

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
KULTTUURIALA

VIRTUAALITODELLISUUS JA LISÄTTY TODELLISUUS SISUSTUSARKKITEHTUURISSA

TEKIJÄ Jasmin Kolehmainen

Koulutusala Kulttuuriala			
Tutkinto-ohjelma Muotoilun tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Jasmin Kolehmainen			
Työn nimi Virtuaaliodellisuus ja lisätty todellisuus sisustusarkkitehtuurissa			
Päiväys	23.4.2024	Sivumäärä/Liitteet	37
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)			
Tiivistelmä			
<p>Tässä opinnäytetyössä perehdytään erilaisiin virtuaali- ja lisätty todellisuus -tekoälymenetelmiin sekä luodaan tietopaketti niin suunnittelijoille, asiakkaille kuin muille aiheesta kiinnostuneille. Tietoa kerättiin monipuolisista tietolähteistä, mukaan lukien artikkelit ja tekijän oma kokemus, jotta tutkimus olisi mahdollisimman kattava.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli syventyä tekoälyn, virtuaaliodellisuuden ja lisätyn todellisuuden rooliin sisustusarkkitehtuurissa sekä pohtia näiden eri teknologioiden tulevaisuuden suuntaa. Työssä verrattiin keskenään virtuaaliodellisuutta ja lisättyä todellisuutta sekä arvioitiin niiden soveltuvuutta eri tilanteisiin ja missä eri arjen tilanteissa ne näkyvät. Työssä pohdittiin myös tekoälyn, virtuaaliodellisuuden sekä lisätyn todellisuuden heikkouksia ja mahdollisia ratkaisuja niihin.</p> <p>Opinnäytetyön ohessa suoritettiin kokeilu, jossa tekijä testasi itse VR-laseja ja liikkui virtuaalisessa ympäristössä. Kokeilu suoritettiin Savonia-ammattikorkeakoulun laitteistolla koulun omissa tiloissa. Kokeilun aikana syntyneet havainnot kirjattiin muistiin tähän opinnäytetyöhön ja tekstissä pohdittiin myös, mitkä asiat haittasivat VR-kokemusta ja tapahtuiko mitään yllättävää. Kokeilun lisäksi toteutettiin työpaja, jonka aikana kirjoittajasta tehtiin tekoälyn avulla avatar, joka esittelee videolla tämän opinnäytetyön tiivistelmän.</p> <p>Tutkielma osoitti, että tekoälyn johtamat virtuaaliodellisuuden ja lisätyn todellisuuden teknologiat voivat merkittävästi parantaa ja nopeuttaa suunnitteluprosessia sekä käyttäjäkokemusta. Tulokset osoittivat myös, että sisällyttämällä tekoälyä sisustusarkkitehtuuriin, saadaan entistä tehokkaampia ja personoidumpia sisustusratkaisuja. Tekoälyn käyttämiseen suunnittelutyössä liittyy tekijänoikeuskysymyksiä ja ongelmia, joita käsiteltiin ja pohdittiin tässä opinnäytetyössä. Huomattiin, että kaikkiin kysymyksiin ei ole vielä vastauksia. On epäselvää, milloin inspiroituminen muuttuu kopioimiseksi.</p> <p>Opinnäytetyön lopuksi työn tekijä pohtii tarkemmin tekoälyn, virtuaaliodellisuuden ja lisätyn todellisuuden roolia tulevaisuudessa kerätyn tiedon sekä omien kokemusten kautta. Lisäksi kirjoittaja käy läpi opinnäytetyöprosessin onnistuneisuutta sekä omaa oppimisprosessia ja asiantuntijuuden kehitystä.</p>			
Avainsanat tekoäly, virtuaaliodellisuus, digitaalinen kaksonen, lisätty todellisuus, yhdistetty todellisuus			

Field of Study Culture	
Degree Programme Degree Programme in Design	
Author Jasmin Kolehmainen	
Title of Thesis Virtual Reality and Augmented Reality in Interior Architecture	
Date 23 April 2024	Pages/Appendices 37
Client Organisation /Partners	
<p>Abstract</p> <p>This thesis explores different virtual reality and augmented reality artificial intelligence methods and creates an information package for designers, clients and others interested in the subject. The information was collected from a variety of sources including articles and author 's own experience to make the study as comprehensive as possible.</p> <p>The aim of this thesis was to explore the role of artificial intelligence, virtual reality and augmented reality in interior design, and reflect the future of these different technologies. The thesis compared virtual reality and augmented reality with each other and assessed their suitability for different situations and in what everyday situations they appear. The thesis also reflected the weaknesses of artificial intelligence, virtual reality and augmented reality and possible solutions to them.</p> <p>As a part of the thesis, an experiment was conducted where the author tested VR-glasses and moved around in the virtual space. The experiment was performed at Savonia University of Applied sciences who also owns the VR-glasses. Observations that were made during the experiment were recorded in this thesis. The text also reflected what hindered the VR experience and did something unexpected happen. In addition to the experiment, a workshop was arranged where an avatar was made of the author that presents the abstract of this thesis in a video.</p> <p>The study showed that artificial intelligence-driven virtual reality and augmented reality technologies can improve and speed up the design process and user experience significantly. The results also showed that by including artificial intelligence into the interior architecture, more effective and personalized solutions were obtained. There are questions and problems with copyrights when using artificial intelligence in interior design which were discussed and considered in this thesis. It was discovered that all questions do not have answers yet. It is unclear when inspiration turns into copying.</p> <p>At the end of the thesis, the author reflects more closely the future role of artificial intelligence, virtual reality and augmented reality through the collected information as well as her own experiences. In addition, the author discusses the success of the thesis process and development of expertise.</p>	
<p>Keywords artificial intelligence, virtual reality, digital twin, augmented reality, mixed reality</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO: TEKÖÄLY SISUSTUSARKKITEHTUURIN KEHITYKSEN MOOTTORINA.....	5
2	TEKOÄLYN HYÖDYNTÄMINEN SISUSTUSARKKITEHTUURISSA.....	6
2.1	Mitä tekoäly on?	6
2.2	Kuinka tekoäly on kehittynyt tähän päivään mennessä?.....	6
2.3	Kuinka tekoäly voi personoida suunnitelmia asiakkaille ja suunnittelijoille?.....	8
2.4	Tekijänoikeudet	11
3	VIRTUAALITODELLISUUS.....	13
3.1	Mitä virtuaalitodellisuus on?	13
3.2	Digitaalinen kaksonen	14
3.3	Virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen opinnoissa	15
3.4	Säästyvät kulut	16
3.5	Virtuaalitodellisuuden heikkoudet.....	17
4	LISÄTTY TODELLISUUS.....	18
4.1	Mitä lisätty todellisuus on?.....	18
4.2	Lisätyn todellisuuden ja virtuaalitodellisuuden eroavaisuudet	18
4.3	Lisätty todellisuus sisustusarkkitehtuurissa.....	21
4.4	Lisätyn todellisuuden hyödyntäminen opinnoissa.....	22
4.5	Lisätyn todellisuuden heikkoudet.....	23
4.6	Mitä yhdistetty todellisuus on?	24
5	OMAT KOKEMUKSET	26
5.1	VR-laitteiden yhdistäminen	26
5.2	VR-lasien testaus	28
5.3	Tekoälyavataarin luominen.....	30
6	POHDINTA.....	32
6.1	Tekoälyn tulevaisuus.....	32
6.2	Oma oppimisprosessi	33
6.3	Opinnäytetyöprosessin eteneminen	33
	KUVALUETTELO	35
	LÄHTEET	36

1 JOHDANTO: TEKÖÄLY SISUSTUSARKKITEHTUURIN KEHITYKSEN MOOTTORINA

Tekoäly on nopeasti kehittyvä aihealue ja se vaikuttaa todella moneen asiaan elämässämme. Se on viimeisen parin vuoden aikana kasvanut merkittäväksi osaksi suunnittelua sisustusarkkitehtuurissa ja se jatkaa vain kasvamistaan. Siitä on tulossa iso osa tulevaisuutta ja haluan perehtyä aiheeseen tarkemmin. Tekoälystä on tullut maailmanlaajuinen trendi kaikilla aloilla ja sitä hyödynnetään muun muassa suunnittelun avustamisessa, energiatehokkuuden ja ympäristövaikutusten optimoinnissa, rakennusten elinkaarien hallinnassa sekä simulaatioissa ja virtuaalitodellisuudessa (Teho-opisto 2023).

Tekoäly on työkalu, jota kaikenlaiset suunnittelijat voivat hyödyntää työssään. Suunnittelijan asiantuntemus ja luovuus ovat kuitenkin edelleen tärkeitä asioita suunnittelutyössä. Tekoälyn avulla kuitenkin voidaan parantaa ja tehostaa suunnitteluprosessia sekä kehittää päätöksentekoa ja auttaa pääsemään parempiin lopputuloksiin. (Teho-opisto 2023.) Virtuaalitodellisuus auttaa suunnittelijoita ja asiakkaita hahmottamaan, miltä suunnitelma tulisi todellisuudessa näyttämään. Virtuaalitodellisuuden ja tekoälyn avulla asiakkaat pääsevät näkemään suunnittelijan näkemyksen juuri sellaisenaan kuin se on eikä mikään jää tulkinnan varaan. Asiakkaalle annetut mielikuvat valmiista suunnitelmasta eivät ole enää suunnittelijan kertomuksen ja puheen varassa.

Opinnäytetyön tarkoitus on perehtyä sisustusarkkitehtuurissa käytettäviin virtuaali- ja lisätty todellisuus -tekoälymenetelmiin ja luoda kattava tietopaketti niitä suunnittelijoita varten, jotka eivät ole vielä perehtyneet aiheisiin. Opinnäytetyössä käydään läpi tekoälyn kehitystä ja kuinka se on jo isona osana suunnittelutyötä. Tekoäly, virtuaalitodellisuus ja lisätty todellisuus ovat usein kaikki liitoksissa toisiinsa jollain tavalla. Testaan myös itse menetelmiä ja kirjoitan omakohtaisista kokemuksista tässä opinnäytetyössä. Haluan nähdä itse ja tutkia, miten erilaiset tekoälymenetelmät auttavat suunnittelijoita työssään ja miten tekoäly kehittyy tulevaisuudessa. Itse menetelmiä tutkineena pystyn pohtimaan ja kirjoittamaan opinnäytetyössä, mistä ominaisuuksista pidän ja mihin suuntaan en halua kehityksen menevän.

Opinnäytetyössä kerron kattavasti tekoälyn, virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden vaikutuksista sisustusarkkitehtuurissa niin opiskeluvaiheessa kuin työelämässäkin. Aihetta on tärkeää tutkia jokaisen suunnittelijan ja jopa asiakkaan näkökulmasta, jotta opinnäytetyöhön keräämäni tieto hyödyttää mahdollisimman montaa. Sisustusarkkitehtien työ on asiakaslähtöistä, jolloin on tärkeää ymmärtää mahdollisimman hyvin asiakkaiden toiveet ja tarpeet.

Tekoäly tulee olemaan yhä enemmän läsnä työelämässä, mitä pidemmälle tulevaisuuteen menemme ja sen takia on tärkeää tutkia, mihin suuntaan haluamme kehityksen etenevän. Tekoälyn kehitys on vielä niin alkuvaiheessa, että muutoksia ja säädöksiä on helppo tehdä. Erilaisten tekoälymenetelmien tutkimisesta ja kokeilemisesta on paljon hyötyä niin itselleni kuin heille, jotka opinnäytetyötäni lukevat. Opinnäytetyöni voi toimia oppaana niin opiskelijoille kuin jo työelämässä oleville.

2 TEKOÄLYN HYÖDYNTÄMINEN SISUSTUSARKKITEHTUURISSA

2.1 Mitä tekoäly on?

Tekoäly (engl. artificial intelligence, AI) tarkoittaa laitteen kykyä käyttää ihmisen älyyn liitettäviä kykyjä, kuten oppimista, päättelyä, luomista ja suunnittelua. Erilaiset tekniset järjestelmät kykenevät tekoälyn ansiosta havainnoimaan ympäristöään, käsittelemään havaintojaan ja ratkaisemaan ongelmia päästäkseen tiettyyn päämäärään. Järjestelmä ottaa vastaan tietoa, jonka sen omat tunnistimet ovat havainneet, prosessoi sen ja vastaa siihen. Tunnistimena voi toimia esimerkiksi kamera. (Euroopan parlamentti 2023.)

Tiettyyn pisteeseen asti tekoälyjärjestelmät pystyvät muokkaamaan käytöstään työskentelemällä itsenäisesti ja analysoimalla edellisten toimien vaikutuksia (Euroopan parlamentti 2023). Tavoitteena on kehittää tietokoneita siihen pisteeseen, että ne kykenevät tekemään ihmisen kaltaisia päätöksiä ja sopeutumaan tilanteisiin ja ympäristöihin itsenäisesti (Hommés Studio 2023).

2.2 Kuinka tekoäly on kehittynyt tähän päivään mennessä?

Tarkoituksena ei ole korvata työntekijöitä ja viedä ihmisiltä työpaikkoja, niin kuin jotkut ajattelevat (Hommés Studio 2023). Tekoälyn nopea kehitys ja sen sijoittaminen työelämään voi tuntua joistakin siltä, että tekoäly syrjäyttää tulevaisuudessa työntekijöitä. Seuraan mielenkiinnolla, kuinka paljon voimme tulevaisuudessa hyödyntää tekoälyä ja kuinka se tulevaisuudessa sijoittuu meidän arkeemme. Uskon, että tekoälyn avulla voimme kehittyä entistä enemmän eri alojen ammattilaisina. Tällöin kykenemme optimoimaan työntekoamme, jolloin työtehtävät helpottuvat ja nopeutuvat.

Tekoäly on osoittautunut oivalliseksi suunnittelijan apukädeksi viime vuosina. Tarkoituksena on tehostaa ja optimoida työntekoa ja lisätä produktiivisuutta. Tekoäly auttaa työtehtävissä ja vähentää siten työntekijän taakkaa. Sen on tarkoitus toimia samalla tavalla helpottavana työkaluna, kuin esimerkiksi tällä hetkellä paljon käyttämämme Internet ja teknologia ylipäätään. (Hommés Studio 2023.) Tekoälyä voi hyödyntää suunnittelijan tehtävissä monella osa-alueella eli sitä ei ole pakko hyödyntää kaikessa. Suunnittelija voi esimerkiksi hyödyntää tekoälyä suunnittelemaan värimaailman tulevaan projektiin ja tehdä loput työt itse. Tai suunnittelija voi käyttää tekoälyä tekemään luonnoksia rakennuksen uudesta ulkonäöstä ja jatkaa itse suunnittelua tekoälyn luomien luonnosten pohjalta. Tekoälyn ei siis tarvitse tehdä kaikkea työtä.



KUVA 1. Moderni mökki järven rannalla, kuva luotu Ideogram-tekoälygeneraattorilla (Kolehmainen 2024).

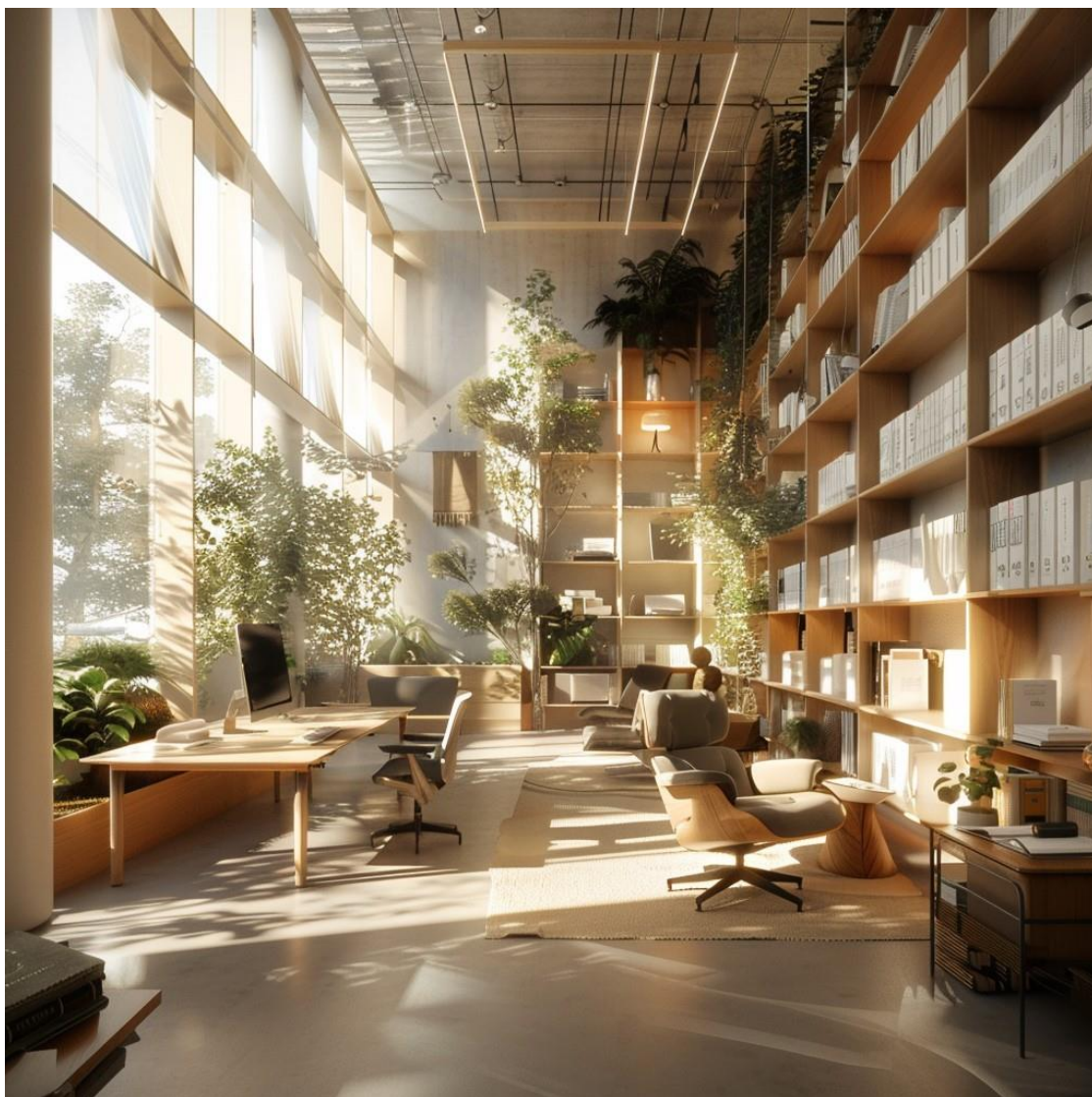


KUVA 2. Valkoinen kartano vuoristonäköalalla, kuva luotu Ideogram-tekoälygeneraattorilla (Kolehmainen 2024).

Tekoäly on nykyisin keskeinen osa ihmiskunnan digitaalista muutosta (Euroopan parlamentti 2024) ja kehitystä tapahtuu niin nopeaan tahtiin, että Euroopan Unionissa työstetään parhaillaan tulevaa tekoälysäädöstä. Parhaillaan pohditaan myös tekijänoikeuksiin liittyviä kysymyksiä. Varsinkin luovilla aloilla raja saattaa olla erittäin häilyvä, onko työssä otettu vahvasti inspiraatiota vai onko työ mennyt kopioinnin puolelle ja rikkonut tekijänoikeuksia.

2.3 Kuinka tekoäly voi personoida suunnitelmia asiakkaille ja suunnittelijoille?

Kun tekoäly käsittelee asiakkaan tai suunnittelijan mieltymyksiä, se muuntaa raakadatan itselleen oivalluksiksi, jotka toimivat perustana räätälöityjen suunnittelusuositusten luomiselle. Aiemmin tätä vaihetta on edustanut ihmisen intuitio ja työstä kertynyt kokemus. Tekoälylähtöisten suunnittelusuositusten ilmaantuminen ja kehittyminen yhdessä ihmisen tekemien päätöksien kanssa tuottaa yhdistelmän ratkaisuja, jotka eivät vain vangitse silmää, vaan myös resonoivat asiakkaan tai suunnittelijan olemuksen kanssa. (LinkedIn 2023.) Tekoälyn antamat suositukset voivat inspiroida suunnittelijaa viemään suunnitelman vielä askeleen eteenpäin. Tekoälyn luomilla ehdotuksilla suunnittelijat voivat päästä vielä parempiin lopputuloksiin kuin pelkästään heidän omilla näkemyksillään.

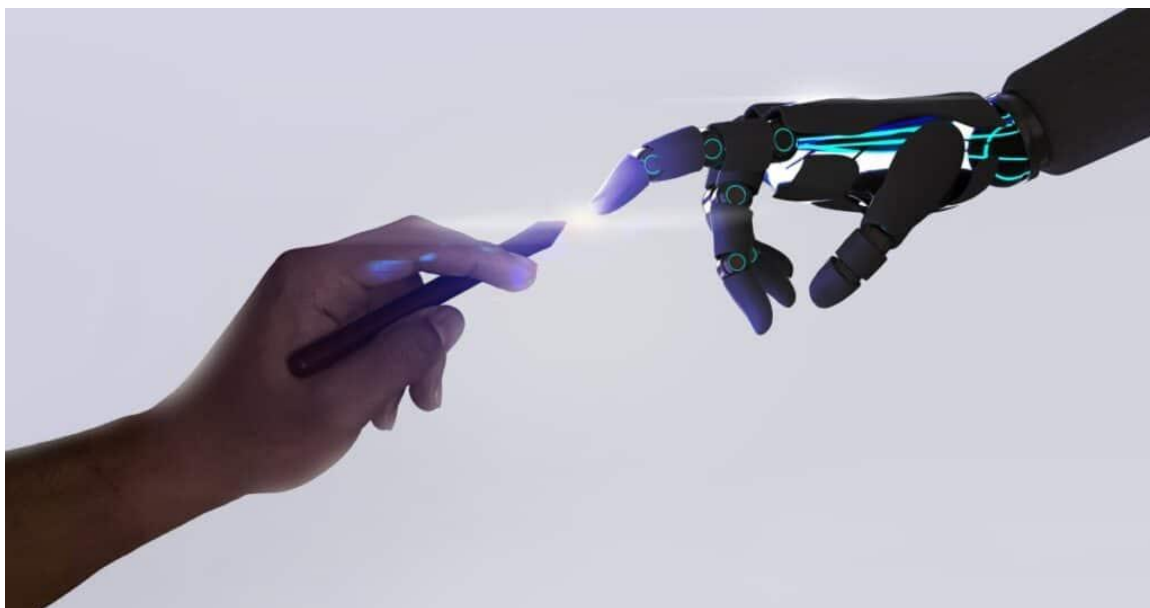


KUVA 3. Valoisa ja rauhallinen toimistotila, kuva luotu Midjourney-tekoälygeneraattorilla (Kolehmainen 2023).



KUVA 4. Moderni olohuone tummalla sisustuksella ja tunnelmallisella valaistuksella. Kuva luotu Mid-journey-tekoälygeneraattorilla. (Kolehmainen 2023.)

Tekoälyn ja ihmisen yhdistetty suunnittelu merkitsee valtavaa harppausta eteenpäin. Sen sijaan, että luottaisi pelkästään suunnittelijan taiteelliseen näkemykseen, tekoäly käyttää hyödykseen tietoa ehdottaakseen tieteeseen sekä estetiikkaan perustuvia ratkaisuja. Lopputuloksena syntyy malleja, jotka ovat linjassa asiakkaan mieltymysten ja persoonallisuuden kanssa. (LinkedIn 2023.) Suunnitteluprosessi ei itsessään muutu, mutta se saa paljon lisäarvoa tekoälyn tuomasta tiedosta. Tällaista tekoälypohjaista suunnittelua ei vielä hyödynnetä täydellä kapasiteetilla, mutta se on lisääntymässä. Esimerkiksi Savonia-ammattikorkeakoulussa on mahdollista hyödyntää tekoälyä omassa suunnitteluprosessissa ja sitä varten järjestetään erilaisia koulutuksia ja luentoja.



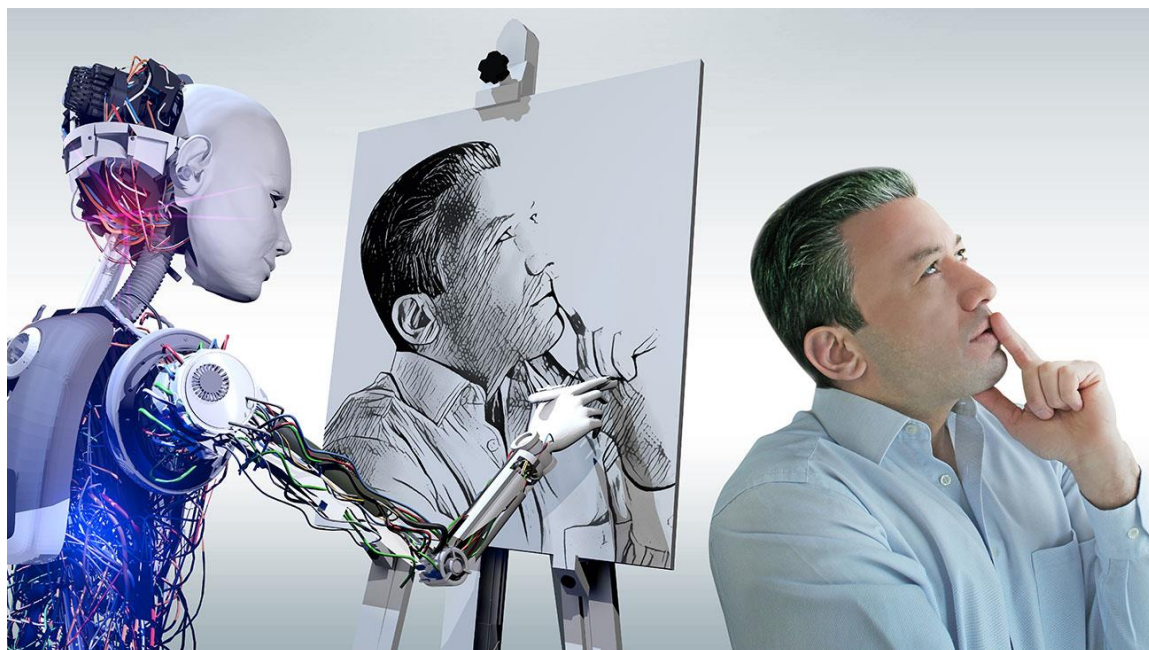
KUVA 5. Ihmisen luovuus ja tekoäly yhdistyvät (Tekniikka & Talous 2023).

2.4 Tekijänoikeudet

Tekoälyn räjähdysmäinen kehitys on aiheuttanut paljon ongelmia tekijänoikeuksien kanssa. Tekoälyn käyttäminen altistaa suunnittelijoita jatkuvasti tekijänoikeusrikkomuksiin. Tämä johtuu siitä, että tekoälyä kehitetään ja koulutetaan ihmisten tekemillä materiaaleilla, jotka on usein kerätty ilman lupaa (Dezeen 2023). Tämän takia ympäri maailmaa on herätty kehittämään erilaisia lainsäädäntöjä, jotka kykenisivät ehkäisemään suunnitelmien ja taiteen varastamista ja kopioimista.

Jotkin yritykset, esimerkiksi Zaha Hadid Architects, käyttävät tekoälykuvageneraattoreita luomaan ideoita osana suunnitteluprosessia. Tässä suunnittelijoiden pitää olla erittäin tarkkana mahdollisten tekijänoikeusrikkomusten varalta. Tekoölyyn ei saa nojautua liian vahvasti, sillä se ei ole kykeneväinen luomaan jotain täysin uutta ja erilaista. Erityisesti tekoälyn luomat kuvat, joihin on laitettu syötteenä jonkun suunnittelijan nimi, voi loukata mahdollisia immateriaalioikeuksia. (Dezeen 2023.)

Tekoälyä voi siis hyödyntää tehostamaan mielikuvitusta ja ideointia, mutta suoraan ei kannata kopioida mitään. Inspiraatiota siis saa etsiä, mutta tämä ei juurikaan eroa siitä, mitä suunnittelijat jo tekevät, kun he hakevat ideoita netistä muiden tekemistä suunnitelmista. (Dezeen 2023.)



KUVA 6. Robotti piirtää muotokuvaa ihmisestä (The Hollywood Reporter julkaisuaika tuntematon).

3 VIRTUAALITODELLISUUS

3.1 Mitä virtuaalitodellisuus on?

Virtuaalitodellisuus (engl. virtual reality, VR) tarkoittaa tietokonegrafiikalla luotua ympäristöä, jossa on aidoilta näyttäviä esineitä ja tilanteita, jolloin käyttäjä kokee olevansa uppoutunut ympäristöönsä (Iberdrola julkaisuaika tuntematon). Tätä kutsutaan immersioiksi, joka tarkoittaa sitä, että käyttäjä on uppoutunut täysin virtuaaliseen ympäristöön ja niin sanotusti unohtanut oikean ympäristön. Immersio voi särkyä, jos jokin asia tuntuu virtuaalisessa todellisuudessa epäaidolta tai paikkaansa kuuluttamattomalta. Kokemusta voi myös haitata laitteiden kömpelö käytettävyys ja huonolaatuinen sisältö, kuten epätarkat kuvat. (Virtualnature julkaisuaika tuntematon.)

Virtuaalitodellisuus sisältää siis täydellisen ympäristösimulaation, joka korvaa käyttäjän maailman kokonaan virtuaalisella maailmalla. Koska virtuaalimaailmat ovat täysin ohjelmistoilla luotuja, tehdään ne yleensä elämää suuremmiksi. Esimerkiksi virtuaalitodellisuuden avulla voidaan luoda tilanne, jossa käyttäjä pääsee nyrkkeilykehään haastamaan maailmanluokan nyrkkeilytähtiä. (Splunk 2023.)

Ympäristö havaitaan VR-lasien ja -kuulokkeiden avulla (Iberdrola julkaisuaika tuntematon). Laseja on saatavilla useissa eri hintaluokissa monelta eri laitevalmistajalta, mutta tässä kohtaa kannattaa sijoittaa kalliimpiin lasihin. Halvemmat lasit eivät yllä laadultaan ja käyttömukavuudeltaan yhtä korkealle kuin kalliimmat lasit. VR-sisältöjä voidaan toistaa lasihin ja kuulokkeisiin muun muassa pelikonsoleilla, tietokoneilla ja älypuhelimilla. (Virtualnature julkaisuaika tuntematon.)

Virtuaalitodellisuus on kehittynyt hurjasti viime vuosien aikana ja se on alkanut näkyä eri tekniikan aloilla, joten olikin odotettavissa, että se alkaa näkyä erilaisissa suunnittelutöissäkin. Suunnittelutyössä, kuten sisustusarkkitehtuurissa käytetään paljon tietokoneita ja muuta teknologiaa. Suunnitelmat piirretään ja visualisoidaan erilaisilla 3D-mallinnusohjelmilla eli työssä yhdistyy luovuus ja teknologia.

Merkittävin asia, mitä virtuaalitodellisuus tarjoaa suunnittelijoille on se, että suunnitelmista voidaan tehdä virtuaalisia malleja, ennen kuin ne oikeasti toteutetaan ja rakennetaan. (LinkedIn 2023.) Näin saadaan näytettyä asiakkaalle, miltä esimerkiksi valmis remontti näyttäisi ja tarvitseeko suunnitelmaan tehdä jotain muutoksia. Asiakkaan on paljon helpompaa visualisoida suunnitelma ja nähdä, miltä se näyttäisi valmiina todellisuudessa. Virtuaalitodellisuuden avulla tilassa voi kävellä ja liikkua vapaasti tarkastellen yksityiskohtia mistä tahansa kulmasta. (LinkedIn 2023.) Tällöin asiakas pystyy hahmottamaan esimerkiksi huonekalujen sijoittelun ja erilaiset valaistusratkaisut sekä värimaailman juuri niin kuin suunnittelija oli ajatellut eikä muodostu väärinkäsityksiä tai epäselvyyksiä. Kaikkia ulottuvuuksia pystyy tutkimaan intuitiivisesti ja mukaansatempaavasti. Suunnittelija pystyy esittämään kaikenlaisia luovia mahdollisuuksia ja näyttämään ne virtuaalitodellisuudessa (LinkedIn 2023). Virtuaalitodellisuusteknologia auttaa suunnittelijaa tunnistamalla mahdollisia suunnitteluvirheitä, mikä säästää aikaa ja resursseja suunnitteluprosessin aikana (Oraanj Interior Design 2024).

Virtuaalitodellisuus vie suunnittelun aivan uudelle tasolle. Sisustusarkkitehdit voivat näyttää asiakkailleen 3D-version valmiista suunnitelmastaan, missä päin maailmaa se ikinä onkaan. Virtuaalitodellisuus auttaa suunnittelijoita vakuuttamaan asiakkaat valitsemaan tietyn suunnitteluratkaisun sekä asiakkaat voivat tehdä nopeampia päätöksiä suunnitelman selkeyden takia. Tässä vaiheessa asiakkaan on helppo tarttua yksityiskohtiin, joista he pitävät tai mitä muutoksia he haluavat tehdä. He pystyvät myös tekemään realistisia toiveita. Asiakkaat osaavat myös arvostaa suunnitelman eri vaiheita, koska he näkevät suunnittelijan ajatukset visuaalisesti omilla silmillään. Tämä kasvattaa brändiuskollisuutta ja suunnittelijan uskottavuutta. Ideoiden näkeminen virtuaalitodellisuudessa voi myös poistaa asiakkailta mahdollisia pelkoja liittyen suunnitelmaan sitoutumiseen. (LinkedIn 2023.)



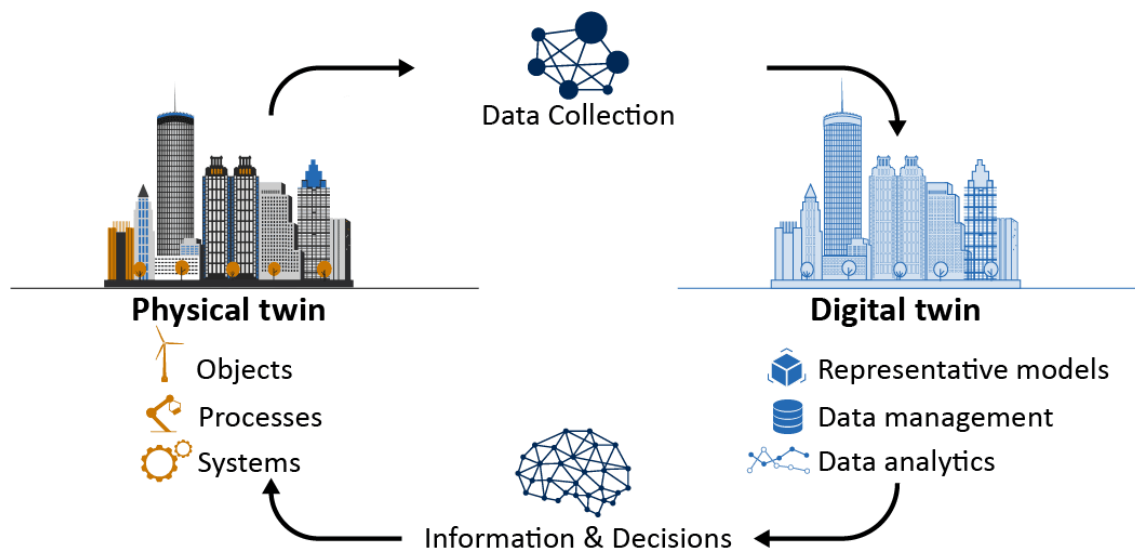
KUVA 7. Havainnollistava kuva virtuaalitodellisuudesta (Program-Ace 2023)

3.2 Digitaalinen kaksonen

Virtuaalitodellisuuden kehittyessä on muodostunut teknologia, jolla kopioidaan oikeaa ympäristöä. Digitaalinen kaksonen (engl. Digital Twin) on kopio todellisesta maailmasta ja sen prosesseista, tuotteista ja fyysisestä kokonaisuudesta. Digikaksonen muodostuu, kun saatavilla olevat aineistot ja informaatio yhdistetään tiedonhallintaprosessin polttopisteessä. Kun erilaisten ilmiöiden sensorit, kuten säähavainnot, liikennekamerat, ilmanlaatu- ja CO₂ -mittarit yhdistetään mallinnettuun ympäristöön, saadaan aidosti kaupungista digitaalinen kaksonen. (Sitowise julkaisuaika tuntematon.)

Rakennetussa ympäristössä, kuten kaupungissa digitaalisen kaksonen rungon muodostaa usein kaupunkimalli tai muu kaupungin lähtötietoaineisto. Kaupunkimalli sisältää tietyn alueen rakennukset, pinnanmuodot, maisemalliset elementit sekä infrastruktuurin. Kaupunkimallia voidaan rikastaa muulla datalla, kuten reaaliaikaisella liikennetiedolla, suunnitelmatiedoilla, valaistuksella sekä BIM- ja IoT-datalla. Tällöin tutkittavasta kohteesta muodostuu digitaalinen kaksonen, joka sisältää informaation digitaalisessa muodossa sen todellisesta vastinparista. (Sitowise julkaisuaika tuntematon.)

Twinmotionissa pystytään visualisoimaan 3D-mallinnusten avulla todellisesta ympäristöstä lähes täydellinen digitaalinen kaksonen. Mallinnukset on voitu ensin luoda esimerkiksi Archicad-ohjelmistolla. Twinmotionissa voidaan liikkua ajassa eteenpäin ja muuttaa sääolosuhteita, jolloin voidaan tarkastella, miltä ympäristö näyttäisi esimerkiksi 30 vuoden päästä tai talvella lumisateella. Kun tämän ominaisuuden yhdistää virtuaalitodellisuuteen, saadaan käyttäjälle aidon tuntuinen kokemus siitä, miltä todellinen ympäristö näyttäisi eri tilanteissa.



KUVA 8. Esimerkki fyysisen ja digitaalisen kaksosen yhdistämisestä (GAO 2023).

3.3 Virtuaalitodellisuuden hyödyntäminen opinnoissa

Suunnittelualalla hyödynnetään monipuolisesti tekoälyä jo opiskeluvaiheessa. Sisustusarkkitehtuurin opinnoissa Savonia-ammattikorkeakoulussa on päässyt osallistumaan erilaisiin tekoälykoulutuksiin ja tekoälyyn liittyville kursseille. Savonia on myös mahdollistanut VR-lasien kokeilemisen.

Suunnittelualan opinnoissa opiskelijoilla voi olla ongelmia erityisesti mallien esittämisessä pienemässä mittakaavassa. Tila- ja mittasuhteiden ymmärtämisessä on yleensä ongelmia, kun työskennellään isojen rakenteiden ja tilojen kanssa. (ArchDaily 2024.) Virtuaalitodellisuus opettaa tilankäytön tehokkuutta, resurssiviisautta sekä kestäväää ja vastuullista suunnittelua. Virtuaalitodellisuuden avulla on mahdollista hahmottaa suurien tilojen tilankäyttöä. Varsinkin 3D-mallintaessa opiskelijan voi olla haastavaa hahmottaa, kuinka suuri tila kannattaa täyttää, jotta se ei jää liian avaraksi. On myös mahdollista, että opiskelija lähtee täyttämään tilaa liikaa sillä ajatuksella, että suuri tila tarvitsee paljon kalusteita ja esineitä, jolloin tilasta tulee ahdas ja tunkkainen. Virtuaalitodellisuuden avulla opiskelija pääsee tarkastelemaan suunnittelemaansa tilaa, jolloin oppiminen ja tilan hahmotuskyky tehostuvat. Opiskelija oppii hyödyntämään kestäviä ja ympäristöystävällisiä materiaaleja ja näkee, miltä ne näyttäisivät fyysisessä ympäristössä virtuaalitodellisuuden kautta.

Virtuaalitodellisuus tarjoaa opiskelijoille pääsyn sellaisiin näkymiin, jotka eivät olisi mahdollisia reaali-maailmassa. Opiskelijat pääsevät virtuaalitodellisuudessa tarkastelemaan suunnitelmiaan esimerkiksi lintuperspektiivistä. Tällaiset työkalut ohjaavat opiskelijoiden huomion tärkeisiin arkkitehtonisiin elementteihin, mikä johtaa parempiin oppimistuloksiin. (ArchDaily 2024.)

Virtuaalitodellisuus mahdollistaa erilaisten virtuaalikierrosten integroinnin opetukseen. Virtuaalikierrosten avulla mahdolliset maantieteelliset ja taloudelliset rajoitteet saadaan sivuutettua ja opiskelijoilla on mahdollisuus päästä tarkastelemaan tunnettuja arkkitehtonisia maamerkkejä ja malleja omassa henkilökohtaisessa tilassaan. Opiskelijat voivat myös tutkia tapauksia eri mittakaavoissa kaupunkiympäristöistä pieniin rakennusyksityiskohtiin. (ArchDaily 2024.)



KUVA 9. Kuvituskuva (Bernard Marr 2022)

3.4 Säästävät kulut

Virtuaalitodellisuuden avulla saadaan pienennettyä yritysten ja suunnittelijoiden kuluja sekä säästettyä työntekijöiden aikaa. Vaikka VR-laitteistot voivat maksaa paljon, on sijoittamisesta hyötyä pidemmällä aikavälillä. Kertasijoittaminen johonkin laadukkaampaan laitteistoon maksaa itsensä takaisin tulevien projektien avulla. Virtuaalitodellisuuden avulla saadaan säästettyä tunteja asiakkaiden kanssa keskustelusta ja eri tapaamisista, sillä enää suunnittelijoiden ei tarvitse kuvaillen kertoa ideoitaan, vaan he voivat näyttää ne asiakkaalle. Asiakkaiden ei myöskään välttämättä tarvitse matkustaa muualle, kuin VR-laitteiden ja suunnittelijan luo, jolloin matkustuskuluissa säästää niin asiakkaat, kuin myös suunnittelija itse. Pienoismaallejakaan ei tarvitse rakentaa eikä muita visuaalisia malleja, joten siinä säästetään materiaalikuluissa sekä ajan viemissä kuluissa. Suurimmaksi osaksi säästettävät kulut ovat säästettyä aikaa, jonka suunnittelija muuten käyttäisi ideoidensa visualisointiin ja kuvailemiseen, kun nyt ne voi näyttää kätevästi VR-lasien kautta monta kertaa lyhyemmässä ajassa. (LinkedIn 2023.)

3.5 Virtuaalitodellisuuden heikkoudet

Niin kuin muissakin uusissa teknologiaan liittyvissä asioissa, virtuaalitodellisuudella on omat heikkoutensa. Tällä hetkellä heikkoja kohtia saattaa olla useampi, mutta tulevaisuudessa virtuaalitodellisuuden kehittyessä näitä heikkoja kohtia voidaan korjata ja parannella. Mitä enemmän virtuaalitodellisuutta käytetään, sitä paremmin huomataan asioita, jotka kaipaavat kehittämistä. (LinkedIn 2023.)

Jo aiemmin mainitut kulut ovat yksi virtuaalitodellisuuden heikkouksista. Laitteet ja niihin sopivat ohjelmistot maksavat sitä enemmän, mitä laadukkaammasta laitteistosta on kyse. Tämä tarkoittaa sitä, että niihin pitää sijoittaa kerralla paljon rahaa, mikä karsii pois suurimman osan mahdollisista käyttäjistä. (LinkedIn 2023.)

Virtuaalitodellisuudesta puuttuu vielä teknologian standardointi. On haastavaa kehittää sovelluksia ja ohjelmistoja, kun ei ole olemassa standardeja eri alustoille. Tämän takia jotkin ohjelmistot eivät siis toimi saumattomasti eri alustoilla. (LinkedIn 2023.)

Virtuaalitodellisuudesta puhutaan myös, että sillä on huonoja vaikutuksia terveydelle ja sosiaaliselle syrjäytymiselle. Se on totta, että pitkäaikainen VR-lasien käyttö voi aiheuttaa pahoinvointia, päänsärkyä ja silmien rasitusta. On myös todettu, että virtuaalitodellisuuden liikakäyttö voi aiheuttaa sosiaalista syrjäytymistä muista ihmisistä, koska VR-laitteiden kanssa uppoudutaan omaan maailmaan. (LinkedIn 2023.) Nämä huolet eivät kosketa samalla tavalla sisustusarkkitehteja, sillä virtuaalitodellisuuden käyttö työnteossa on vielä niin vähäistä, ettei se aiheuta välittömiä terveyshaittoja. Suunnittelijoiden on kuitenkin hyvä huomioida ne asiakkaat, jotka saattavat kärsiä helposti pahoinvointisuudesta tai migreeneistä. Virtuaalitodellisuusteknologian hyödyt ovat kuitenkin suurempia kuin haitat ja tulevaisuudessa haitat ovat entistä pienempiä ja huomaamattomampia. (LinkedIn 2023.)



KUVA 10. Tekoäly eristää ihmisen todellisuudesta (Carias 2014).

4 LISÄTTY TODELLISUUS

4.1 Mitä lisätty todellisuus on?

Lisätty todellisuus (engl. augmented reality, AR) tarkoittaa teknologiaa, joka lisää digitaalista sisältöä oikeaan maailmaan ja parantaa näkemäämme ja kuulemaamme. Se ei ole sama asia kuin virtuaali-todellisuus, joka luo täysin uusia, mukaansatempaavia digitaalisia ympäristöjä. (Portaire 2024.) Lisätty todellisuus on siis suunniteltu toimimaan rinnakkain todellisen ympäristön kanssa (Splunk 2023).

Lisätyn todellisuuden taustalla oleva tekniikka sisältää tietokonenäön, jonka avulla laitteet kykenevät tunnistamaan ja seuraamaan todellisen maailman kohteita. Tekniikka sisältää myös projektitekno-logiaa, joka lisää digitaalista sisältöä todellisen maailman päälle. Tämä tehdään yleensä laitteilla, kuten älypuhelimilla, tableteilla tai älylaseilla. (Portaire 2024.)

4.2 Lisätyn todellisuuden ja virtuaalitodellisuuden eroavaisuudet

Virtuaalitodellisuus ja lisätty todellisuus on helppo sekoittaa keskenään, sillä ne ovat hyvin samankaltaisia teknologioita, mutta niissä on silti suuria eroavaisuuksia. Lisätty todellisuus käyttää pohjana oikeaa ympäristöä ja lisää siihen haluttuja digitaalisia elementtejä (Splunk 2023). Suunnittelija voi ottaa esimerkiksi tilasta kuvan ja lisätä siihen erilaisia huonekaluja tai vaihtaa seinän väriä. Virtuaali-todellisuus on täysin kuvitteellinen ympäristö, joka ei millään tavalla ole kosketuksissa oikeaan maailmaan (Splunk 2023). Virtuaalitodellisuuden tarkoitus on siis eristää käyttäjä täysin oikeasta maailmasta ja lähes aina käytetään VR-laseja sekä kuulokkeita immersion toteutumiseksi. Lisätyssä todellisuudessa käyttäjä ei välttämättä tarvitse älylaseja tai kuulokkeita kokemuksen saavuttamiseksi. Riittää vain, että käyttäjällä on jokin näyttö, josta katsoa projektia.

Lisätty todellisuus on vähemmän tunnettu käsite kuin virtuaalitodellisuus ja monet eivät ole ehkä koskaan kuulleetkaan lisätyistä todellisuudesta. Lisättyä todellisuutta käytetään kuitenkin vähintään yhtä paljon kuin virtuaalitodellisuutta. Monet käyttävät sitä huomaamattaan arkielämässään. Yksi hyvä esimerkki lisättyä todellisuutta hyödyntävästä sovelluksesta on tunnettu mobiilipeli Pokemon Go. Lisättyä todellisuutta hyödynnetään nykyisin lukuisissa sovelluksissa ja ohjelmistoissa. Se on yleistymässä yhtä nopeaan tahtiin kuin virtuaalitodellisuuskin ja nykyisin lisätty todellisuus on yhä useammalle saatavilla sillä kehityksen myötä tuotteiden hinnat laskevat ja ohjelmistojen käyttäminen helpottuu. (Portaire 2024.)



KUVA 11. Kuvakaappaus Pokemon Go-sovelluksen karttanäkymästä (Kolehmainen 2024).



KUVA 12. Kuvakaappaus Pokemon Go-sovelluksen valokuvaustoiminnosta (Kolehmainen 2024).

4.3 Lisätty todellisuus sisustusarkkitehtuurissa

Lisätyn todellisuuden avulla voidaan luoda huoneista tai kokonaisista rakennuksista 3D-malleja, jotka voidaan liittää fyysiseen tilaan live-videon avulla. Näin suunnittelijat voivat visualisoida suunnitelmansa reaaliajassa ja tehdä muutoksia nopeasti. Asiakkaat pystyvät myös olemaan vuorovaikutuksessa virtuaalisten mallien kanssa, jolloin heidän on helpompi antaa palautetta ja olemaan suunnittelussa mukana. (Portaire 2024.)

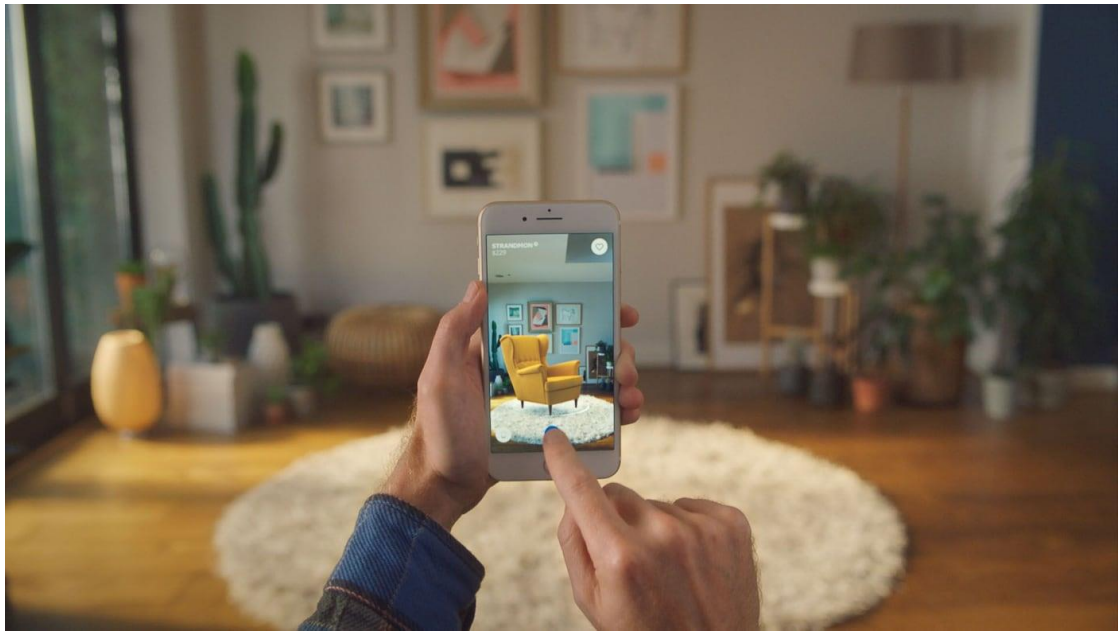
Niin virtuaalitodellisuus kuin lisätty todellisuuskin mahdollistavat suunnittelijoita esittelemään töitään ilman fyysisten prototyyppien ja mallien rakentamista. Lisätty todellisuus mahdollistaa erilaisten huonekalujen sijoittamisen valmiiseen tilaan ja vaihtelevaan niiden väriä ja täten kokeilemaan, mikä toimii tilassa parhaiten. Erilaisten vaihtoehtojen kokeileminen ei vie paljoa aikaa ja suunnittelija voi rohkeammin kokeilla erilaisia ratkaisua ilman pelkoa siitä, että aikaa menisi liikaa hukkaan. (Portaire 2024.)

Lisätty todellisuus sekä virtuaalitodellisuus myös antavat molemmat mahdollisuuden tarkastella, miltä eri materiaalit näyttävät huonekaluissa tai pinnoilla. Käyttäjän on helpompi hahmottaa erilaisia tekstuureja ja miltä ne näyttävät eri valaistuksissa. Sitä mukaa kun VR- ja AR-tekniikat kehittyvät ja niissä käytettävä laitteisto kehittyi, käyttäjien on entistä helpompi visualisoida jopa vaikeimpia materiaaleja ja tekstuureja.

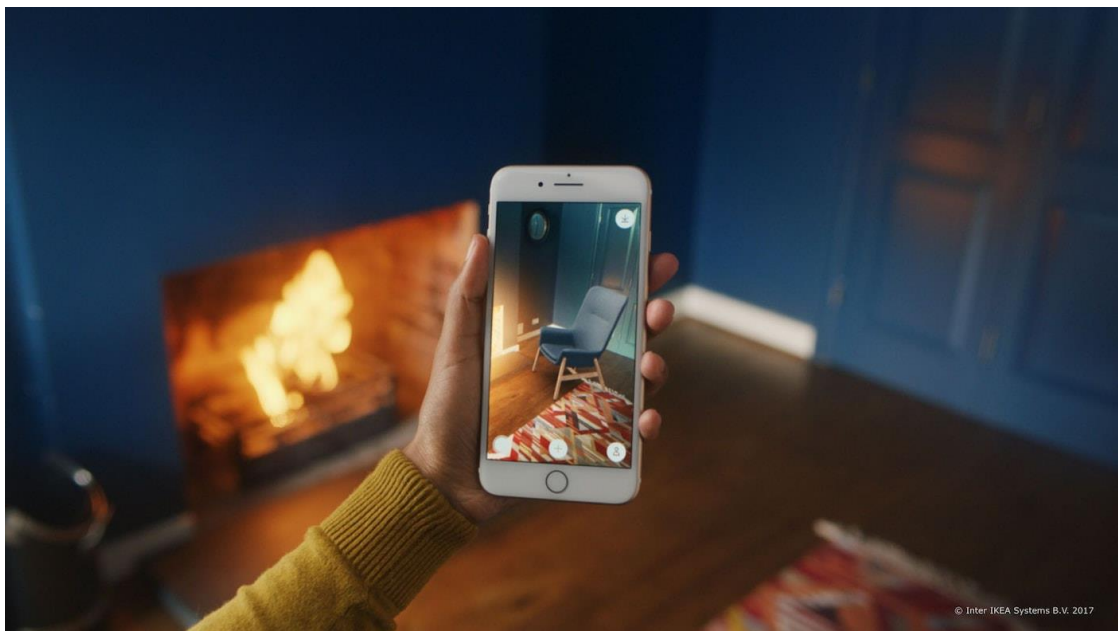
Sen lisäksi, että lisätty todellisuus auttaa suunnittelijoita ja asiakkaita monipuolisesti suunnitelmien tekemisessä, se auttaa myös parantamaan myyntikokemusta asiakkaille. Jotkin huonekalumyymälät ovat jo alkaneet käyttää lisättyä todellisuutta, jotta asiakkaat näkisivät, miltä jokin huonekalu näyttää heidän kodissaan, ennen kuin he ostavat kyseisen tuotteen. Tämä voi olla erittäin käytännöllistä maailmanlaajuisille asiakkaille, joilla ei välttämättä ole aikaa tai resursseja käydä huonekaluliikkeessä paikan päällä. (Portaire 2024.)



KUVA 13. Kuvituskuva (The Technology Cards 2019)



KUVA 14. Esimerkki huonekalun sijoittamisesta IKEA PLACE-sovelluksessa (IKEA 2017, CC BY-NC).



KUVA 15. Esimerkki huonekalun sijoittamisesta IKEA PLACE-sovelluksessa (IKEA 2017, CC BY-NC).

4.4 Lisätyn todellisuuden hyödyntäminen opinnoissa

Lisätyn todellisuuden ansiosta opiskelija voi kerätä ja saada tietoa objekteista ja samalla kokea ne todellisessa ympäristössä. Lisätty todellisuus voi poistaa virtuaalisen ympäristön ja todellisen ympäristön välisen kuilun ja se voi jopa rohkaista opiskelijoita ajattelemaan tilasuunnittelua hybridimaailmassa. (ArchDaily 2024.) Lisättyä todellisuutta voi olla helpompi lähestyä kuin virtuaalitodellisuutta opiskelijan näkökulmasta. Virtuaalitodellisuus vaatii omat ohjelmistonsa ja laitteistonsa, jotta sitä voi oikeaoppisesti hyödyntää. Lisättyä todellisuutta voi hyödyntää omalla mobiililaitteella, jolloin sen käyttäminen on helpompaa tutulla laitteistolla.

Suunnitelmiin perehtyminen ja rakentamisprosessiin syventyminen on tärkeää opiskelijoiden kanalta. Pelkästään teoreettiset ympäristöt eivät pysty tarjoamaan syvää ymmärrystä muodoista, tilasta ja mittasuhteista. (ArchDaily 2024.)



KUVA 16. Suunnitelman tarkastelua lisätyn todellisuuden avulla (Ilna Club 2024).

4.5 Lisätyn todellisuuden heikkoudet

Yksi lisätyn todellisuuden haasteista on se, että luodun sisällön pitää olla todenmukaista ja käyttäjän mukaansa tempaavaa. Teknologian pitää pystyä tunnistamaan ja seuraamaan oikean elämän kohteita tarkasti sekä digitaalisen sisällön pitää olla saumattomasti sisällytetty oikeaan maailmaan. (Portaire 2024.) Immersio rikkoutuu, jos digitaalinen sisältö vaikkapa heittelehtii oikean maailman päällä tai se ei sijoitu huomaamattomasti oikean maailman ympäristöön. Tämä voi johtaa myös huonoon kuvan laatuun ja rakeisuuteen, joka häiritsee käyttäjän kokemusta lisää.

Toinen suurimmista haasteista on nykyisten AR-laitteiden rajallinen näkökenttä. Vaikka jotkin älylasit tarjoavat laajemman näkökentän, ne voivat olla tilaa vieviä ja kalliita, mikä tekee niistä vähemmän saatavilla olevat keskivertokuluttajalle. Yritykset integroida lasit kuluttajien teknologiseen elämään ovat tähän asti olleet täynnä epäonnistumisia. (Portaire 2024.)

Tällä hetkellä lisätyn todellisuuden sujuva käyttäminen vaatii sen, että käyttäjä on vahvasti perehtynyt laitteistoon ja teknologiaan sekä osaa käsitellä 3D-mallinnuksia ja erilaisia tiedostoja. AR-laitteista täytyy tehdä helpompia käyttää, jotta ne saavuttaisivat suuremman käyttäjäkunnan. (LinkedIn 2023.)

Niin kuin virtuaalitodellisuuskin, lisätty todellisuus kamppailee sosiaalisten ja eettisten ongelmien kanssa. Teknologiat häivyttävät rajat fyysisen maailman ja virtuaalimaailman välissä ja vaikuttavat ihmisten väliseen vuorovaikutukseen, jolloin on riski jonkin asteiseen riippuvuuteen virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden kokemuksista. (LinkedIn 2023.) Yritysten olisi erittäin tärkeää tehdä heti alussa selväksi, mikä on turvallista lisätyn todellisuuden ja virtuaalitodellisuuden käyttämisestä ja missä menee raja, jos käyttäjä alkaa oireilemaan riippuvuudesta.



KUVA 17. Virtuaalitodellisuus ja lisätty todellisuus eristävät ihmisen todellisuudesta (reSTART 2015).

4.6 Mitä yhdistetty todellisuus on?

Yhdistetty todellisuus (engl. mixed reality, MR) nimensä mukaisesti yhdistää todellisen maailman ja digitaaliset elementit keskenään. Yhdistetyssä todellisuudessa voi olla vuorovaikutuksessa samaan aikaan fyysisten ja virtuaalisten asioiden ja ympäristöjen kanssa. Yhdistetty todellisuus antaa käyttäjän nähdä ja uppoutua ympäröivään maailmaan, vaikka käyttäjä olisi vuorovaikutuksessa virtuaalisen ympäristön kanssa kuulokkeet ja VR-lasit päässään. Yhdistetty todellisuus tarjoaa siis mahdollisuuden olla käytännössä toisella jalalla todellisessa maailmassa ja toisella jalalla täysin kuvitteellisessa maailmassa. Tämä hajottaa peruskäsitteet todellisen ja kuvitteellisen välillä tarjoten kokemuksen, joka voi muuttaa tapaa, jolla työskennellään tänä päivänä. (Intel julkaisuaika tuntematon.)

Miljoonat internetin käyttäjät eivät välttämättä tajua käyttäneensä yhdistettyä todellisuutta ja saattavat luulla, että he ovat hyödyntäneet lisättyä todellisuutta (Spiceworks 2022). Nämä käsitteet menevät helposti sekaisin yhdistetystä todellisuudesta puhuttaessa, sillä se liikkuu häilyvästi virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden välissä. Esimerkiksi monet Instagramin filtrit hyödyntävät yhdistettyä todellisuutta, vaikka filteri olisi nimetty lisätyksi todellisuudeksi. (Spiceworks 2022.)

Yhdistettyä todellisuutta voi siis hyödyntää muillakin laitteilla kuin MR-laseilla. Lasien lisäksi yhdistettyä todellisuutta voi käyttää älypuhelimilla ja muilla mobiililaitteilla, CAVE-ympäristössä, jossa käyttäjä ympäröi lukuisat näytöt sekä HUD-näyttölaitteilla, johon kuuluu näyttö, tietokone ja pinta, jonka päälle grafiikat heijastetaan. (Spiceworks 2022.)



KUVA 18. Yhdistetty todellisuus hyödyntää virtuaalitodellisuutta sekä lisättyä todellisuutta (Medium 2020).

5 OMAT KOKEMUKSET

5.1 VR-laitteiden yhdistäminen

Kokeilemani VR-lasit olivat mallia Meta Oculus Rift S. Tätä kyseistä tuotetta ei ole enää saatavilla, mutta Meta suosittelee Quest 2-mallia Rift-mallin tilalle. Hintaluokka näillä kahdella mallilla on samankaltainen.

VR-lasien yhdistäminen omaan kannettavaan tietokoneeseeni ei onnistunut toivotulla tavalla, sillä koneen järjestelmän näytönohjain ei ollut yhteensopiva Rift-järjestelmän kanssa. Tämä johti siihen, että minun täytyi yhdistää lasit toiseen koneeseen. Lasien käyttöönotto olisi muuten ollut erittäin helppoa, koska tietokoneelle ladattava Oculus-sovellus ohjeisti askel kerrallaan, kuinka lasit saadaan käyttövalmiiksi.

Yllättävää oli se, kuinka Rift-järjestelmä tarvitsi tietynlaisen järjestelmän näytönohjaimen. Kannettava tietokoneeni jaksaa suorittaa raskaitakin 3D-mallinnuksia eri mallinnusohjelmissa ja pystyn tekemään monia muita suunnittelualan töitä koneellani, mutta Rift-mallin VR-laseihin se ei sovellu. En ole opiskellut tietotekniikkaa, joten oli vaikeaa selvittää, millaisen tietokoneen Rift-järjestelmä tarvitsi. Tässä tulee esille jo aiemmin mainitut virtuaalitodellisuuden haasteet. Teknologiaa ei ole vielä standardoitu, jolloin on epäselvää mitkä VR-lasit toimivat milläkin järjestelmillä ja alustoilla. Tähän toivoisin pian kehitystä, jolloin olisi helpompi suunnitella mahdollisesti omien VR-lasien hankkimista.

Pääsin testaamaan VR-laseja Savonia-ammattikorkeakoulun tietokoneella, johon oli ladattu Oculuksen oma sovellus. Meta oli juuri päivittänyt sovelluksen, jolloin sinne ei päässyt enää kirjautumaan niin helposti kuin ennen. Tarvitsin oppilaitoksen teknisen tuen neuvomaan, kuinka pääsen kirjautumaan Meta-tilille ja yhdistämään VR-lasit tietokoneeseen. Metan sivuilla oli huonosti tietoa, kuinka uudelle järjestelmälle pääsee kirjautumaan, joten Savonian tekninen tuki oli välttämätön. Olisin toivonut parempia ohjeita kirjautumiseen ja yhdistämiseen Metan puolesta.



KUVA 19. Oculus Rift S -VR-lasit ja Touch-ohjaimet (Gigantti julkaisuaika tuntematon).

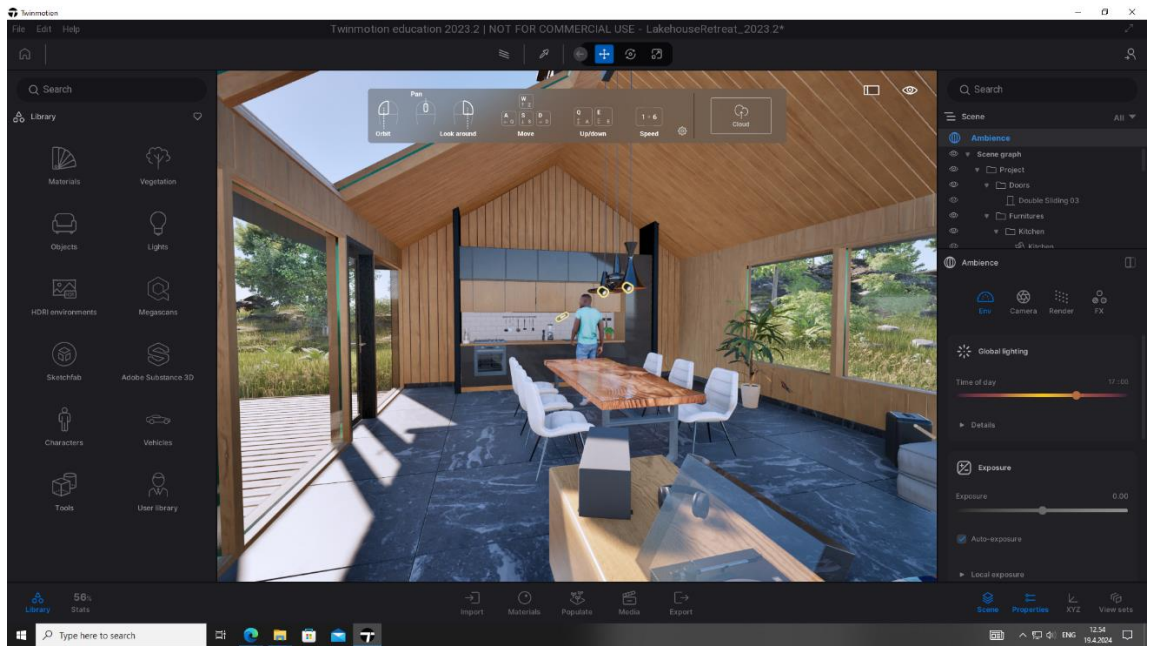


KUVA 20. Oculus Rift S -VR-lasit ja Touch-ohjaimet alhaalta kuvattuna (Gigantti julkaisuaika tuntematon).

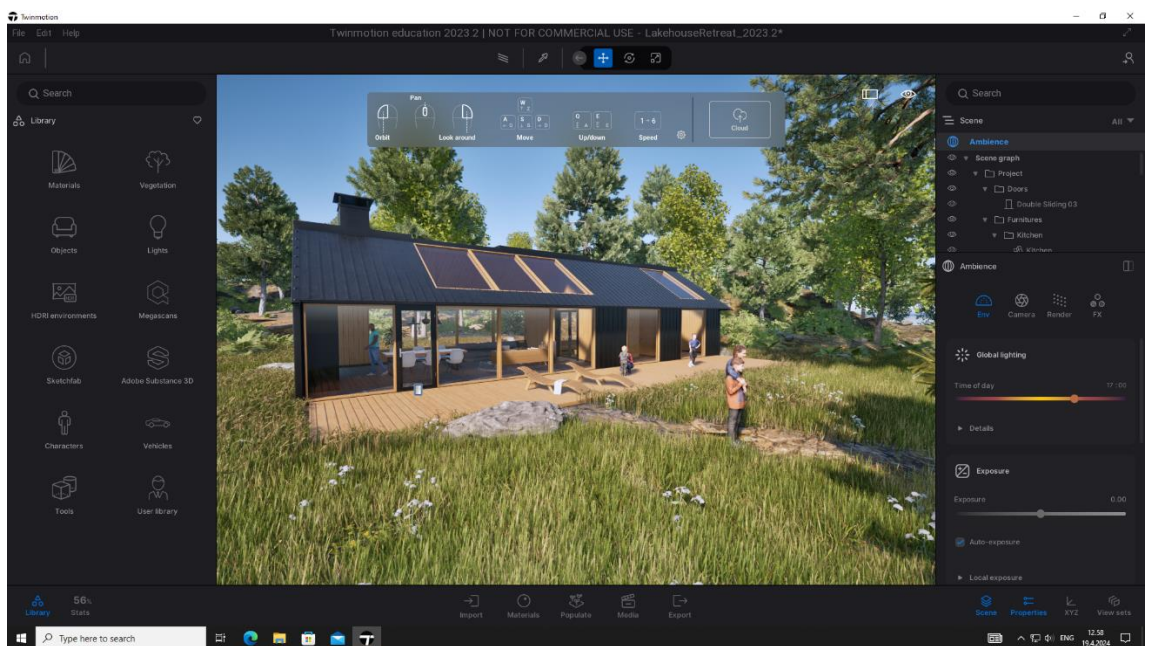
5.2 VR-lasien testaus

Kokeilin VR-laseja ensimmäistä kertaa elämässäni, joten minulla ei ollut minkäänlaista kokemusta virtuaalitodellisuudessa seikkailemisesta. Lasit oli helppo laittaa päähän ja ne olivat mukavan tuntuiset. Hetken päästä huomasin kuitenkin VR-lasien painon, mutta nenän päälle asettuva pehmuste esti lasien liian painamisen nenän päällä ja poskipäillä. Uskon, että pidemmällä käyttöajalla niskat olisivat menneet kipeäksi, mutta noin 15 minuutin mittaisen kokeilun jälkeen lasien paino ei haitannut.

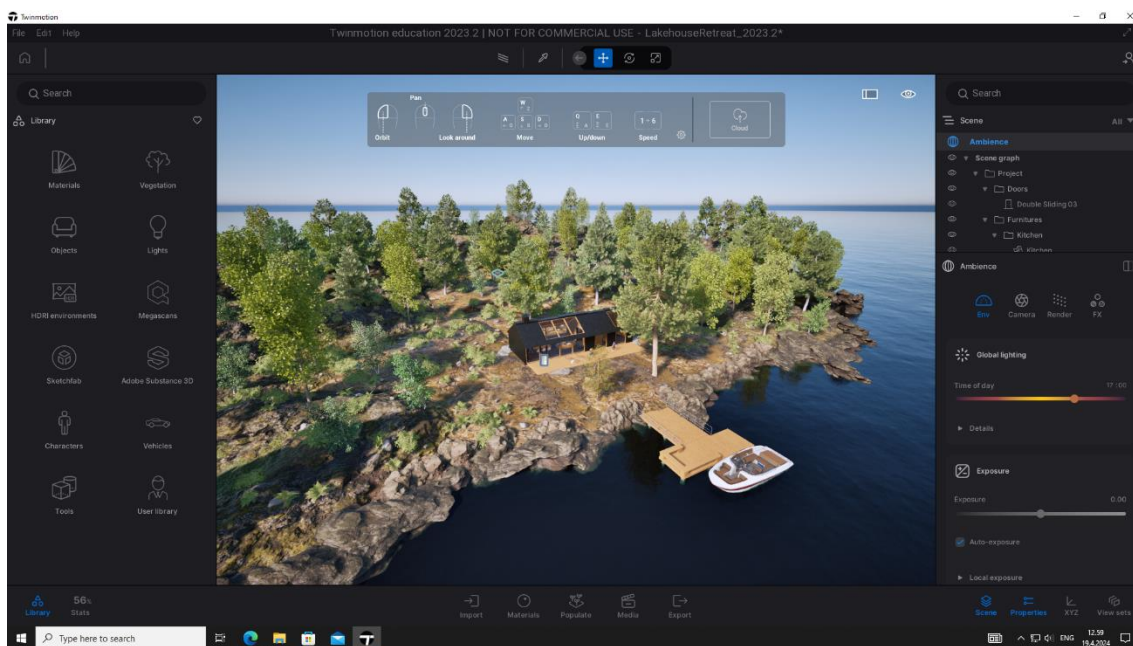
Kokeilin VR-laseja Twinmotionin VR-näkymässä ja ympäristönä toimi Twinmotionin valmis ympäristö. Liikkuminen oli yllättävän helppoa pienessäkin tilassa, jos osoitti tarkasti, mihin halusi siirtyä. Olin kuvitellut liikkumisen olevan paljon vaikeampaa kuin mitä se oli. Siirtyminen olisi voinut olla sulavampaakin, mutta näin ensikertalaiselle kokemus oli yllättävän sujuva. Twinmotionin VR-tila oli helppo käyttää ja liikkumiseen ei tarvinnut monimutkaisia komentoja. Uskon, että jo muutaman käyttökerran jälkeen virtuaalimaailmassa liikkuminen ja toimiminen olisi paljon sujuvampaa ja helpompaa.



KUVA 21. Kuvakaappaus Twinmotionin valmiista "Lakehouse"-talosta (Kolehmainen 2024).



KUVA 22. Kuvakaappaus "Lakehouse"-talon julkisivusta (Kolehmainen 2024).



KUVA 23. Kuvakaappaus "Lakehouse"-talosta saaristossa (Kolehmainen 2024).

Virtuaalilaseja kokeillessani istuin toimistotuolilla siltä varalta, että kokeilun aikana alkaisi huimamaan tai tasapaino horjumaan. Istuesssa oli varmempi olo ja pystyin liikkumaan rohkeammin, koska ei tarvinnut pelätä oman tasapainon menettämistä. Kokeilemissani laseissa on johto, joka hieman vaikeutti kääntymistä ja pyörimistä, koska johto kiertyi jalkojeni ympärille. Johdottomat lasit olisivat liikkumisen kannalta parempi vaihtoehto. Virtuaalimaailmassa liikkuessa kuva tärisi ja pätki hieman, eikä liikkuminen ollut niin sulavaa, kuin mitä silmät näkevät oikeassa maailmassa. Tämä aiheutti sen, että hetken virtuaalimaailmassa liikuttuani päätäni alkoi särkeä. Minulla on aika-ajoin matkapuhoinvointia ja huomasin oloni huonontuvan hetken VR-laseja pidettyäni. Noin viiden minuutin testaamisen jälkeen minun oli pakko lopettaa ja ottaa lasit pois päästäni, koska tunsin pahoinvoinnin voimistuvan.

Yllättäen päänsärky voimistui vasta lasien pois ottamisen jälkeen. Noin puolen tunnin ajan minulla oli hieman pahoinvoiva olo ja päätäni särki. Paikallaan seisoessa minua huimasi ja tuntui, että halusin istua alas. Olo tasaantui hiljalleen, mutta en pystynyt katsomaan esimerkiksi puhelimen tai tietokoneen näyttöjä. Silmät olivat väsyneet VR-lasien käytöstä ja tarvitsin tauon näytöistä sekä ruuduista. Silmien nopea väsyminen sekä pahoinvointi ja päänsärky ovat isoja ongelmia VR-lasien käyttäjien keskuudessa. Teknologia vaatii vielä paljon kehitystä, jotta näistä ongelmista päästään eroon. Koen itse, että tärkeämpää on ratkaista ensin pahoinvointiin ja päänsärkyyn liittyvät ongelmat ja sitten sen jälkeen voidaan pohtia, kuinka laseja saadaan kevyemmäksi ja mukavammaksi käyttää. Tämä lisäisi käyttäjämukavuutta kaikille jo mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.

5.3 Tekoilyavataarin luominen

Opinnäytetyön ohessa järjestettiin työpaja, jonka aikana oli tarkoitus luoda näköiseni avatar, joka esittelee opinnäytetyöni tiivistelmän videolla. Työpajaa tuli johtamaan tekoilyyn perehtynyt ammattilainen ja hän näytti perusteellisesti, kuinka hahmo luodaan. Käytimme useita eri sovelluksia ja ohjelmistoja videon ja hahmon luomiseen.

Oikeanlaisen äänen hakemiseen ja puheen luomiseen käytimme ElevenLabs-ohjelmistoa, joka generoi puhetta tekoälyn avulla. Ohjelmistossa on tuhansia eri ääninäytteitä, joita voi käyttää vapaasti ja sieltä karsimme suomen kieleen ohjelmoitun ääninäytteen. Puhetta pystyi luomaan niinkin helposti, että ensimmäisenä valittiin haluttu ääni ja sen jälkeen tekstiruutuun sijoitettiin teksti, joka haluttiin puhuvan. Puhetta ei kannattanut luoda liian paljoa kerralla, jotta äänitteestä saadaan mahdollisimman aidon kuuloinen. Äänitteet yhdistettiin Adobe Audition-ohjelmistolla, jossa oli mahdollista vielä muokata puheen aikana syntyviä taukoja ja niiden kestoja.

Videon luomiseen käytimme HeyGen-nimistä ohjelmistoa. Sen avulla saimme avatarille kehon, johon muokkasimme minun kasvoni. Videolle sai tehtyä mieleisensä taustan ja efektit. Taustalle sai halutessaan musiikkia tai esimerkiksi toisen videon pyörimään. Adobe Audition-ohjelmistolla luotu äänitiedosto liitettiin HeyGenissä videoon ja kun kaikki halutut elementit olivat paikoillaan, painettiin nappia, joka generoi videoon huulten ja kehon liikkeet. Tällöin saatiin videosta lopullinen versio, joka oli valmis esiteltäväksi.

6 POHDINTA

6.1 Tekoälyn tulevaisuus

Todennäköisesti virtuaalitodellisuus tulee tulevaisuudessa arkipäiväistymään, mutta se vaatii laitteiden hintojen huomattavaa laskua sekä katselulaitteiden kehittymistä, jotta laitteiden käyttö yleistyisi kotitalouksissa (Virtualnature julkaisuaika tuntematon). Tällä hetkellä hinnat ovat melko korkealla, vaikka ne ovatkin pudonneet paljon siitä, mitä ne olivat vuosikymmeniä sitten. Laitteet eivät siis ole kaikkien saatavilla ja yrityksillä on vielä paljon töitä tehtävänä, jotta laitteista saataisiin mahdollisimman helppokäyttöiset ja sopivan hintaiset markkinoille. Virtuaaliseen todellisuuteen liittyvät ongelmat, kuten huono kuvanlaatu ja pahoinvointisuus tulee myös ratkaista (Virtualnature julkaisuaika tuntematon).

Tulevaisuuteen katsottuna voimme odottaa näkevämme entistä edistyneempää lisätyn todellisuuden käyttöä sisustusarkkitehtuurissa. On täysin mahdollista, että lisättyä todellisuutta pystyisi käyttämään luomaan täysin immersiiivisiä virtuaaliympäristöjä, joiden avulla asiakkaat voivat kokea ja olla vuorovaikutuksessa suunnitelmiansa kanssa realistisemmalla tavalla. (Portaire 2024.) Itse suunnittelijan näkökulmasta katsottuna joskus on vaikeaa yrittää selittää asiakkaille oma näkemys pelkkien luonnosten ja 3D-mallinnusten avulla. Joitain yksityiskohtia ei edes pysty selittämään, vaan ne on nähtävä itse. Joillakin ihmisillä ei ole samanlaista kykyä hahmottaa, miltä suunnitelmat näyttäisivät todellisuudessa, joten virtuaalitodellisuus ja lisätty todellisuus hyödyttäisi heitä kaikkein eniten.

Kokonaisuudessaan lisätyllä todellisuudella ja virtuaalitodellisuudella on mahdollisuudet mullistaa tapamme lähestyä suunnittelutyötä antamalla suunnittelijoille täysin rajattomat mahdollisuudet luoda mitä ikinä mielikuvitus haluaa. Virtuaalitodellisuus ja lisätty todellisuus voi auttaa yksinkertais-tamaan ja helpottamaan suunnitteluprosessia, luomaan parempia tuloksia asiakkaille ja lopulta säästämään aikaa. (Portaire 2024.)

En usko, että tekoäly tulee viemään suunnittelijoiden työtä. Se on erittäin epätodennäköistä, koska tällä hetkellä ei ole vielä keksitty keinoa välttää mahdollisia eettisiä ongelmia sekä tekijänoikeuksista ei ole pystytty säättämään laissa niin, että aihe olisi täysin ongelmaton. Vielä tarvitaan paljon ihmisen tekemiä päätöksiä ja tekoäly on täysin ihmisen johtama teknologian aihealue. Uskon, että tekijänoikeuskysymykset tulevat olemaan vaikeimpia ongelmia ratkaista ja siihen tulee menemään eniten aikaa, kun saadaan valmiiksi säädökset, jotka kunnioittavat kaikkia suunnittelijoita ja taiteilijoita. Haluan, että tulevaisuudessa tekoälyä voidaan käyttää ilman, että jokaisen suunnitelman kohdalla suunnittelijan täytyy miettiä tekijänoikeuksia, ja että onko hän rikkonut niitä käyttämällä tekoälyä. En tiedä, onko tällaista lopputulosta edes mahdollista saavuttaa, mutta ihanteellinen tilanne olisi se, että tekoälyä hyödynnettäessä se osaisi itse suunnitella sellaiset luonnokset ja suunnitelmat, jotka eivät rikkoisi tekijänoikeuksia ja korkeintaan ottaisi inspiraatiota muiden luomista töistä. Tämä vaatii tietysti sen, että tekijänoikeuksista on säädetty tarkasti selkeät linjaukset, joita tekoälyn on helppo noudattaa.

Haluan, että tekoäly tulee kehittymään siihen pisteeseen, jolloin sitä voitaisiin hyödyntää monipuolisesti esimerkiksi suunnittelualojen työpaikoilla ja kaikki työntekijät voisivat sitä halutessaan käyttää.

Tällöin suunnittelutoimistot voisivat ottaa ison harppauksen eteenpäin ja toimistojen työntekijät voisivat yhdessä kehittyä toinen toistaan kannustaen. Yhdessä uusien asioiden kokeileminen antaa mahdollisuuden kehittyä paremmin ja nopeammin kuin yksin. Tekoälystä tulee tärkeä työkalu osana suunnittelutyötä, joka auttaa meitä suunnittelijoita pääsemään parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen.

En halua nähdä tekoälyn kehittyvän siihen suuntaan, jossa tekoälyn luomia projekteja ja suunnitelmia arvostetaan enemmän kuin ihmisen tekemää työtä. En siis halua tekoälyn saavan liikaa painoarvoa suunnittelutyössä, koska työ kuitenkin vaatii suunnittelijalta ison panostuksen ja projektit ovat suunnittelijan johtamia. Tekoäly on ihmisen kehittämä työkalu, joten sitä pitäisi pitää sellaisena. Tekoälystä ei pitäisi myöskään tehdä standardia työkalua, jota pitäisi hyödyntää jokaisessa työssä. Siitä pitäisi ajatella samoin, kuin mistä muustakin suunnittelijan hyödyntämästä ohjelmistosta. Ei suunnittelija käytä jokaisessa projektissa kaikkia omistamiaan sovelluksia ja mallinnusohjelmistoja, vaan ne ovat saatavilla, jos jotakin niistä hänen tarvitsee käyttää. Tekoälyn olisi mielestäni hyvä olla jokaisen käytettävissä, mutta sitä ei ole pakko hyödyntää.

6.2 Oma oppimisprosessi

Oma henkilökohtainen tavoitteeni opinnäytetyön suhteen oli se, että saan kerättyä mahdollisimman paljon tietoa aiheesta monipuolisista lähteistä ja tuotua löytämäni tiedon yhteen tähän opinnäytetyöhön loogiseksi kokonaisuudeksi. Tavoitteenani oli kehittää ammattitaitoani tekoälyn, virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden teknologioiden saralla, jotta olisin itse tiedon aallonharjalla. Toiveenani on, että opinnäytetyöni voi mahdollisesti edesauttaa minua tulevaisuuden työssäni.

Oppimistani ja kehittymistäni tuki ohjaajani, joka matkan varrella haastoi ja kannusti tekemään enemmän ja isommin. Hän auttoi minua pääsemään mahdollisimman hyvään lopputulokseen ja antoi palautetta silloin, kun sitä pyysin ja tarvitsin. Hyvän keskusteluyhteyden ansiosta osasin pohtia laajemmin omaa opinnäytetyöprosessia ja pääsin syvemmälle tasolle työn tekemisessä. Hyvä kommunikointi ohjaajan kanssa syvensi myös oppimista ja ymmärrystä omasta opinnäytetyön aiheesta.

Koen kehittäneeni ammattitaitoani niin, että osaan jakaa oppimaani muille suunnittelijakollegoilleni ja opinnäytetyöstä tuli kokonaisuutena yhtenäinen ja laaja. Työsuunnitelmasta poiketen pääsin tekemään ja kokeilemaan enemmän asioita, kuin suunnittelin. VR-lasien testaamisen lisäksi oman tekoälyavatarin luominen tuki koko prosessiani ja nosti opinnäytetyöni uudelle tasolle. Koen saavuttaneeni asettamani tavoitteet ja jopa ylittäneeni itseni, koska en tiennyt kykeneväni kehittymään prosessin aikana näin nopeasti. Mielestäni opin tuntemaan oman työni aiheen ja olen tyytyväinen prosessin lopputulokseen.

6.3 Opinnäytetyöprosessin eteneminen

Opinnäytetyöni eteni tasaisesti koko prosessin ajan ja mitään vastaiskuja tai hidasteita ei tullut matkan varrelle. Suunnittelin opinnäytetyöprosessin huolellisesti syksyn aikana ja valitsin aiheen tarkasti. Valitsin itselleni tarpeeksi mielenkiintoisen aiheen, johon jaksan perehtyä koko prosessin ajan. Tämän avulla minulla oli jatkuvasti intoa etsiä uutta tietoa tai kirjoittaa opinnäytetyötä eteenpäin, jolloin prosessi ei pysähtynyt missään vaiheessa.

Opinnäytetyöni eteneminen ei pysähtynyt silloinkaan, kun VR-lasien kanssa ilmeni teknisiä ongelmia. Pystyin samaan aikaan kirjoittamaan tekstiä muista aiheista ja etsimään kuvituskuvia kun odotin, että VR-lasit saadaan yhdistettyä Savonian laitteisiin. Tässä vaiheessa korostui hyvä yhteydenpito ohjaajan ja opiskelijan välillä, jolloin vältettiin prosessin seisahtuminen ja odottelu.

Prosessin alussa en tarvinnut juurikaan apua tai neuvoja, mutta sitä mukaan kun kysymyksiä ja ongelmia ilmeni, olin heti yhteydessä ohjaajaani tai viestinnän opettajaan. He osasivat vastata kysymyksiini ja iso kiitos heille, että projektini on sujunut mutkattomasti nopean yhteydenpidon myötä. Oma-aloitteisella ja aktiivisella yhteydenpidolla opinnäytetyöstäni saatiin laadukas ja hiottu kokonaisuus.



KUVA 24. Opinnäytetyön aikajana (Kolehmainen 2024)

KUVALUETTELO

KUVA 1. Moderni mökki järven rannalla, kuva luotu Ideogram-tekoälygeneraattorilla (Kolehmainen 2024)....	7
KUVA 2. Valkoinen kartano vuoristonäköalalla, kuva luotu Ideogram-tekoälygeneraattorilla (Kolehmainen 2024).....	8
KUVA 3. Valoisa ja rauhallinen toimistotila, kuva luotu Midjourney-tekoälygeneraattorilla (Kolehmainen 2023).....	9
KUVA 4. Moderni olohuone tummalla sisustuksella ja tunnelmallisella valaistuksella. Kuva luotu Midjourney-tekoälygeneraattorilla. (Kolehmainen 2023.).....	10
KUVA 5. Ihmisen luovuus ja tekoäly yhdistyvät (Tekniikka & Talous 2023).....	11
KUVA 6. Robotti piirtää muotokuvaa ihmisestä (The Hollywood Reporter julkaisuaika tuntematon).....	12
KUVA 7. Havainnollistava kuva virtuaalitodellisuudesta (Program-Ace 2023)	14
KUVA 8. Esimerkki fyysisen ja digitaalisen kaksosen yhdistämisestä (GAO 2023).....	15
KUVA 9. Kuvituskuva (Bernard Marr 2022).....	16
KUVA 10. Tekoäly eristää ihmisen todellisuudesta (Carias 2014).	17
KUVA 11. Kuvakaappaus Pokemon Go-sovelluksen karttanäkymästä (Kolehmainen 2024).....	19
KUVA 12. Kuvakaappaus Pokemon Go-sovelluksen valokuvaustoiminnosta (Kolehmainen 2024).....	20
KUVA 13. Kuvituskuva (The Technology Cards 2019)	21
KUVA 14. Esimerkki huonekalun sijoittamisesta IKEA PLACE-sovelluksessa (IKEA 2017, CC BY-NC).....	22
KUVA 15. Esimerkki huonekalun sijoittamisesta IKEA PLACE-sovelluksessa (IKEA 2017, CC BY-NC).....	22
KUVA 16. Suunnitelman tarkastelua lisätyn todellisuuden avulla (IIna Club 2024).	23
KUVA 17. Virtuaalitodellisuus ja lisätty todellisuus eristävät ihmisen todellisuudesta (reSTART 2015).....	24
KUVA 18. Yhdistetty todellisuus hyödyntää virtuaalitodellisuutta sekä lisättyä todellisuutta (Medium 2020).	25
KUVA 19. Oculus Rift S -VR-lasit ja Touch-ohjaimet (Gigantti julkaisuaika tuntematon).....	27
KUVA 20. Oculus Rift S -VR-lasit ja Touch-ohjaimet alhaalta kuvattuna (Gigantti julkaisuaika tuntematon).	28
KUVA 21. Kuvakaappaus Twinmotionin valmiista "Lakehouse"-talosta (Kolehmainen 2024).....	29
KUVA 22. Kuvakaappaus "Lakehouse"-talon julkisivusta (Kolehmainen 2024).....	29
KUVA 23. Kuvakaappaus "Lakehouse"-talosta saaristossa (Kolehmainen 2024).	30
KUVA 24. Opinnäytetyön aikajana (Kolehmainen 2024)	34

LÄHTEET

Barker, Nat 2023. AI exposes designers and architects to copyright complications say experts. Verkkootikkeli. Dezeen.com. Julkaistu 21.8.2023. <https://www.dezeen.com/2023/08/21/ai-copyright-designers-architects-aitopia/>. Viitattu 7.2.2024.

BasuMallick, Chiradeep 2022. What Is Mixed Reality? Definition, Working, and Applications. Verkkootikkeli. Spiceworks.com. Julkaistu 6.6.2022. <https://www.spiceworks.com/tech/innovation/articles/mixed-reality/>. Viitattu 28.2.2024.

Carlino de Paz, Clara 2024. Augmented Reality (AR) in Interior Design. Verkkootikkeli. Portaire.com. Julkaistu 18.1.2024. <https://www.portaire.com/journal/augmented-reality-ar-and-how-interior-designers-use-it#:~:text=AR%20can%20be%20used%20to,make%20changes%20on%20the%20fly.> Viitattu 5.3.2024.

Euroopan parlamentti 2023. EU:n tekoälyäädös on ensimmäinen laatuaan. Verkkójulkaisu. Päivitetty 13.3.2024. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20230601STO93804/eu-n-tekoalyaadös-on-ensimmäinen-laatuaan>. Viitattu 6.2.2024.

Euroopan parlamentti 2023. Mitä tekoäly on ja mihin sitä käytetään? Verkkójulkaisu. Päivitetty 20.6.2023. <https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20200827STO85804/mita-tekoaly-on-ja-mihin-sita-kaytetaan>. Viitattu 22.1.2024.

Gattupalli, Ankitha 2024. Transforming Architectural Education with Augmented and Virtual Reality. Verkkootikkeli. Archdaily.com. Julkaistu 5.2.2024. <https://www.archdaily.com/1012936/transforming-architectural-education-with-augmented-and-virtual-reality>. Viitattu 21.2.2024.

Hommés Studio 2023. Interior Design Artificial Intelligence and Its Amazing Uses. Verkkójulkaisu. Julkaistu 16.6.2023. <https://hommes.studio/journal/interior-design-artificial-intelligence-uses/#:~:text=Interior%20design%20artificial%20intelligence%20has,in%20virtual%20or%20augmented%20reality>. Viitattu 22.1.2024.

Iberdrola julkaisuaika tuntematon. Virtual Reality: another world within sight. Verkkójulkaisu. [https://www.iberdrola.com/innovation/virtual-reality#:~:text=Virtual%20Reality%20\(VR\)%20is%20a,Virtual%20Reality%20headset%20or%20helmet](https://www.iberdrola.com/innovation/virtual-reality#:~:text=Virtual%20Reality%20(VR)%20is%20a,Virtual%20Reality%20headset%20or%20helmet). Viitattu 7.2.2024.

Intel julkaisuaika tuntematon. VR vs. AR vs. MR: What You Need to Know. Verkkójulkaisu. <https://www.intel.com/content/www/us/en/tech-tips-and-tricks/virtual-reality-vs-augmented-reality.html>. Viitattu 28.2.2024.

Laine, Hannele & Dufva, Pilvi julkaisuaika tuntematon. 7 kysymystä virtuaalitodellisuudesta. Verkkójulkaisu. Virtual.outdoorsfinland.com <https://virtual.outdoorsfinland.com/2018/03/7-kysymysta-virtuaalitodellisuudesta/>. Viitattu 22.1.2024.

LinkedIn 2023. Designing for Personalization with AI: Creating Customized Interior Design Solutions. Verkkójulkaisu. Julkaistu 13.8.2023. <https://www.linkedin.com/pulse/designing-personalization-ai-creating-customized-interior-design>. Viitattu 7.2.2024.

LinkedIn 2023. The Pros and Cons of Virtual Reality Technology: Unlocking Its Full Potential in Today's Digital Age. Verkkójulkaisu. Julkaistu 9.3.2023. <https://www.linkedin.com/pulse/pros-cons-virtual-reality-technology-unlocking-its-full>. Viitattu 5.3.2024.

Megha, N. 2023. Virtual Reality (VR) in Interior Design: Explore how VR technology is being used to visualize and plan interior spaces. Verkkootikkeli. LinkedIn.com. Julkaistu 8.9.2023. [https://www.linkedin.com/pulse/virtual-reality-vr-interior-design-explore-how-being-used-joseph#:~:text=Virtual%20Reality%20\(VR\)%20is%20especially,and%20engaging%20presenting%20creative%20possibilities](https://www.linkedin.com/pulse/virtual-reality-vr-interior-design-explore-how-being-used-joseph#:~:text=Virtual%20Reality%20(VR)%20is%20especially,and%20engaging%20presenting%20creative%20possibilities). Viitattu 12.2.2024.

Sitowise julkaisuaika tuntematon. Digitaalinen kaksonen. Verkkojulkaisu. <https://www.sitowise.com/fi/digitaaliset-palvelut/teknologiat/digitaalinen-kaksonen>. Viitattu 2.4.2024.

Subasinghe, Daniel & Olaosebikan, Oluwatomi 2024. Virtual Reality in Interior Design : Futuristic Tool for Visualisation. Verkkoartikkeli. Oraanj-interiors.co.uk. Julkaistu 20.3.2024. <https://oraanj-interiors.co.uk/our-blogs/virtual-reality-in-interior-design-futuristic-tool-for-visualisation/>. Viitattu 2.4.2024.

Throssel, Christopher 2023. The Benefits and Challenges of Augmented Reality. Verkkoartikkeli. LinkedIn.com. Julkaistu 28.6.2023. <https://www.linkedin.com/pulse/benefits-challenges-augmented-reality-christopher-throssel-esq-#:~:text=AR%20technology%20still%20faces%20some,of%20view%2C%20and%20visual%20quality>. Viitattu 29.2.2024.

Walden, Michael 2023. Tekoälyä voi hyödyntää arkkitehtuurissa – Miten? Verkkoartikkeli. Teho-opisto-fi. Julkaistu 6.7.2023. <https://teho-opisto.fi/tekoalya-voi-hyodyntaa-arkkitehtuurissa-miten/>. Viitattu 8.1.2024.

Watts, Stephen 2023. AR vs VR: What´s The Difference? Verkkoartikkeli. Splunk.com. Julkaistu 8.11.2023. https://www.splunk.com/en_us/blog/learn/ar-vr.html. Viitattu 6.2.2024.