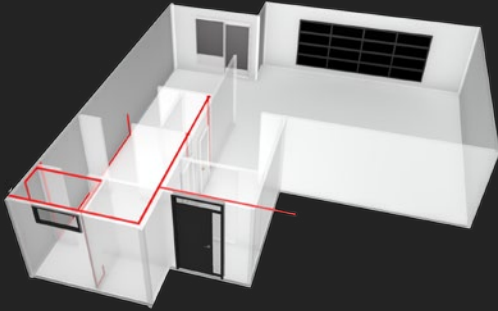
Vesiputkien suunnittelussa on konsultoitu LVI Hapro Oy:n putkimestä, Harri Piispaa. Suunnittelemani uudelleenveto vesiputkien osalta oli Piispan mielestä mahdollinen, mutta häneltä tuli tarkempaa tietoa esimerkiksi putkien paksuudesta ja niiden teknisestä puolesta, kuten suojaputkien käytöstä, kun putket kulkevat seinän sisällä. Toimitin Piispalle kalustesuunnitelman, jonka pohjalta hän suunnitteli tarkemmin vesiputkien sijainnin kussakin eri tilassa.

Kodinhoitohuoneessa vesiputket suunniteltiin siten, että ne lasketaan alas korkeiden kaappien sisällä, jolloin ne ovat mahdollisimman vähän näky-

villä. Kodinhoitohuoneen hanan kohdalta putket kulkevat kohti keittiötä tilan alareunassa, alakaappien sisään piilotettuina. Kodinhoitohuoneen ja keittiön välistä seinää hyödynnettiin vessaan päin kulkevien putkien sijoituksessa. Putket suunniteltiin kulkeviksi seinän sisässä, jolloin yleisilme pysyy siistinä. Tämä on tärkeä seikka ottaa huomioon ennen kuin remonttia aletaan toteuttamaan, jotta päästään haluttuun lopputulokseen sekä sisustus-suunnitelman että LVI-suunnitelman osalta. Keittiöön menevät putket sijoitetaan keittiön kaappien alasokkeleihin. Vessaan menevät putket sijaitsevat seinän sisällä suojaputkessa, ja haarautuvat kahteen suuntaan hanan ja wc-pöntön luokse.

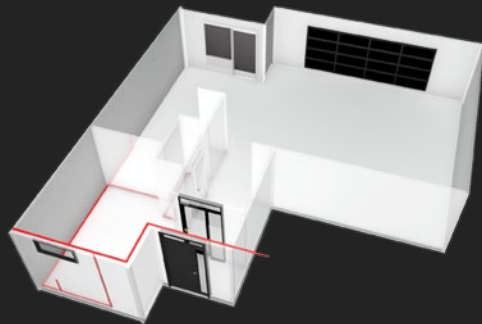
Esittelen tilan VR:ssä suunnitteluasiakkaille, ja tarvittavat muutokset tehdään VR:ssä yhdessä asiakkaan kanssa. Asiakkaat kommentoivat kokemuksiin VR:stä, jonka pohjalta lähdetään työstämään 3D Talo Oy:n käyttöön tulevaa VR-sisustussuunnittelusovellutusta.

# HUVILAHARJUN KOHTEEN SISÄLTÖ VR-SOVELLUKSESSA



## 1) Massamalli alkuperäisestä pohjaratkaisusta

- nykyiset vesiputket sijainti merkitty punaisella



## 2) Massamalli muokatusta pohjaratkaisusta

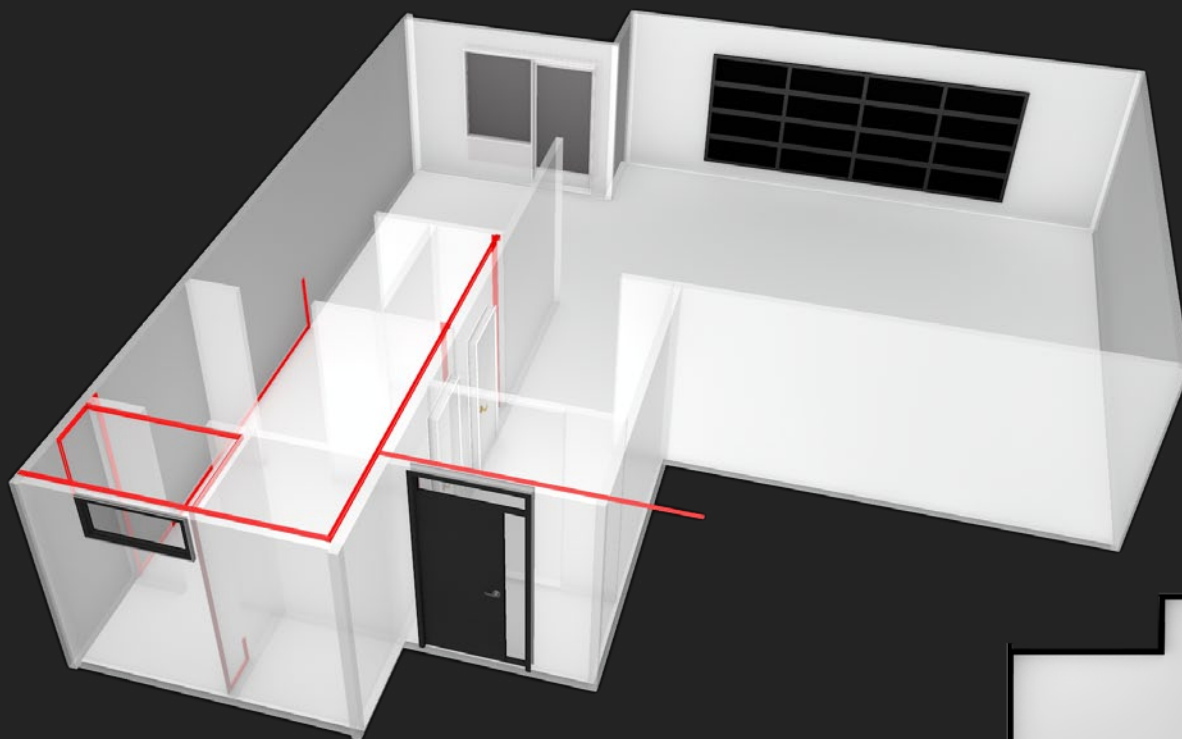
- uusien vesiputkien sijainti merkitty punaisella



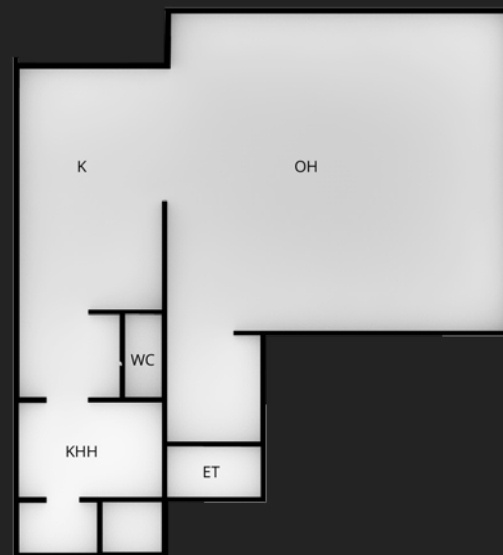
## 3) Kalustettu malli, jota pystytään muokkaamaan VR:ssä

- pintamateriaalien vaihto
- VR:ssä kulkeminen teleportilla
- kalusteiden lisääminen
- kurkistus kaapin sisälle
- kahden eri tuotteen vertaaminen

## Massamalli ja pohjapiirustus alkuperäisestä pohjaratkaisusta



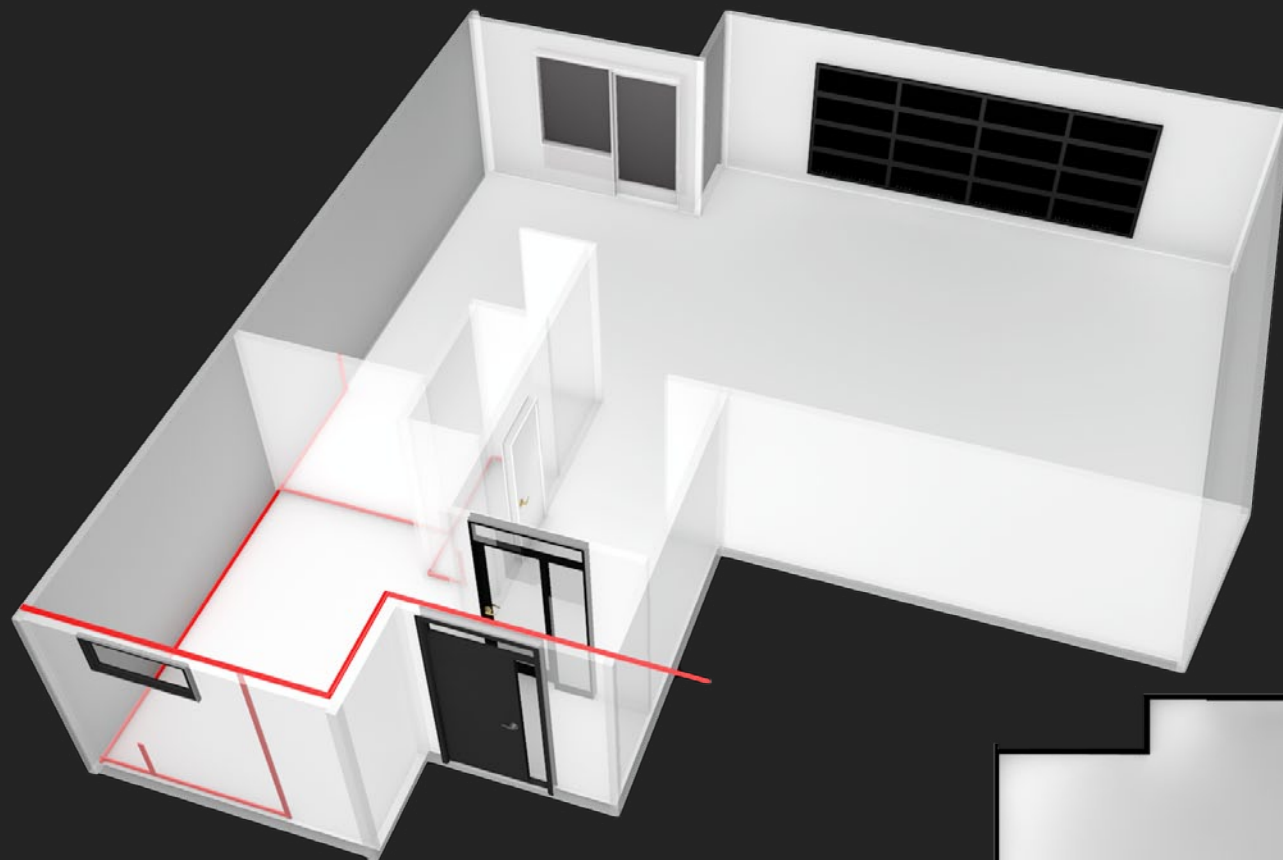
Kuva 48: 3D-mallinnus Huvilaharjun kohteesta nykyään.  
vesiputket merkitty punaisella



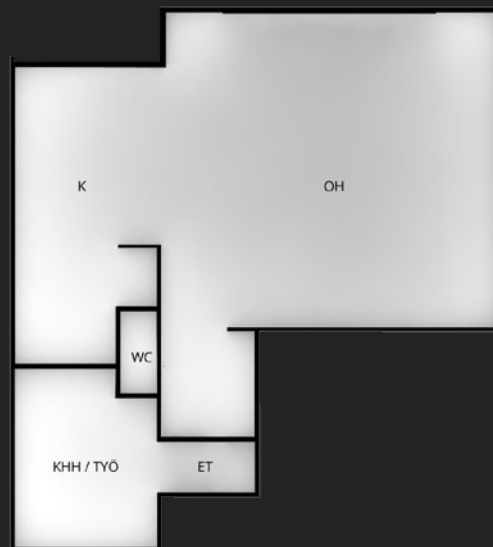
Kuva 49: Pohjapiirustus Huvilaharjun kohteesta nykyään



## Muokattu pohjaratkaisu



Kuva 50: 3D-mallinnus uudesta Huvilaharjun kohteesta.  
Vesiputket merkitty punaisella



Kuva 51: Uusi pohjaratkaisu Huvilaharjun kohteesta

## Kalustettu malli, jota pystytään muokkaamaan VR:ssä



Kuva 52: Visualisointi kalustetusta Huvilaharjun mallista

### 3) Kalustettu malli, jota pystytään muokkaamaan VR:ssä seuraavin toiminnoin

- **kodinhuoltohuoneen yläkaappien lisäys ja poisto**
- **seinä- ja lattiamateriaalien vaihto**
- **ruokapöydän kalusteiden värien vaihto**
- **keittiön kaappien vaihtaminen valkoisiksi tai saarnisiksi**
- **kurkistus kodinhuoltohuoneen kaapin sisälle**
- **3 eri rakennusmallin vaihtaminen napista**
- **kahden eri naulakon vaihtaminen**
- **liikkuminen teleportin avulla**

# 6. VR-SUUNNITTELU SOVELLUS

## 6.1 VR-sovelluksen suunnittelu

VR-sisustus suunnittelusovelluksen luominen 3D Talo Finland Oy:lle aloitetaan lähtötilanteesta, jossa kaikki sovelluksen osa-alueet kehitetään alusta asti. Mitään valmista, olemassa olevaa pohjaa tai ohjelmaa ei ole vielä olemassa. VR-suunnittelusovellus on ajan myötä kehittyvä ja muuttuva tilasuunnittelun työkalu. Aluksi tila tulee 3D-mallintaa tietokoneella, ja viedä VR:ään, jossa suunnittelijan määrittelemiä kohteita ja niiden materiaaleja pääsee muokkamaan. Aluksi VR-sovelluksessa oleva tuote- ja materiaalikirjasto on siis niukka, ja projektikohtaiset materiaalit viedään sovellukseen asiakkaan kokeiltaviksi. Jokaisen uuden projektin myötä sovelluksen kirjastoon kertyy yhä useampia materiaali- ja kalustevaihtoehtoja, joita pystytään käyttämään seuraavissa projekteissa.

VR-tuotekirjaston kasvaessa, tietokoneella mallintamista vaaditaan yhä vähemmän. Kun VR-sovelluksen tuotekirjastossa on runsaammin tuotteita, voi VR:ään viedä tilan massamallin, eli 3D-mallinnuksen, jossa on paikoillaan ainoastaan seinät, lattia, katto, ikkunat ja ovet. Muut elementit ja materiaalit lisätään VR:ssä. Kun mennään vielä hieman ajassa eteenpäin, tietokonemallinnus jää prosessista kokonaan pois, ja koko tila luodaan VR:ssä.

Kehityssuunnitelma VR-suunnittelusovelluksen suhteen on siis kolmivaiheinen, niin kuin edellä kerrottiin. Nyt lähdemme tutkailemaan prosessin ensimmäistä vaihetta. Lähtötilanteessa VR-sovellus on alkutekijöissään, ja sovellukseen lisätään toimintoja projektikohtaisesti. Tärkeimpiä toimin-

toja VR-suunnittelusovelluksessa on elementin valitseminen sekä sen koon, materiaalin ja värin määrittäminen. Lisäksi tarvitaan toiminto, jolla voidaan avata esimerkiksi kaapin ovia, ja katsoa, mitä kaluste pitää sisällään. Pilottihankeena toimivassa Huvilaharjun asunnossa suunnitteluun kuuluu kodinhoitohuoneen toimintojen uudelleen sijoittaminen, jolloin on tärkeää päästä katsomaan, missä kaapissa esimerkiksi pesutorni sijaitsee.

Käytännössä VR:ssä olijalla on kädessään kaksi ohjainta, joista toinen on "tuotepankki". Tuotepankissa on kaikki VR-tilaan valittavat tuotteet ja niiden materiaalit. Toisessa kädessä asiakkaalla on ohjain, jolla hän valitsee haluamansa tuotteen tuotepankista, ja raahaa sen VR-tilassa olevan objektin päälle valintansa mukaan. Tällä tavoin asiakas voi vaihtaa esimerkiksi VR-tilassa olevan tuolin materiaalia, tyyliä, väriä ja kokoa. Valittavissa ominaisuuksissa on ainoastaan sellaisia vaihtoehtoja, jotka on oikeasti mahdollista saada juuri kyseisestä tuotteesta. Esimerkiksi VR:ssä ei ole mahdollista valita Vepsäläisen sohvaan betoni-päällistä, koska sellaista sohva ei ole Vepsäläisen valikoimissa. Tämä takaa sen, että asiakkaalle tulostettava ostoslista hänen valinnoistaan on realistinen, ja asiakas saa hankittua tilaan valitsemansa kalusteet.

## 6.2 Mitä kaikkea VR-sovelluksella voi muokata?

- huonekalun muotoa / tyyliä
- huonekalun tai objektin materiaalia tai väriä
- huonekalun paikkaa
- materiaalin suuntaa
- lisäämään uuden objektin
- lisäämään valonlähteen
- lisäämään perusmuodot, joita voi muokata (esimerkiksi kuutiosta voidaan venyttämällä muokata seinä tai saareke)



### Kalusteen valitseminen ja vaihtaminen VR:ssä

Valikko on VR:ssä vasemman käden ohjaimessa, ja valikkoa selataan oikean käden ohjaimella liipaisimen avulla. Valikkoa selataan kuin älypuhelimien valikkoa: oikean ohjaimen liipaisimella tartutaan, ja raahataan valikkoa oikealle tai vasemmalle, ja esiin saadaan uusia tuotteita.

VR:ssä valitaan ensin mitä tuotetta halutaan lähteä etsimään: pöytiä, istuimia, kaappeja tai sänkyjä.

Valikko näyttää kaikki eri pöydät, jotka sinne on siinä vaiheessa kerrytetty.

Kun valitaan esimerkiksi Artekin pöytä, se napataan jälleen valikosta liipaisimella ja raahataan VR-tilaan. Nyt pöydän paikkaa voi vaihtaa tilassa ohjaimen avulla tai vaihtaa sen väriä, kokoa tai materiaalia.

Artek-pöytää osoittamalla päästään tarkemmin eri Artek-pöytien valikkoon, jossa on ne muodot ja koot, jotka on oikeasti markkinoilla tarjolla.

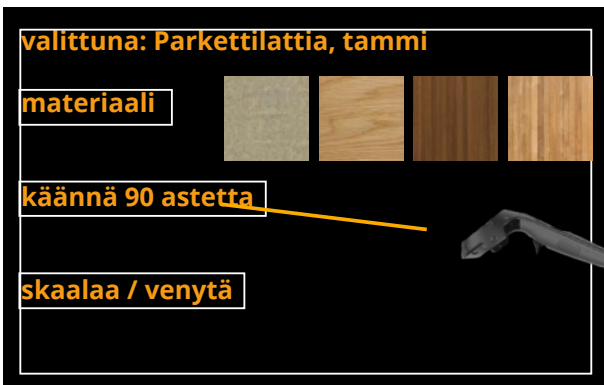
Jos halutaan vaihtaa suorakulmainen pöytä pyöreäksi, etsitään se valikosta oikean värisenä ja kokoisena, ja VR-tilassa oleva suorakulmainen pöytä vaihtuu pyöreäksi.

Kuva 53: Kalusteen vaihtaminen VR:ssä

## Materiaalin muokkaaminen VR:ssä



1) Ensimmäiseksi VR:ssä valitaan ohjaimen avulla haluttu kohde, jota lähdetään muokkaamaan, esimerkiksi lattia.



2) Seuraavaksi vasemman käden valikkoon tulee näkyviin valikko, josta valittua kohdetta pääsee muokkaamaan. Valitusta kohdesta voi olla näkyvissä myös muita tietoja, kuten tuotemerkki, jälleenmyyjä, hinta, lujuus yms.

Valikossa tuotteen materiaali voidaan vaihtaa, esimerkiksi eri puumateriaaliksi tai laataksi, sitä voidaan skaalata halutunkokoiseksi ja kääntää 90 astetta niin, että puunsyyt tai laatta kääntyy eri suuntaan.



3) Lattissa on nyt muokattu materiaali.

Kuva 54: Materiaalin muokkaaminen VR:ssä

Materiaaleihin ja tuotteisiin pystytään määrittämään myös tiettyjä lisäominaisuuksia, esimerkiksi maalista voi valita kiiltoasteen ja keittiön kaapin ovista korkeakiiltoisen tai matan pinnan. Materiaalin kiilto- ja valonheijastavuus vaikuttaa tilan kokonaisuuteen, ja siksi se on hyvä nähdä VR-tilassa mahdollisimman realistisena. Näin taataan se, että asiakas on lopputulokseen tyytyväinen. VR-ohjelmat tekevät niin realistista jälkeä, että ohjelmaan määritetty valo heijastuu niistä eri tavoilla riippuen materiaalin pinnasta. Näin ollen asiakas voi hyvillä mielein laittaa arvokkaan keittiön tilaukseen, kun hän on vakuuttunut sen toimivuudesta ja siitä, että se näyttää juuri siltä kuin hän halusikin.

Erilaiset valonlähteet heijastuvat pinnoista eri tavoilla, ja saavat saman tuotteen näyttämään eri valaistuksissa erityyppisiltä. Valaistussuunnittelman tekeminen onkin sisustussuunnittelun yksi tärkeimmistä vaiheista, ja se onnistuu helposti ja havainnollisesti VR-suunnitteluovelluksessa, samalla tavoin kuin tuotteidenkin valinta ja muokkaus. Asiakas pystyy lisäämään VR-suunnitteluovelluksessa valonlähteen, joita on eri tyyppisiä, aivan niin kuin on oikeitakin valoja. Esimerkiksi valaisimen sisällä oleva valonlähde hajaantuu laajemmalle alueelle ympäristöön valaisten koko tilaa. Lähempänä valaisinta valo on intensiivisempää kuin kauempana. Joistakin objekteista voidaan tehdä myös itsessään valonlähteitä, esimerkiksi keittiön saarekkeen päällä oleva valokatto. Epäsuoraa valoa voidaan lisätä esimerkiksi levyn tai listan taakse. Luonnonvalossa tila näyttää erilaiselta kuin keinovalossa, ja luonnonvalo luo tilaan erilaiset varjot kuin keinotekoinen valo. Spotti-valo luo valokeilan, jolla voidaan korostaa sitä kohtaa tilasta, mihin valokeila osuu. Hyvin suunniteltu valaistus luo tilaan mielenkiintoa, syvyyttä sekä näyttävyyttä, ja sillä luodaan tilaan haluttu tunnelma. Lisäksi toimivalla valaistussuunnittelulla on myös käytännön puoli, se voi auttaa keskittymään työhön paremmin, auttaa jaksamaan, auttaa rentoutumaan, ja oikean värinen valo vaikuttaa jopa siihen, onko ihmisellä lämmin vai kylmä.



Kuva 55: Materiaalit muokataan halutunlaisiksi 3D-ohjelmissa, jotta VR-tila on mahdollisimman realistinen

## 6.3 VR-sovelluksen esittely ja käyttö Huvilaharjun kohteessa

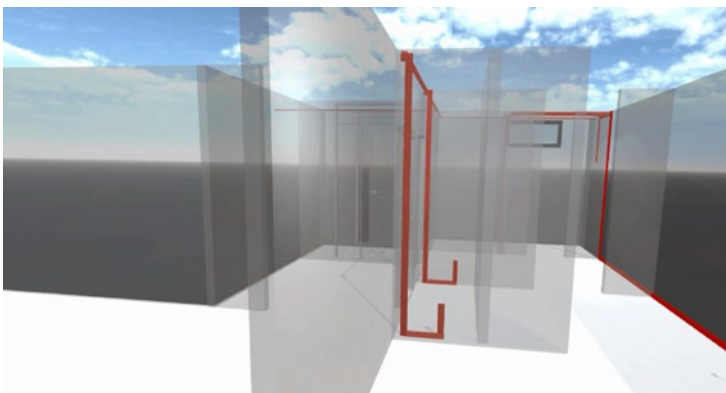


Kuva 56: Alkutilanne VR:ssä

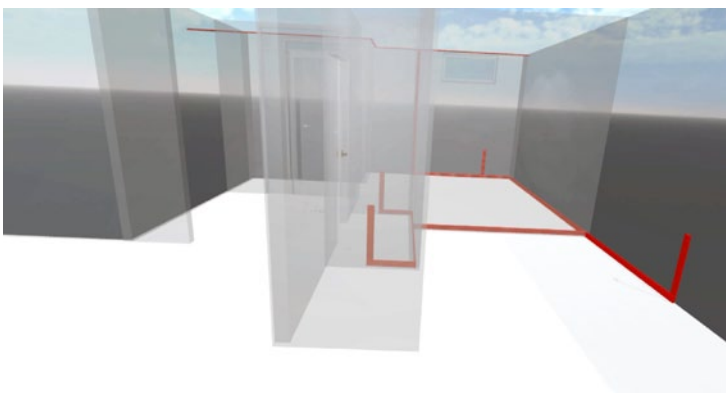
Asiakas on nyt VR-tilassa, ja hän näkee mallinnetun, muuttuneen tilan ympärillään. Kokemus on hyvin aidon tuntuinen, melkein kuin asiakas olisi tilassa oikeasti. Hänellä on kädessään ohjain, jonka avulla materiaalien muokkaus ja liikkuminen tapahtuu.



Kuva 57: Keittiön kalustettu malli



Kuva 58: Nappia painamalla saadaan esiin saman kohdan näkymä nykyisellä pohjaratkaisulla. Nykyiset vesiputket on merkitty punaisella.



Kuva 59: Nappia painamalla saadaan esiin saman kohdan näkymä uudella, muuttuneella pohjaratkaisulla. uudet vesiputket merkitty punaisella.

VR:ssä on kolme eri skeneä: massamalli alkuperäisestä pohjaratkaisusta vesiputkineen, massamalli uudesta pohjaratkaisusta vesiputkineen ja kalustettu, muokattava malli. VR:ssä näitä eri malleja pystyy vaihtamaan nappia painamalla, ja tila asiakkaan ympärillä muuttuu. Jos asiakas haluaa katsoa jotain tiettyä kohtaa tilasta, hän pystyy liikkumaan eri paikkoihin ohjaimessa olevan teleportin avulla. Asiakas pystyy myös paikallaan ottamaan muutamia askelia eri suuntiin, riippuen siitä, kuinka isossa tilassa hän fyysisesti on sillä hetkellä.

Esimerkiksi keittiön muutosta asiakas voi vertailla katsomalla ensiksi kalustettua mallia, ja sen jälkeen vaihtamaan tilan alkuperäisen pohja-mallin, ja sen jälkeen uuden pohja-mallin.

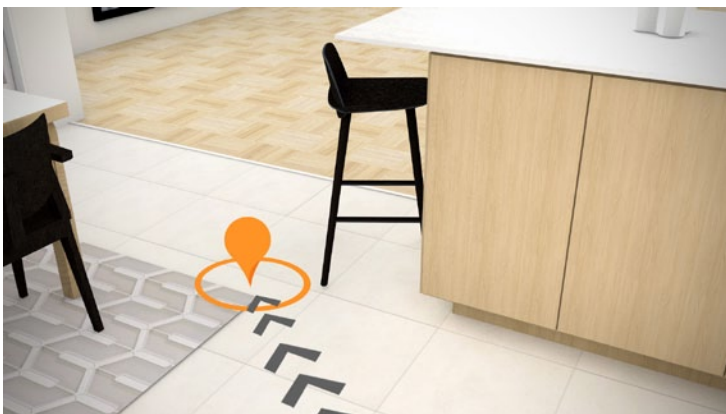






Kuva 60: Materiaalien vaihtaminen onnistuu osoittamalla kohdetta, ja painamalla ohjaimen isoa keskinäppäintä.

Asiakas voi vaihtaa seinä- ja lattiamateriaaleja määritetyistä paikoista, määritetyin materiaali- vaihtoehdoin. Esimerkiksi keittiön laattaseiniä vaihtaminen onnistuu, kun ohjaimen osoittaa seinään, ja painaa ohjaimen suurta keskinäppäintä. Näin asiakas voi vertailla eri laattoja vaihtamalla esimerkiksi eri seiniin eri laatat.



Kuva 61: Liikkuminen tapahtuu teleporttaamalla.

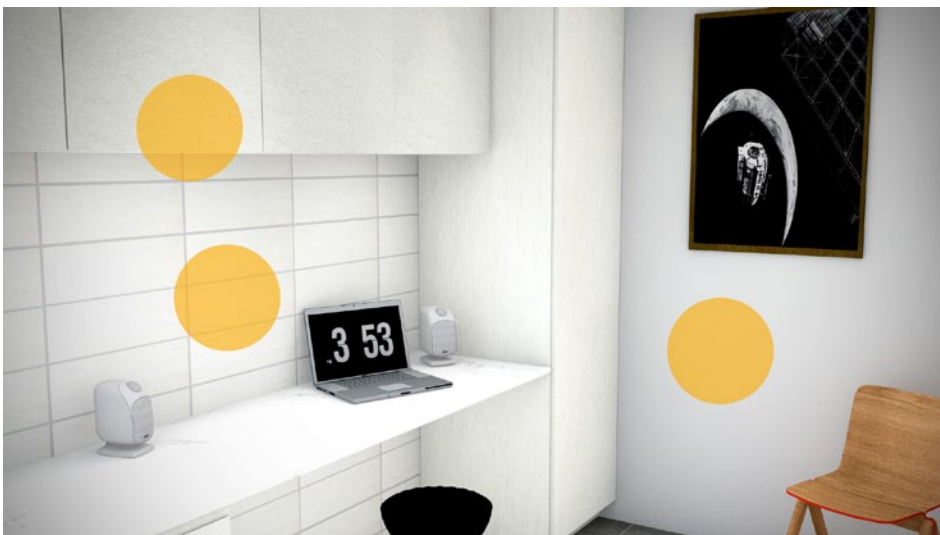
Liikkuminen tapahtuu teleporttaamalla itsensä haluttuun paikkaan tilassa. Liikkumisnäppäin on ohjaimen alapuolella oleva liipaisin. Kun liipaisimen painaa pohjaan ja osoittaa lattiaan, näkee edessään pinnan. Kun liipaisimesta päästää irti, siirtyy pinnan osoittamaan kohtaan tilassa.





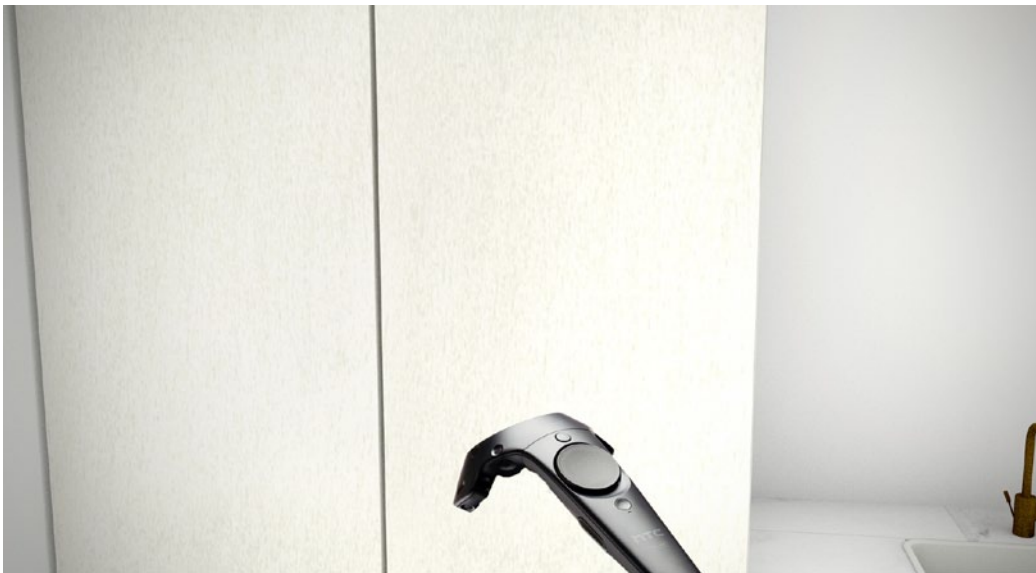
Kuva 62: Päätöksenteon tukena esimerkiksi yläkaapit saa näkyviin ja pois päältä.

Kodinhoituhuoneessa työpisteen yläpuolelle saa yläkaapit näkyviin ja pois päältä painamalla isoa keskinäppäintä, samalla tavalla kuin materiaalien muokkaamisessa. Näin asiakas voi vertailla kahta eri asetusta, ja miettiä kumpi vaihtoehdoista miellyttää häntä enemmän. Yläkaappien vaikutuksen näkee heti koko muuhun tilaan, ja näkymää voi käydä katsomassa vertailun vuoksi läheltä ja kaukaa. Lisäksi seinä- ja lattiamateriaaleja voi vaihtaa samalla tavalla kuin muissakin tiloissa. Tässä esimerkissä harmaa seinä on muokattu vaaleammaksi, välitilan pleksin tilalle on laitettu laatat ja yläkaapit muokattu näkyviin.



Kuva 63: VR:ssä on helppo kokeilla eri materiaaliyhdistelmiä.



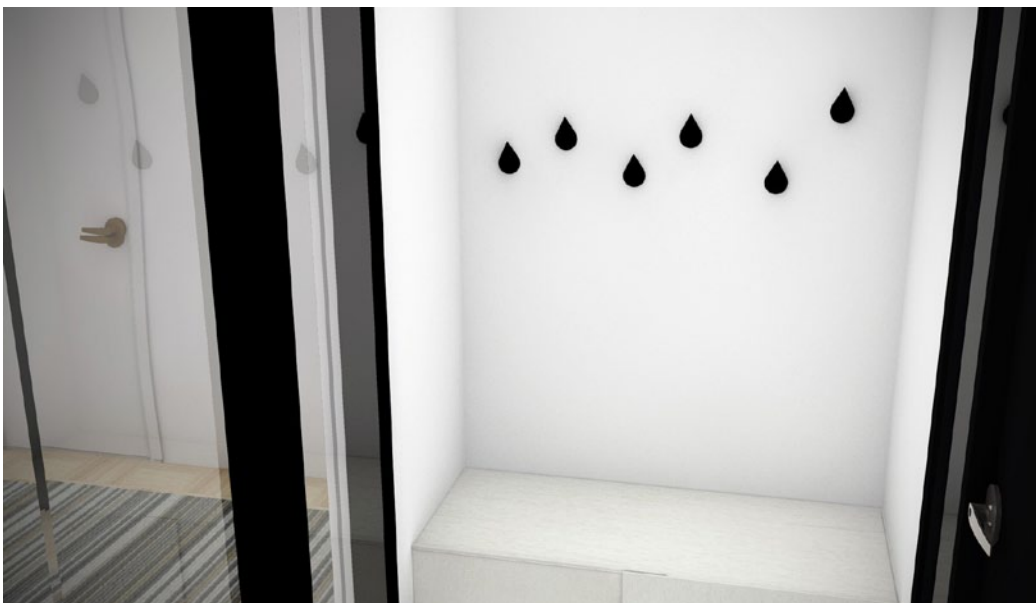


Kuva 64: Kodinhoituhuoneen kaapin sisälle pystyy kurkistamaan viemällä ohjaimen lähelle kaapin ovia.



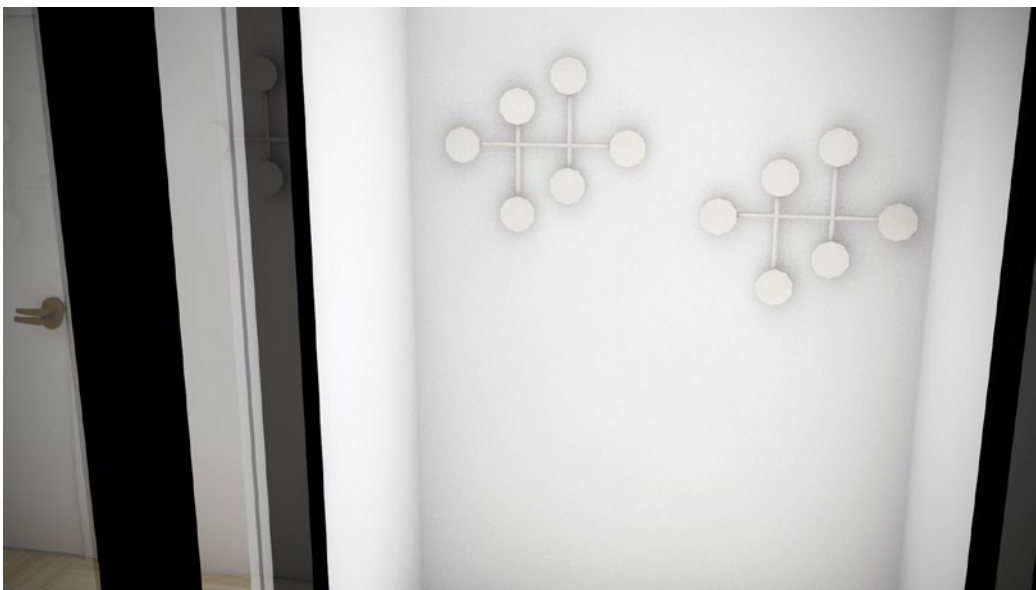
Kuva 65: Näkymä kaappiin ilman ovia.

Samalla tavoin, kuin kodinhoituhuoneen yläkaapit saa näkyviin ja pois näkyvistä, on myös mahdollista soveltaa samaa ideaa esimerkiksi kaapin sisälle kurkistamiseen. Kodinhoituhuoneen suunnittelussa yksi tärkeä osuus on toimintojen oikeanlainen sijoittelu. VR:ssä kaapin sisälle pystyy kurkistamaan viemällä ohjaimen tarpeeksi lähelle kaapin ovia, jolloin ne häviävät näkyvistä määrätyksi ajaksi. Näin asiakas pystyy miettimään, vastaako kaappien sisältö omia tarpeita, vai onko tarpeen tehdä muutoksia. Kaapin ovet palaavat näkyviin hetken päästä, kun VR-tilassa liikkuu hieman kauemmaksi.

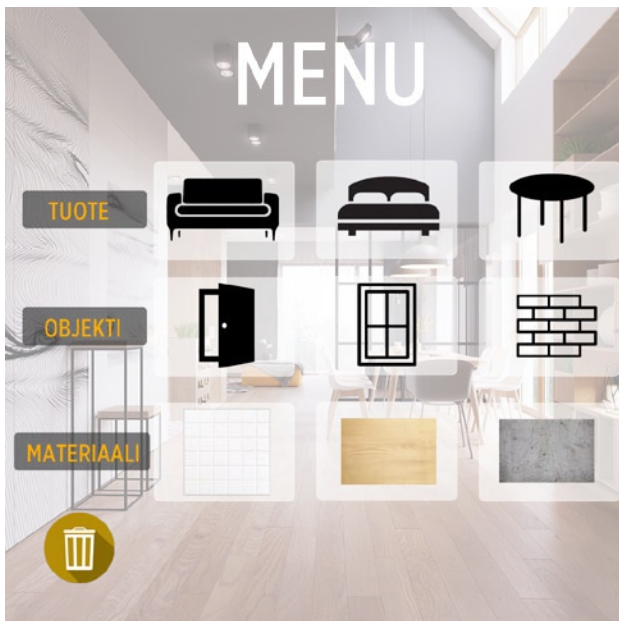


Kuva 66: Eteisen naulakkovaihtoehto numero yksi, mustat Dropit-koukut.

Kahden eri tuotteen vertaaminen onnistuu Huvilaharjun tilassa eteisessä, jonne on määritetty kaksi eri naulakkoa. Viemällä ohjaimen tarpeeksi lähelle naulakkoa, saa naulakkoa vaihdeltua kahden eri vaihtoehdon välillä. Tuotteen näkee aidontuntuisessa ympäristössä oikeassa mittakaavassa, jolloin valinnan tekeminen helpottuu. Esimerkiksi nettikaupassa tai myymälässä nähtyä tuotetta voi olla hankala kuvitella omaan kotiinsa.



Kuva 67: Eteisen naulakkovaihtoehto numero kaksi, Menu Afternoon seinänaulakko.



Kuva 68: Käyttöliittymän ideointia



Kuva 69: Käyttöliittymän ideointia

Vasemman käden ohjaimen on tarkoitus suunnitella tuotavalikko, josta löytyy eri materiaali- ja kalustevaihtoehdot sekä eri toiminnot niiden muokkaamiseksi. Käyttöliittymän suunnittelu on vasta idea-tasolla, ja pilottihankkeen käytännön kokeilujen myötä saadaan tärkeää lisäinfoa siitä, mitkä toiminnot ovat tärkeimpiä tilan muokkaamiseen, ja millä tavalla niiden on hyvä toimia. Käyttöliittymän suunnittelu jatkuu pidemmälle kevääseen ja kesään, ja sisältö laajenee aina jokaisen uuden projektin myötä. Huvilaharjun kohteessa tuotevalikko ei ole vielä käytössä, mutta se on ohjaimessa esillä esimerkin vuoksi.

VR:ään on mahdollista suunnitella useampia erilaisia käyttöliittymiä, kuten ohjaimessa kiinni oleva, kompaktin kokoinen, yksiruutuinen valikko. Tällainen valikko kulkee kätevästi VR-mallissa mukana, eikä se peitä näkyvyyttä. Valikkoa pystyy seläämaan oikealle ja vasemmalle sekä avata eri kategorioita, kuten tuote-, objekti- ja materiaali-valikot. Näin saadaan esille lisäinfoa.

Toinen esimerkki on kaareva tai suora, suurempi valikko, joka ilmestyy VR:ssä olijan eteen nappia painamalla. Usein tällaista valikkoa käytetään, mikäli halutaan saada paljon infoa tai suuria kuvia suoraan näkyville. Kaareva käyttöliittymä voi olla 360 astetta ihmisen ympärillä.

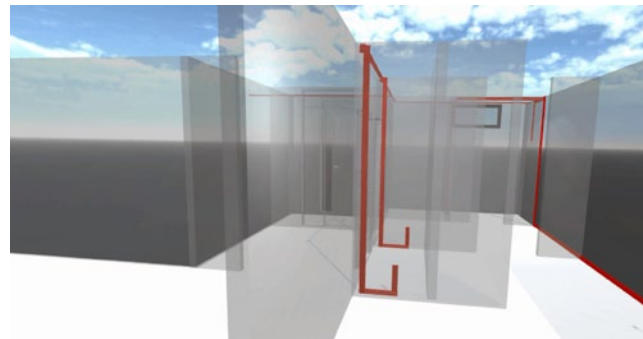
Huvilaharjun VR-esittelyvideo on katsottavissa osoitteessa: [https://www.youtube.com/watch?v=oH256T\\_wCQQ](https://www.youtube.com/watch?v=oH256T_wCQQ)

## 6.4 Asiakkaan kokemukset pi-lottihankkeen VR-suunnittelusta

Suunnitteluasiakkaan mielestä VR-sisustus-suunnittelussa pääsee eri tavalla kokemaan tilakokonaisuuden. 2D-mallinnuksessa asiakas ja suunnittelija joutuvat kuvittelemaan sen, miltä lopputulos tulee tarkalleen näyttämään. Asiakkaan mielestä ilman VR-suunnittelua kokonaisuus saattaa jäädä hahmottumattomaksi tai siitä päästään keskustelemaan vasta kohteen valmistuttua. Huvilaharjun tapauksessa muutostyöt ovat suhteellisen vaativia, sillä kodinhoitohuoneen ja keittiön koot ja kulkuväylät muuttuvat, ja kodinhoitohuoneeseen halutaan lisätä työpiste. Tilakokonaisuuden kokeminen VR:ssä antoi asiakkaille heti varmuuden, että mielekäs, esteettinen ja toimiva kokonaisuus lopputuloksena on mahdollinen saavuttaa, vaikka tilojen toiminnallisuudet monipuolistuvat, eikä neliöitä tule lisää.

Asiakkailla on hieman aiempaa kokemusta VR:ssä liikkumisesta, ja he kertovat ensimmäisen VR-kokemuksen olleen vaikuttava. VR on heidän mielestään helppokäyttöinen, ja kuka tahansa pääsee nopeasti jyvälle, mistä siinä on kysymys. Heillä on ollut aikaisempaa kokemusta keittiöremontista, jossa heillä oli apuna keittiösuunnittelija ja remonttifirma. "Pohjapiirustusten ymmärtäminen vaati aikansa, mutta kohtalaisen hyvin niiden perusteella pääsimme yhteisymmärrykseen omista toiveistamme ja toteutusmahdollisuuksista", kertoo asiakas aiemmista suunnittelukokemuksistaan.

Huvilaharjun tapauksessa kokonaisuuden hahmottaminen on ollut tärkein asia asiakkaille. Myös eri materiaalien testaaminen esimerkiksi keittiössä on myös hyvin tärkeää. Asiakkaiden



Kuva 70: Huvilaharjun kohteessa VR-suunnittelu tarjosi apua erityisesti LVI-suunnittelun osalta

mielestä on hienoa, että siitä saa kokemusta jo projektin suunnitteluvaiheessa. Asiakkaat kokivat, että VR-suunnittelussa otetaan asiakkaan tarpeet ja toiveet paremmin huomioon, kuin normaali sisustussuunnitteluprosessissa. VR-kokemus tuntuu kuin olisi tilassa oikeasti, ja siksi asiakas osaa paremmin kertoa, miltä tila tuntuu, ja mitä asioita hän toivoo siellä muutettavan. Remontin sujuvuuden ja onnistumisen kannalta on tärkeää, että VR:llä saa käsityksen myös remontin teknisistä vaatimuksista. "VR:ssä voisi näkyä esimerkiksi putket ja sähköjen vedot, ennen ja jälkeen remontin. Se auttaisi hahmottamaan remontin prosessin kannalta, miten vaativista muutostöistä on kyse." Tämä asiakkaan toive otettiin huomioon jo heti projektin alkuvaiheessa, ja sen vuoksi projektiin on otettu mukaan LVI-suunnittelija, joka suunnitteli vesiputkien uudet sijainnit muuttuneeseen tilaratkaisuun.

Asiakkaan mukaan VR:stä on apua myös kalusteiden hankinnassa. Asiakkaan omien kokemusten mukaan kalustehankinnassa haasteena on ottaa huomioon myymäläympäristön vaikutuksen kalusteisiin. Hänen mukaansa ongelmana on usein myös se, että tarkempia mittoja omasta tilasta ei tule otettua myymälään mukaan, ja kalusteiden koon arvioiminen jää oman silmän varaan. "Myy-mälään joudutaan palaamaan mittojen ja kännyk-käkuvien kanssa. Tällöin ostos voi parhaimmassa tapauksessa onnistua, mutta silti useimmiten tulee hankituksi väärän kokoisia tai värisiä tuotteita." Asiakkaiden olohuoneessa onkin tällä hetkellä neljä liian isoa Fatboyn säkkituolia muistuttamassa kalusteiden hankkimisen haasteista.

VR:ssä kalusteiden koon, materiaalin ja tyylin sopivuuden omaan kotiin näkee heti oikeassa mittakaavassa. "Totta kai VR antaa aidomman tuntuksen kokemuksen kuin pelkät piirustukset. Yksittäiset valinnat voi saman tien kytkeä osaksi kokonaisuutta esimerkiksi materiaalien osalta. Jos joku lattia miellyttää, sen sopivuutta osana kokonaisuutta voi saman tien kokeilla."



Kuva 71: Alkuperäinen keittiö



Kuva 72: uusi-muokattava keittiö VR:ssä

# 7. VR:N HYÖDYT JA KEHITYSKOORTEET

## 7.1 VR-sisustussuunnittelun hyödyt suunnittelijalle ja asiakkaalle

VR-sisustussuunnittelun hyötyjä asiakkaan näkökulmasta on paljon verrattuna nykyiseen suunnitteluprosessiin. Ensinnäkin, suunnittelun lähtökohta on sama kuin normisuunnittelussakin, eli alkukartoituksessa asiakas kertoo suunnittelijalle toiveensa. Alkukartoituksen pohjalta tehty VR-mallinnus rakenteineen, kalusteineen, materiaaleineen ja valaistuksineen oikeassa mittakaavassa on asiakkaalle paljon selkeämpi tapa esittää suunnittelijan visio, kuin 3D-mallinnuksien pohjalta otetut 2D-kuvat. 2D-kuvien ongelmana on, että ne jättävät huomattavan paljon mielikuvituksen varaan, eikä asiakas välttämättä saa käsitystä, mistä kohdasta tilaa kuva on, tai miten tilan suunnitelma jatkuu kuvan ulkopuolella. Näitä ongelmia tulee esimerkiksi 2D-pohjapiirustuksen ja 2D-seinäprojektien kanssa. Myös kolmiulotteiset visualisointi-kuvat tilasta kertovat suhteellisen vähän koko tilan tunnelmasta, kun vertaa siihen, että asiakas pääsee ikään kuin fyysisesti tilan sisälle.

Kun asiakas pääsee tutkimaan tilaansa VR:ssä, hän voi itse vaikuttaa siihen, kuinka kauan hän haluaa tutkia joitain tiettyjä kohtia tai mihin hän suuntaa katseensa. Kun asiakas pääsee VR:ssä vaihtamaan eri pintamateriaaleja, hän näkee heti sen vaikutuksen koko muuhun tilaan, ja miten hyvin materiaali toimii suhteessa muihin materiaaleihin. Asiakas näkee tilan oikeassa mittakaavassa, jolloin tilan fyysisen koon ymmärtää paremmin, kuin esimerkiksi 1:50 pohjapiirustuksesta. Asiakkaan on riskitöntä kokeilla tilaansa rohkeampiakin ratkaisuja, ja sitten päättää toimivatko ne vai ei. Nykyään ongelmana on se, että esimerkiksi räväkän seinämaalain tai -tapetin vaikutuksen tilaan näkee realistisesti vasta sitten, kun seinän on oikeasti maalannut tai tapetoinut. Tässä vaiheessa huomattua virhear-

viontia on vaivalloista, kallista lähteä muuttamaan.

VR-suunnittelun hienous piilee myös siinä, että asiakas osallistetaan suunnitteluprosessiin ja materiaalivalintojen tekemiseen uudella tavalla. Kun asiakas pääsee suunnittelemaan tilaansa VR:ssä suunnittelijan avustuksella, hän luo tilaan tunnelman. Asiakkaalle jää projektista positiivinen kokemus, ja hän kokee, että on itse päässyt vaikuttamaan asioihin. Asiakkaan osallistaminen ja suunnitteluprosessin pelillistäminen ovatkin käänteentekeviä elementtejä sisustussuunnittelussa.

Kun asiakas on mielestään tutkinut ja muokannut tilaa tarpeeksi VR:ssä, on sieltä helppo ottaa sen jälkeen asiakkaalle mukaan annettavat materiaalit, kuten pohjapiirustus, seinäprojektiot ja visualisoinnit niistä kohdista, mistä asiakas ne haluaa ja mitkä kohdat suunnittelija kokee tärkeimmiksi. Vaihtoehtona on myös ottaa VR:ssä muutaman minuutin video, mikäli asiakas kokee hyötynsä siitä. Asiakkaalle tulostetaan myös lista hankittavista kalusteista hänen valintojensa perusteella. Tämä edellyttää sitä, että VR-sovellukseen on kertynyt yhteistyökumppaneiden tuotteita kalustekirjastoon, ja heillä on 3D Talon kanssa yhteistyösopimus.

Asiakkaalla on selkeä kuva tulevasta tilasta ennen kuin remontti on alkanut. Hänellä on olo, kuin hän olisi jo käynyt tilassa. VR-sovellus imitoi aitoa ympäristöä, ja näin ollen on helppo välttää epäkäytännöllistä suunnittelua. Esimerkiksi liian ahtaat kohdat tilassa, epäkäytännölliset ja väärän kokoiset kaapit sekä liian korkeat tai liian matalat työtasot jäävät helposti huomaamatta ilman VR:ää.



## Miten asiakas hyötyy VR-suunnittelusta?

VR:ssä asiakas pääsee katsomaan suunnitelmaa aidontuntuudessa ympäristössä (vertaa 2D-kuvat)

VR:ssä asiakkaan on helppo hahmottaa mittasuhteet, ja valintojen vaikutuksen koko muuhun tilaan. Asiakkaan ei tarvitse kuvitella lopputulosta.

Asiakas pääsee osallistumaan tilan suunnitteluun muokkaamalla materiaaleja ja kalusteita VR:ssä

Asiakas on varmistunut siitä, että kokonaisuus toimii, eikä remontin jälkeen tule ikäviä yllätyksiä tai lisää rahanmenoa

Asiakkaalla on selkeä kuva lopputuloksesta ennen kuin remontti on edes alkanut

Uusien materiaalien ja kalusteiden vertailu jo olemassa olevien tuotteiden kanssa. Varmuus = ostopäätös

## Miten rakennusalalla hyödyttään virtuaaliteollisuudesta?

VR:ssä rakennuttajat ja asiakas pääsevät yhdessä katsomaan suunnitelmaa aidontuntuisessa ympäristössä (vertaa 2D-kuvat).

VR:ssä rakennuttajan ja asiakkaan on helppo hahmottaa mittasuhteet, ja valintojen vaikutuksen koko muuhun tilaan. Lopputulosta ei tarvitse kuvitella.

Talonrakennusprojektissa arkkitehti, LVI-asiantuntijat ja sisustussuunnittelija voivat käyttää samaa VR-mallia omaa työtään hyödyttävällä tavalla.

Remontin aikana ei tule ikäviä yllätyksiä tai informaatiokatkoksia.

VR:ssä on helppo testata monimutkaisia ideoita ja suunnittelijan visio ymmärretään helposti

Jokainen projektin osapuoli on ajan tasalla tehdyistä muutoksista ja tiedotuksista.

“Tehtyjen tutkimusten mukaan ihminen muistaa 10 % lukemastaan, 20 % kuulemastaan, 30 % näkemästään ja **90 % tekemästään.**  
**VR = tekemällä kokemista”**

- Tero Pänkäläinen /  
Deeptale Oy

## 7.2 Mahdollisia ongelmia ja niiden ratkaisut

**Ongelma: VR:ssä ei saa tehtyä persoonallisia ratkaisuja, kun kaikkia tuotteita ei löydy tuotekirjastosta.**

Ratkaisu: Suunnitteluprosessin alussa suunnittelija tekee asiakkaan kanssa alkukartoituksen, jossa ilmenee asiakkaan tyyli ja toiveet. Kartoituksen pohjalta suunnittelija voi valita VR-sovellukseen muutamia eri vaihtoehtoja, jotka sopivat asiakkaan tyyliin. Jos kyseisiä tuotteita ei vielä ole VR-kirjastossa, on ne suhteellisen nopeasti mallinnettavissa. Kun tuote on kerran mallinnettu, se jää kirjastoon seuraavia projekteja varten. Nykyisessäkin suunnitteluprosessissa suunnittelija valitsee yleensä maksimissaan 3 vaihtoehtoa, jos hän löytää useamman hyvän vaihtoehdon. Jos jostain syystä asiakas ei olisi näihin muutamaan vaihtoehtoon vielä tyytyväinen, on hänellä oikeus valita tilaansa joku aivan muu tuote, mutta silloin hän ei näe tuotetta VR:ssä, eikä kyseisen tuotteen toimivuus / hankinta ole suunnittelijan vastuulla.\*

\* Yleensä suunnittelusopimuksessa mainitaan, että sopimus kattaa suunnittelutyön kertaalleen tehdynä. Mikäli asiakas haluaa tietystä asiasta lisää materiaalia tai useampia vaihtoehtoja tai kohteen uudelleen suunnittelua, on tästä sopimukseen nojaten oikeus tehdä uusi kyseistä asiaa koskeva sopimus, ja suunnittelija on oikeutettu veloittamaan tästä asianmukainen summa. (Olin, Kulovesi, Lukander, Hansio. 1995. 1-4.)

Suunnittelijoilla yleensä on tietyt yhteistyökumppanit ja jälleenmyyjät, joilta he tilaavat suunnitel-

miin tulevat tuotteensa. Tästä muodostuu myös osittain suunnittelijan tyyli, ja asiakkaat tietävät heti minkätyylistä suunnittelua yritys tarjoaa, ja osaa näin ollen valita suunnittelijan sen mukaan.

**Ongelma: Asiakas haluaa toteuttaa tilaansa jotain sellaista mikä ei ole jostain syystä mahdollista. Esimerkiksi purkaa kantavia rakenteita.**

Ratkaisu: Sama ongelma voi olla myös nykyisin suunnitteluasiakkaan kanssa. Sitä varten projektissa on suunnittelija mukana, että hän tietää mikä kaikki on mahdollista toteuttaa juuri kyseiseen tilaan, ja kertoo tarvittaessa muista vaihtoehtoista. VR-suunnitteluovellukseen on mahdollista koodata rakennusmääräyksien mukaan esteitä tietyille ratkaisuille, kuten kantavan seinän poistamiselle. Sovellus siis osaisi itse ilmoittaa siitä, että kyseinen toiminto ei ole mahdollista.

**Ongelma: Asiakas ei osaa käyttää VR:ää.**

Ratkaisu: Sisustussuunnitelma käydään VR:ssä läpi suunnittelijan avustuksella, jolloin hän on opastamassa sen käytössä. VR:n käytön omaksuu nopeasti, vaikka laitetta ei olisikaan aiemmin käyttänyt. Ohjainten käyttö ja tilassa liikkuminen tapahtuu vaistomaisesti, sillä ihminen mieltää tilan miltei aidoksi ympäristöksi.

### **Ongelma: Asiakas on toiselta paikkakunnalta eikä pääse tapaamaan suunnittelijaa.**

Ratkaisu: Asiakkaan ei tarvitse välttämättä tulla fyysisesti samaan paikkaan suunnittelijan kanssa, vaan palaveri voidaan pitää myös etänä, mikäli asiakkaalla on kotonaan VR-laitteisto. Tarvittaessa suunnittelija voi myös mennä asiakkaan luokse VR-laitteiston kanssa, sillä se kulkee kätevästi paketissa, ja sen asentaminen paikan päällä vie vain noin 10 min. Kolmas vaihtoehto on se, että asiakkaalle lähetetään video, joka on otettu siten, että suunnittelijaitse on VR:ssä suunnitelmansa tilassa, ja esittelee samalla mitä on missäkin.

### **Ongelma: Tilan mallintaminen vie kauan aikaa.**

Ratkaisu: Tilasuunnittelu on siirtymässä enemmän 3D-mallinnukseen, ja vanhat 2D-ohjelmat ovat pikkuhiljaa jäämässä pois. 3D-mallinnusohjelmat kehittyvät koko ajan, ja tilan mallinnus on päivä päivältä kätevämpää. Kaikista eniten aikaa vievä osa suunnittelussa on käsin piirtäminen, jossa virheen sattuessa koko kuvan piirtäminen pitää aloittaa alusta, ja jossa mittaus tapahtuu mekaanisesti viivoittimella. Lisäksi esimerkiksi 2D-seinäprojektiokuvat tehdään viiva kerrallaan, mikä on todella aikaavievää, kun mittoja täytyy tarkistaavähänväliä.

Tilan 3D-mallintaminen on paitsi näppärää, se säästää aikaa, ja VR:ään vietyä on satakertaisesti informatiivisempi tapa esittää sisustussuunnitelma asiakkaalle, kuin pelkkien kuvien näyttäminen. Sitä mukaan, kun VR-sovelluksen tuotekirjastoon kertyy uusia materiaaleja ja tuotteita, tilan mallintaminen käy yhä nopeammaksi. Tulevaisuudessa koko tilan mallintaminen siirtyy suoraan VR:ään, ja tietokone-mallinnusosio jää kokonaan pois.

### **Ongelma: Asiakas ei halua maksaa tilan 3D-mallinnuksesta.**

Nykyisessä sisustussuunnitteluprosessissa

asiakkaalle on normaalisti toimitettu ainoastaan 2D-pohjapiirustus ja seinäprojektiot sekä käsin tehty perspektiivikuva. Asiakas ei monestikaan ole valmis maksamaan 3D-mallinnuskuvista näiden aineistojen lisäksi, koska siihen on kulunut jo aikaa, eikä 3D-kuva välttämättä anna tarpeeksi paljon lisäinfoa.

VR-suunnittelussa pohjapiirustuksen ja seinäprojektien tekeminen jää välistä, ja kaikki tarvittava lisämateriaali saadaan VR:stä vaittomasti asiakkaalle. Tilan 3D-mallinnus ja suunnitelman muokkaus VR:ssä ovat nopeampi, helpompi ja antoisampi tapa tehdä sisustus-suunnittelua, kuin nykyisen menetelmän käsi-piirustukset ja tietokoneella tuotetut 2D-kuvat.

### **Ongelma: VR-malli ei ole tarpeeksi aidon näköinen.**

Vaikka VR:ää ja AR:ää on saatavana eri laatusina, monet suunnittelun asiantuntijat ja kodinomistajat ovat sitä mieltä, että ne ovat parempia, kuin että jättäisi asioita mielikuvituksen varaan. Lisäksi VR-suunnitelmat ja AR-elementit ovat helpommin luettavia kuin muut suunnitelmat. (Murphy, K. 10.5.2016 b.) Virtuaalitodellisuuden näköinen malli, jossa havaitaan esimerkiksi ilmassa leijuvat pölyhiukkaset, ja lasitasossa olevat sormenjäljet. Tämän lopputuloksen aikaansaaminen edellyttää ainoastaan sitä, että asiakas on valmis maksamaan useammista työtunneista, mikäli haluaa päästä huippurealistiseen lopputulokseen. VR-sovelluksen kehittyessä realistiseen lopputulokseen päästään kuitenkin koko ajan helpommin, kun sovellukseen voidaan valmiiksi ohjelmoida, että esimerkiksi lasipinnassa on sormenjäljet tai ilmassa leijuu pölyhiukkasia. Seuraavissa projekteissa nämä asetukset tulevat automaattisesti määritettyihin paikkoihin.

## 8. VIRTUAALI-SOVELLUKSEN MERKITYS JA TULEVAISUUS



Kuva 73: Tunnelmakuva

Opinnäytetyöni tarkoituksena on tarjota 3D Talolle toimiva tilasuunnitteluun soveltuva työkalu, jonka avulla he voivat tarjota asiakkailleen tilasuunnittelupalvelua. Tavoitteena on, että tilasuunnittelu helpottuu ja pysyy ajan-tasalla tekniikan kehittyessä nopeasti. Tavoitteena on myös olla yksi ensimmäisistä VR-sisustusta tarjoavista firmoista Suomessa.

Projektista on myös minulle hyötyä suunnittelijana, koska uuden asiakasprojektin myötä opin paljon uutta VR:stä, ja sain arvokasta käytännön kokemusta sisustussuunnittelusta. Lisäksi opin käyttämään uusia mallinnus-ohjelmia, kuten Cinema4D:tä ja hieman ohjelmoijien käyttämää Unityä. Opin ymmärtämään Virtual Realityyn liittyvän suunnitteluprosessin mallinnuksesta ja koodauksesta valmiiseen tuotteeseen.

Kun VR-sisustussovellutuksen materiaali- ja tuotekirjasto monipuolistuu ja laajentuu erilaisten yhteistyökuvioiden myötä, VR-suunnitteluprosessi helpottuu. Silloin suunniteltavasta tilasta tarvitsee mallintaa ainoastaan massamalli, ja laittaa se sovellutukseen muokattavaksi. Tästä vielä seuraava askel on se, että myöskään tilaa ei tarvitse erikseen mallintaa 3D-ohjelmilla, vaan se luodaan suoraan VR:ssä. Näin tekee esimerkiksi Lontoossa sijaitseva arkkitehtitoimisto Vrtisan. (Vrtisan. 2016.)

## 8.1 Sovelluksen jatkokehitys sisustussuunnittelussa

VR-sovellus otetaan käyttöön sisustussuunnittelun työkaluna 3D Talolla 2017 kevään tai kesän aikana. Aluksi sovellus toimii sisustussuunnittelman esittämisen ja suunnitelman muokkaamisen työkaluna. Projektista riippuen VR-sovelluksen avulla voidaan joko suunnitella toimiva, käyttäjiään ja heidän toiveitaan palveleva tila tai tuottaa edustavaa myynti- ja markkinointimateriaalia erilaisista tiloista ja rakennuksista. Pystymme esimerkiksi tarjoamaan toisille sisustussuunnittelijoille palvelua, jossa viemme heidän sisustussuunnitelmansa VR:ään. Näin muutkin suunnittelijat voivat esitellä omia suunnitelmiaan omille asiakkailleen VR:n avulla.

Suunnitelmissa on myös aloittaa yhteistyö eri sisustusalojen firmojen kanssa siten, että heidän tuotevalikoimansa on saatavissa VR-sisustussovelluksessa. Näin ollen tehdessämme sisustus-suunnitelmaa asiakkaan kanssa tarjoamme automaattisesti esimerkiksi yhteistyökumppanimme kalusteita asiakkaallemme. Lisäksi yhteistyöfirma saa tuotteistaan VR-mallit nettisivuilleen. Kun VR-laitteistot yleistyvät kotitalouksissa, pääsevät asiakkaat katsomaan yrityksen tuotteita VR:ssä ja AR:ssä, ja kokeilemaan kalusteita omiin tiloihinsa. Ostopäätöksen tekoa edesauttaa, kun asiakas näkee tuotteen omassa aidontuntuisessa ympäristössään oikeassa mittakaavassa.

## 8.2 VR-sovelluksen jatkokehitys rakennusteollisuuteen

VR-suunnittelusovelluksesta on tarkoitus suunnitella rakennusteollisuuteen talo-projekteja palveleva kokonaisuus, jossa otetaan huomioon esimerkiksi arkkitehtien, sisustussuunnittelijan ja LVI-suunnittelijoiden erikoistarpeet. Kaikkien eri rakennusprojektiin kuuluvien ammattilaisten oma suunnitelma on silloin saatavissa yhdestä ja samasta VR-mallista. Esimerkiksi tulevasta kerrostalo-projektista tehdään VR-malli, josta arkkitehti saa nappia painamalla esiin itseään koskevan mallin, sisustussuunnittelija pääsee samasta mallista nappia painamalla tilan sisälle, jossa materiaaleja voi muokata, ja LVI-suunnittelija pääsee nappia painamalla kurkistamaan rakenteiden sisälle tarkastelemaan putkistoja. Kun kukin osapuoli päivittää malliin omalta osaamisalueeltaan jotain, tieto päivittyy automaattisesti kaikkien malleihin, ja näin projektissa pysytään ajantasalla siitä, mitä kukin tekee ja milloin. Näin helpotetaan eri osapuolien kommunikointia, ja rakennusprojektin eteneminen on kaikkien osapuolien tiedossa.

Sovellukseen on tarkoitus lisätä rakennuslainsäädäntö, mikä helpottaa rakennusten muokkaamista VR:ssä. Rakentamismääräysten avulla esimerkiksi kantavia seiniä ei pysty poistamaan, tai rakennusta laajennettaessa esiin tulee info siitä, että kyseistä toimintoa varten täytyy kysyä rakennuslupa. Näin mahdollisilta virheiltilta vältytään.

## 9. POHDINTA

Opinnäytetyössä oli tarkoitus tutkia, miten virtuaalitodellisuutta käytetään tilasuunnittelussa tällä hetkellä, ja miten sen käyttö tulee muuttumaan. Vaikka virtuaalitodellisuus on aiheena uusi, siitä oli satavilla yllättävän paljon tietoa. Vaikka keskityinkin opinnäytetyössä tilasuunnittelun näkökulmaan, oli aihe melko laaja tähän aikatauluun nähden. Projektin aikana uusia ideoita ja VR:n soveltamistapoja sisustussuunnitteluun tuli koko ajan lisää, mutta projektin sallimassa aikataulussa jouduin karsimaan osan aihealueista.

Aiheeseen perehtymisen jälkeen tavoitteena oli pilottihankkeen osalta kokeilla VR-sisustussuunnittelua ensimmäistä kertaa oikeassa asiakasprojektissa. Asiakasprojektista saatavan tiedon pohjalta lähdin suunnittelemaan virtuaalista sisustussovellusta 3D Talo Finland Oy:lle. Asiakasprojekti saatiin aloitettua hyvissä ajoin heti tammikuun alussa. Asiakasprojekti oli mielestäni sopivan kokoinen opinnäytetyötäni varten, ja se tarjosi sopivasti erilaisia haasteita, jonka pohjalta oli hyvä lähteä suunnittelemaan VR-sovellusta. Esimerkiksi Huvilaharjun kohteessa LVI-suunnittelun näkökulman ottaminen mukaan oli mielestäni hyvä lisäelementti pelkän perinteisen sisustussuunnittelun ohella.

Mielestäni oli hyvä, että teoriaosuudessa käsitellyjä asioita tuli eteen myös asiakasprojektissa, ja näin käytännössä miten asiakas reagoi VR-sisustussuunnitteluun, ja vakuutuin siitä, että VR toimii sisustussuunnittelun työkaluna hyvin. Huomasin myös, että asiakas oli helppo saada vakuutuneeksi tilan toimivuudesta, kun suunnitelma esitettiin VR:ssä 2D-piirustusten sijaan. Asiakkaan mielestä remontin voi aloittaa luottavaisin mielin, kun sai varmuuden siitä, että tilaratkaisu toimii.

Aikataulun suhteen haasteita asetti aiheen laajuuden lisäksi myös se, että projektin etenemi-

nen ei ollut ainoastaan omista aikatauluistani kiinni, vaan mukana oli myös ohjelmoija, joka teki VR-malliin erilaiset toiminnot. Ohjelmoijalla oli menossa samaan aikaan muita omia projekteja, joten Huvilaharjun mallin koodaukseen käytettiin rajallisesti aikaa. Olin suunnitellut, että VR-mallista oltaisiin tehty vieläkin laajempi ja monimuotoisempi kokonaisuus, mutta kiireisen aikataulun takia emme kerennet toteuttamaan kaikkia ideoita. Mielestäni saimme VR-malliin kuitenkin kaikista tärkeimmät ominaisuudet, ja se toimii hyvin sovelluksen esittelyssä ja markkinoinnissa. Itse sovelluksen teko jatkuu vielä pidemmälle kevääseen ja kesään, ja se tulee muokkautumaan uusien asiakasprojektien myötä vielä pitkään.

Haasteita projektiin toi myös se, että opettelin matkan varrella uusien mallinnusohjelmien, kuten Cinema4D:n ja Unityn, käyttöä. Välillä ohjelmien opettelu johti pieniin virheisiin, joita sain tärkeää käytännön oppia seuraavia projekteja ajatellen. Virheet oli kuitenkin onneksi helppo korjata kesken projektin, eivätkä ne vaikuttaneet merkittävästi lopputulokseen. Projekti oli valtavan opettavainen kokemus myös ryhmätyöskentelyn kannalta. VR-projekteissa 3D-mallintajat ja ohjelmoijat tekevät tiivistä yhteistyötä, joka muuttuu jokaisen uuden projektin myötä sujuvammaksi ja helpommaksi, kun oppii ymmärtämään, mitä kukin osapuoli tarkalleen tekee ja millä tavalla.

Jatkossa aion kehittää VR-sisustussovellusta eteenpäin. Esimerkiksi kalustekirjastoa kerrytetään uusilla tuotteilla, joita tulee mahdollisista uusista yhteistyökuvioista eri sisustusyrytysten kanssa. Aion suunnitella ja toteuttaa lisää toimintoja VR-sovellukseen yhdessä ohjelmoijien kanssa. Lisäksi sovelluksen käyttöliittymän sisältöä ja graafista ilmettä lähetään hiomaan ja täydentämään.



# LÄHTEET

- archicad. M.A.D. 2016. Luovaa, tuottavaa ja nautittavaa suunnittelua arkkitehdeille. [Viitattu 7.3.2017]. Saatavissa: <http://www.mad.fi/tuotteet/archicad>
- Scott, H. 2014. First Look: Coldplay's Virtual Reality Concert 'Ghost Stories' Shot by NextVR. Roadtovr. [Viitattu 7.3.2017]. Saatavissa: <http://www.roadtovr.com/coldplay-virtual-reality-concert-nextvr/>
- Decorilla. 1.8.2016. How to Preview Your Interior Design in Virtual Reality. [Viitattu 6.3.2017.] Saatavissa: <https://www.decorilla.com/online-decorating/how-to-preview-your-interior-design-in-virtual-reality/><https://fi.wikipedia.org/wiki/Virtuaalitodellisuus>
- Kosola, N. 2015. SI-sopimusasiaa. Suunnittelutyön aikasuosituksia.
- Lentosimulaattori. Wikipedia, 2017. Virtuaalitodellisuus. [Viitattu 3.3.2017.] Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Virtuaalitodellisuus>
- Lisätty todellisuus, Wikipedia. Lisätty todellisuus. [Viitattu 20.2.2017.] Saatavissa: [https://fi.wikipedia.org/wiki/Lis%C3%A4tty\\_todellisuus](https://fi.wikipedia.org/wiki/Lis%C3%A4tty_todellisuus)
- Mairs, J. 25.4.2016. VR goggles combined with hand-held controllers offers architects "a whole new way of designing". [Viitattu 22.2.2017.] Saatavissa: <https://www.dezeen.com/2016/05/25/virtual-reality-designing-architects-vrtisan-unreal-engine-htc-vive/>
- Murphy, K. 10.5.2016 a. Your New Home: Ready to See Now, via Virtual Reality. The New York Times. [Viitattu 6.3.2017]. Saatavissa: [https://www.nytimes.com/2016/05/12/style/virtual-reality-interior-design.html?\\_r=1](https://www.nytimes.com/2016/05/12/style/virtual-reality-interior-design.html?_r=1)
- Murphy, K. 10.5.2016 b. Your New Home: Ready to See Now, via Virtual Reality. The New York Times. [Viitattu 6.3.2017]. Saatavissa: [https://www.nytimes.com/2016/05/12/style/virtual-reality-interior-design.html?\\_r=1](https://www.nytimes.com/2016/05/12/style/virtual-reality-interior-design.html?_r=1)
- Olin, Kulovesi, Lukander, Hansio. 1995. 1-4. Sisustussuunnittelusopimuksen laatiminen. RT 13-10865. [Viitattu 25.2.2017]. Rakennustietosäätiö RTS 2006.
- product: vive.com, 2017. VR Product. [Viitattu 20.2.2017.] Saatavissa: <https://www.vive.com/eu/product/>
- Pänkäläinen, T. 15.1.2017a. Virtuaalitodellisuus – 120 miljardin markkina vuonna 2020? [Viitattu 20.2.2017.] Saatavissa: <http://www.virtuaalimaailma.fi/virtuaalitodellisuus/>
- Pänkäläinen, T. 15.1.2017b. 10. Miten aivot voivat uskoa virtuaalimaailman todeksi? [Viitattu 25.2.2017] Saatavissa: <http://www.virtuaalimaailma.fi/virtuaalitodellisuus/>
- Pänkäläinen, T. 18.1.2017. Virtuaalilasit – esittelyssä 6 parasta mallia! [Viitattu 22.2.2017] Saatavissa: <http://www.virtuaalimaailma.fi/virtuaalilasit/>
- Pänkäläinen, T. 31.8.2016. Virtuaalitodellisuus – 120 miljardin markkina vuonna 2020? [Viitattu 20.2.2017.] Saatavissa: <http://www.virtuaalimaailma.fi/virtuaalitodellisuus/>

- Rakentaja.fi. 12.9.2011. [https://www.rakentaja.fi/artikkelit/8355/tarvitaanko\\_remontointiin\\_lupa.htm#](https://www.rakentaja.fi/artikkelit/8355/tarvitaanko_remontointiin_lupa.htm#)
- tuotteet: mad.fi, 2016. Cinema4D-mallinnuohjelma. [Viitattu 3.3.2017.] Saatavissa: <http://www.mad.fi/tuotteet/cinema-4d?gclid=CMmB7PujutlCFYaHsgodzY0lCg>
- unity: unity3d.com, 2017. Unity-ohjelma. [Viitattu 3.3.2017.]. Saatavissa: <https://unity3d.com/unity>
- Vrtisan. 2016. Interactive Virtual Reality Architectural Visualisation - Vrtisan - Examples of interactivity. [Viitattu 20.2.2017.] Saatavissa: [https://www.youtube.com/watch?v=ey9F0k\\_Nmf0](https://www.youtube.com/watch?v=ey9F0k_Nmf0)
- Wikipedia. 2017. Virtuaalitodellisuus. [Viitattu 3.3.2017.] Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Virtuaalitodellisuus>

# KUVAT

Kuva 1: <http://3dtalo.fi/>

Kuva 2: <http://3dtalo.fi/>

Kuva 3: htc vive logo: <https://cdn.uploadvr.com/wp-content/uploads/2016/10/htc-vive-logo.jpeg>

HTC Vive -laitteisto: <https://arstechnica.com/gaming/2016/10/best-vr-headset-2016-psvr-rift-vive/>

Kuva 4: ArchiCad-kuvituskuva: <http://www.mad.fi/tuotteet/archicad>

ArchiCad logo: [https://www.google.fi/search?q=archicad+logo&espv=2&biw=1455&bih=700&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewi5kFbGtsTAhVEiWkHZgRAWIQ\\_AUIBigB#imgrc=fjrpDvPOR8kiMM:](https://www.google.fi/search?q=archicad+logo&espv=2&biw=1455&bih=700&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewi5kFbGtsTAhVEiWkHZgRAWIQ_AUIBigB#imgrc=fjrpDvPOR8kiMM:)

Kuva 5: cinema4d logo: <https://help.maxon.net/files/img/600.png>

cinema 4d kuvitus: <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/f3/ce/ff/f3cefff47167b3dd0bcc91604d7806d1.jpg>

Kuva 6: unity logo: <https://gamestudiotower.files.wordpress.com/2014/11/unity-logo.png>

unity kuvitus: [https://madewith.unity.com/sites/default/files/styles/gallery\\_large/public/screenshot\\_meantime-harbourisland\\_fishing.jpg?itok=1XY64ADM](https://madewith.unity.com/sites/default/files/styles/gallery_large/public/screenshot_meantime-harbourisland_fishing.jpg?itok=1XY64ADM)

Kuva 7: [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQH6UvrBVwno6eRx23tDm\\_WxcLq4N2AYWjbNto\\_m3oU5pKaAlac](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQH6UvrBVwno6eRx23tDm_WxcLq4N2AYWjbNto_m3oU5pKaAlac)

Kuva 8: [https://pixabay.com/p-1933927/?no\\_redirect](https://pixabay.com/p-1933927/?no_redirect)

Kuva 9: Jenn Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 10: <https://cnet3.cbsstatic.com/img/YpD2RWt0mvJD0kLirulkGrVC62k=/1170x0/2016/03/03/c5099667-f033-4385-a9f6-d2facb4f5728/cyber-face-counterpoise.jpg>

Kuva 11: <https://www.pcgamesn.com/sites/default/files/vive.jpg>

Kuva 12: vr:stä: <http://a4.mzstatic.com/us/r30/Purple69/v4/2a/db/95/2adb9576-6e6f-1799-ad1b-57ff4b5b2695/screen696x696.jpeg>

Kuva 13: <http://0.design-milk.com/images/2014/08/before-concept-reality-600x296.jpg>

Kuva 14: <http://www.roadtovr.com/wp-content/uploads/2014/12/coldplay-virtual-reality-concert-oculus-rift-nextvr-2.jpg>

Kuva 15: <https://dri1.img.digitalrivercontent.net/Storefront/Company/msintl/images/English/en-INTL-Oculus-Rift-VR-Headset-29G-01331/en-INTL-L-Oculus-Rift-VR-Headset-29G-01331-mnco.png>

Kuva 16: <http://blogs.ucl.ac.uk/digital-education/tag/google-cardboard/>

Kuva 17: <https://cdn.arstechnica.net/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/htc-vive-set.0.jpg>

Kuva 18: [https://cnet2.cbsstatic.com/img/\\_4EZ2QYl-ns\\_l1ukac6ZhvxUQ-o=/2016/07/08/e5d74b51-f330-4ac5-95a4-41cd2dc794aa/pokemon-go-ar.jpg](https://cnet2.cbsstatic.com/img/_4EZ2QYl-ns_l1ukac6ZhvxUQ-o=/2016/07/08/e5d74b51-f330-4ac5-95a4-41cd2dc794aa/pokemon-go-ar.jpg)

Kuva 19: <http://0.design-milk.com/images/2013/08/IKEA-augmented-reality-app-catalogue-01.jpg>

Kuva 20: [https://i.ytimg.com/vi/D-Gcb2Z5\\_Oo/maxresdefault.jpg](https://i.ytimg.com/vi/D-Gcb2Z5_Oo/maxresdefault.jpg)

Kuva 21: <http://3dprintingindustry.com/wp-content/uploads/2015/01/structure-sensor-3D-scanner-at-CES.jpg>

Kuva 22: [https://compass-ssl.surface.com/assets/f5/2a/f52a1f76-0640-4a37-a650-51b0902f8427.jpg?n=Buy\\_Panel\\_1920.jpg](https://compass-ssl.surface.com/assets/f5/2a/f52a1f76-0640-4a37-a650-51b0902f8427.jpg?n=Buy_Panel_1920.jpg)

Kuva 23: <https://www.wareable.com/media/images/2015/01/microsoft-hololens-kitchen-1421931130-O10d-column-width-inline.jpg>

Kuva 24: [https://images.wired.it/wp-content/uploads/2015/04/1430285713\\_Microsoft-HoloLens-MixedWorld-RGB.jpg](https://images.wired.it/wp-content/uploads/2015/04/1430285713_Microsoft-HoloLens-MixedWorld-RGB.jpg)

Kuva 25: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 26: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 27: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 28: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 29: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 30: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 31: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 32: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 33: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 34: <https://i.ytimg.com/vi/sFOo2G-7HTk/maxresdefault.jpg>

Kuva 35: <https://i.ytimg.com/vi/dXI8Z-tu1PY/maxresdefault.jpg>

Kuva 36: [https://static.dezeen.com/uploads/2016/05/vrtisan-virtual-reality-architecture-visualisation-first-person-product-design-technology-news\\_dezeen\\_936\\_3.jpg](https://static.dezeen.com/uploads/2016/05/vrtisan-virtual-reality-architecture-visualisation-first-person-product-design-technology-news_dezeen_936_3.jpg)

Kuva 37: <http://www.vrtisan.co.uk/wp-content/uploads/2016/02/VRTisan-Res7.jpg>

Kuva 38: <http://www.vrtisan.co.uk/wp-content/uploads/2017/01/VRTisanArticleMetro.jpg>

Kuva 39: <https://static01.nyt.com/images/2016/05/12/fashion/12HOMEDESIGN-COMBO/12HOMEDESIGN-COMBO-blog427.jpg>

Kuva 40: <http://www.vrtisan.co.uk/wp-content/uploads/2016/07/VRTisanArticleA1.jpg>

Kuva 41: <https://i.ytimg.com/vi/dXI8Z-tu1PY/maxresdefault.jpg>

Kuva 42: <https://www.wareable.com/media/images/2016/04/htc-vive-room-scale-1459874611-aNSF-full-width-inline.jpg>

Kuva 43: <https://www.decorilla.com/online-decorating/wp-content/uploads/2016/02/Decorilla-before-bedroom-1024x575.jpg>

Kuva 44: <https://www.decorilla.com/online-decorating/wp-content/uploads/2016/02/virtual-reality-bedroom-design-360-view1.png>

Kuva 45: [http://www.vrroom.buzz/sites/default/files/styles/article\\_top\\_banner/public/vr-in-construction.jpg?itok=18Qf\\_6os&c=84bb9be94eb0ca84a6b51d24be9c42f1](http://www.vrroom.buzz/sites/default/files/styles/article_top_banner/public/vr-in-construction.jpg?itok=18Qf_6os&c=84bb9be94eb0ca84a6b51d24be9c42f1)

Kuva 46: Pauli Rissasen sähköiset tiedostot

Kuva 47: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 48: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 49: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 50: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 51: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 52: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 53: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 54: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 55: [http://img04.deviantart.net/5e61/i/2011/219/0/9/cinema\\_4d\\_\\_\\_materials\\_by\\_smokeyoriginalhd-d42gpom.jpg](http://img04.deviantart.net/5e61/i/2011/219/0/9/cinema_4d___materials_by_smokeyoriginalhd-d42gpom.jpg)

Kuva 56: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 57: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 58: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 59: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 60: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 61: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 62: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 63: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 64: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 65: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 66: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 67: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 68: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 65: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 66: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 67: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 68: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 69: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 70: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 71: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 72: Jenna Perälän sähköiset tiedostot

Kuva 73: <https://cdn.redshift.autodesk.com/2016/11/virtual-reality-in-architecture-header.jpg>