



# Virtuaaliteknologiat hyödyksi teollisuuden automaatioon

Riku-Petteri Leppälä

OPINNÄYTETYÖ  
Huhtikuu 2019

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus  
Automaatiotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus  
Automaatiotekniikka

LEPPÄLÄ, RIKU-PETTERI:

Virtuaalitekniikat hyödyksi teollisuuden automaatioon

Opinnäytetyö 30 sivua  
Huhtikuu 2019

---

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Sweco Industry Oy. Swecolla on VirtualSite-niminen ohjelmisto, jossa voidaan uppoutua laitosten virtuaaliseen malliin virtuaaliodellisuudessa. VirtualSite-ohjelmistoa käytetään asiakasprojekteissa, jotta asiakas pääsee mukaan vaikuttamaan toteutukseen liittyvissä asioissa suunnittelutyön aikana. Swecon automaatio- ja instrumentointiprojekteissa ei olla hyödynnetty VirtualSitea. Opinnäytetyön tarkoitus on tuoda VirtualSite osaksi automaation ja instrumentoinnin suunnittelua sekä kehittää virtuaalitekniikoiden hyötyjä myös muihin työvaiheisiin teollisuuden automaatioissa.

Opinnäytetyössä tutkittiin virtuaalitekniikoita ja niiden toimintaperiaatetta laitteiston kanssa. Virtuaalitekniikat on tarkemmin jaoteltu lisättyyn todellisuuteen, virtuaaliodellisuuteen ja yhdistettyyn todellisuuteen. Virtuaaliodellisuus soveltuu paremmin toimistokäyttöön ja lisätty todellisuus taas teollisuuden tehdasympäristöön. Virtuaaliodellisuutta voisi hyödyntää suunnittelussa ja suunnitteluihin liittyvissä palavereissa. Lisättyä todellisuutta voisi hyödyntää käyttöönoton ja kunnossapidon työtehtävissä. Yksi kehitysideoista on lisättyyn todellisuuteen soveltuva laiteposition hakukone, mikä helpottaa tehdasympäristössä muun muassa instrumenttien paikantamista.

Kehitysideoita ei toteutettu opinnäytetyössä, sillä monet toiminnot vaativat paljon ohjelmointisuunnittelua ja resursseja sekä mahdollisesti asiakkaan vahvistuksen ennen kuin toimintoihin on taloudellisesti kannattavaa investoida. Toimintojen toteutukset vaativat oman projektin ohjelmistosuunnittelun osalta. Swecolla on virtuaalitekniikoihin perehtyneet asiantuntijat, jotka toteuttavat ohjelmistosuunnittelua VirtualSiteen.

---

Asiasanat: virtuaaliodellisuus, täydennetty todellisuus, yhdistetty todellisuus, automaatio

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering  
Automation Engineering

LEPPÄLÄ, RIKU-PETTERI:  
Virtual Technologies to Benefit Industrial Automation  
Bachelor's thesis 30 pages  
April 2019

---

This thesis was commissioned by Sweco Industry Oy. Sweco has a software tool called VirtualSite where you can immerse yourself in the virtual model of a factory in virtual reality. VirtualSite software is used in customer projects to allow the customer to take part in design. VirtualSite has not been utilized earlier in automation and instrumentation at Sweco. The purpose of this thesis was to bring VirtualSite into the design of automation and instrumentation as well as to develop the benefits of virtual technologies for other work stages in industrial automation.

Virtual technologies and their operating principles were studied with the hardware devices. Virtual technologies are divided into augmented reality, virtual reality and mixed reality. Virtual reality could be utilized in design and meetings. Augmented reality could be utilized in an industrial environment for commissioning and maintenance work. One of the ideas for development proposed here is a search engine for augmented reality which would make it easier to locate instruments in the industrial environment.

Development ideas were not implemented in the thesis because many functions require a lot of program design, resources and possibly customer confirmation before it is cost-effective to invest in operations. Sweco has experts who develop and implement VirtualSite. The purpose of the thesis is to serve as a basis for further development of the VirtualSite software.

---

Key words: virtual reality, augmented reality, mixed reality, automation

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	VIRTUAALITEKNOLOGIAT .....	7
	2.1 Lisätty todellisuus .....	7
	2.2 Virtuaalitodellisuus .....	8
	2.3 Yhdistetty todellisuus .....	9
3	SWECO JA VIRTUALSITE .....	10
	3.1 VirtualSite .....	11
	3.1.1 Työkalut ja toiminnot .....	11
4	VIRTUAALITEKNOLOGIOIDEN HYÖDYNTÄMINEN AUTOMAATIOSSA .....	22
	4.1 Virtuaalitodellisuus suunnittelussa ja toteutuksessa .....	22
	4.1.1 VirtualSite ja asennustarvikkeet .....	23
	4.1.2 Räjähdyksenvaaralliset tilat virtuaalimallissa .....	24
	4.2 Lisätty todellisuus teollisuusympäristössä .....	25
	4.2.1 Laiteposition hakukone .....	26
	4.2.2 Instrumenttien konfigurointi ja hallinta .....	26
5	POHDINTA .....	28
	LÄHTEET .....	30

**LYHENTEET JA TERMIT**

2D	Kaksiulotteinen digitaalinen grafiikka (2-Dimensional)
3D	Kolmiulotteinen digitaalinen grafiikka (3-Dimensional)
360°-kamera	Kamera, jonka kuvauskulma on 360°
AR	Lisätty todellisuus (Augmented Reality)
ATEX	Räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävien laitteiden standardisointi (Atmosphere Explosible)
Bluetooth	Radiotekniikkaan perustuva langaton tiedonsiirtomenetelmä
C-asennuskisko	Halkaisijaltaan C:n muotoinen asennuskisko
DCS	Hajautettu ohjausjärjestelmä (Distributed Control System)
DN	Putken nimellinen halkaisija millimetreinä (Diameter Nominal)
HART	Kenttäväyläprotokolla (Highway Addressable Remote Transducer)
I/O	Tulevien ja lähtevien signaalien tiedonsiirto (Input/output)
Industry 4.0	Neljäs teollinen vallankumous
KKS	Voimalaitoksissa käytettävä tunnistusjärjestelmä (KraftwerkKennzeichensystem)
LVI	Lämpö, vesi ja ilmanvaihto
Malli	Laitoksesta tehty digitaalinen jäljennös
MR	Yhdistetty todellisuus (Mixed Reality)
Oy	Osakeyhtiö
PI-kaavio	Putkitus- ja instrumentointikaavio
Positio	Tunnus, jolla nimetään laitoksen laitteet ja osat
SIS	Turva-automaatiojärjestelmä (Safety Instrumented System)
VR	Virtuaalitodellisuus (Virtual Reality)
Wow-esitys	Lisätty todellisuus näytön avulla toteutettuna (Window-on-the-world)

## 1 JOHDANTO

Lisätty todellisuus, virtuaalitodellisuus ja yhdistetty todellisuus ovat virtuaalitekniologioita. Virtuaalitekniologiat ovat saavuttaneet suurta suosiota peli- ja viihdealalla lähivuosina. Markkinoilla on useita eri valmistajia tarjoamassa virtuaalitekniologioihin laitteistoja, jotka yleensä tarvitsevat tietokoneen tai puhelimen toimiakseen. Yhä enemmän virtuaalitekniologiat kiinnostavat eri alan yrityksiä, sillä virtuaalitekniologioita voidaan hyödyntää erilaisten toteutuksien esittämisissä ja suunnittelun työkaluna sekä erottua muista kilpailijoista parempana palvelun tarjoajana.

Sweco on johtavassa asemassa digitaalisten palveluiden tarjoajana suunnittelun ja rakentamisen alalla. Swecolla on oma virtuaalitodellisuuteen perustuva suunnitteluohjelma VirtualSite, joka on ollut mukana useassa hankkeessa käyttäjälähtöisen suunnittelun työkaluna. Swecolla virtuaalitekniologioita ollaan hyödynnetty muissa toimialojen suunnittelutehtävissä, mutta teollisuuden toimialalla automaatio- ja instrumentointisuunnittelussa virtuaalitekniologioita ei olla hyödynnetty.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Sweco Industry Oy. Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää VirtualSite-ohjelmistoa automaation ja instrumentoinnin suunnitteluun sekä pohtia miten virtuaalitekniologioita voitaisiin hyödyntää koko automaation elinkaaren aikana myös suunnittelun jälkeen. Automaation elinkaaren sisältyy muun muassa varhainen suunnittelu, asennustyöt, käyttöönotto sekä huolto ja kunnossapito. Virtuaalitodellisuus soveltuu hyvin toimistokäyttöön suunnittelun aputyökaluksi ja lisätty todellisuus vastaavasti teollisuusympäristöön fyysisten töiden aputyökaluksi.

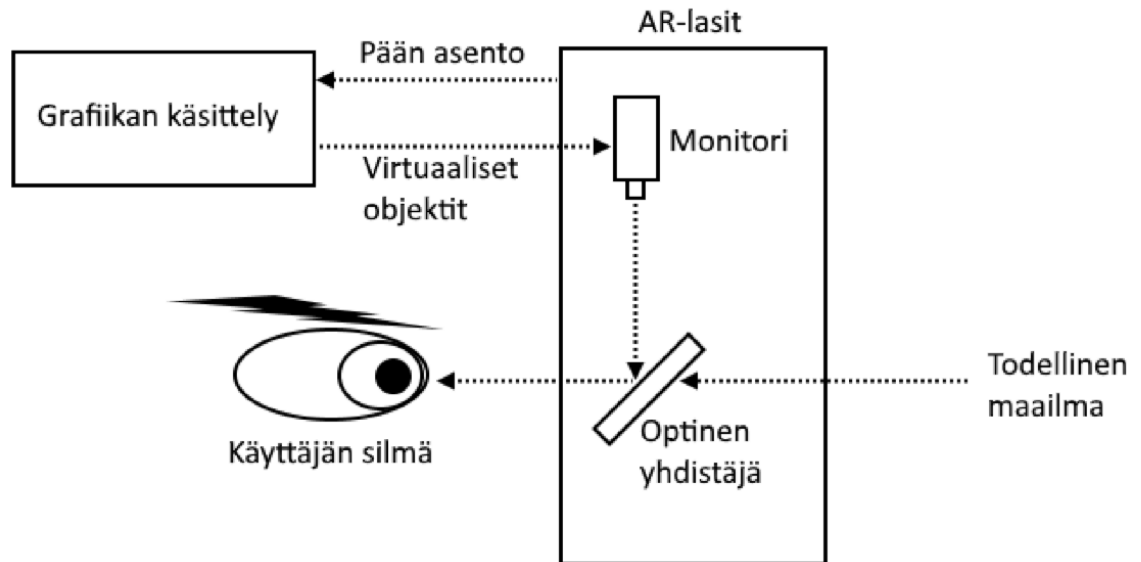
Opinnäytetyön tavoitteena on tuoda VirtualSite-ohjelmisto osaksi automaation ja instrumentoinnin suunnittelua. Tämä edellyttää kehitysideoiden toteutuksen ohjelmistosuunnittelun kautta, josta Swecolla vastaa VirtualSiten kehitystiimi. Lisätyn todellisuuden osalta tavoitteet ovat tuoda esille lisätyn todellisuuden potentiaalisuus teollisuudessa työskentelyyn.

## 2 VIRTUAALITEKNOLOGIAT

Virtuaalitekniikat voidaan jakaa pääpiirteittäin lisättyyn todellisuuteen, virtuaalitodellisuuteen ja näiden sekoitukseen yhdistettyyn todellisuuteen. Virtuaalitekniikat toimivat erilaisten laitteistojen kanssa ja niiden toimintaperiaatteissa voi olla eroavaisuuksia. Tässä opinnäytetyössä perehdytään yleisimpien laitteistojen toimintaperiaatteisiin.

### 2.1 Lisätty todellisuus

Lisätty todellisuus (Augmented Reality) toimii todellisen ympäristön päällä, johon tuodaan virtuaalisia elementtejä täydentämään todellista ihmisen näkemää ympäristöä. Ihminen voi katsoa lisättyä todellisuutta esimerkiksi puhelimella, missä kamera kuvaa näkymää reaaliaikaisesti ja näyttää virtuaaliset elementit videokuvassa eli puhelimen näytöllä. Tämä toteutustapa perustuu monitorilta tarkkailtavaan lisättyyn todellisuuteen, josta käytetään termiä *WoW*-esitysmuoto. Toinen tapa AR-esitykselle on ”See-through”-esitysmuoto, jossa käyttäjä voi katsella AR-lasien avulla todellista maailmaa ja samalla AR-lasit näyttävät virtuaaliset objektit näkökentässä. AR-lasit voivat myös tunnistaa käyttäjän käden, jolloin objekteja voi myös käyttää operointiin viemällä sormi objektin eteen. Kuviossa 1 on esitetty ”See-through”-muodon toimintaperiaate. Grafiikankäsittely saa tiedon AR-lasien asennosta eli käyttäjän pään asennosta, jonka perusteella virtuaaliset objektit luodaan monitorille. Laseissa on optinen yhdistäjä, joka heijastaa monitorilta tuotetut virtuaaliset objektit todellisen maailman päälle. (Milgram, P. 1994)



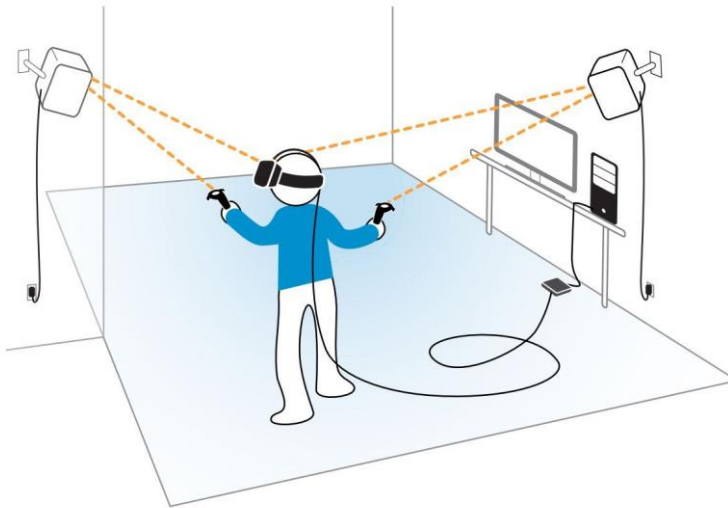
KUVIO 1. AR-lasien toimintaperiaate

## 2.2 Virtuaalitodellisuus

Virtuaalitodellisuudessa (Virtual Reality) ihminen näkee vain virtuaalisen maailman eli tietokonesimulaation, joka on tehty kokonaan tietokoneella tai kuvattu 360°-kameralla todellisesta ympäristöstä. VR:n tarkoitus on jäljitellä mahdollisimman realistista todellisen maailman tuntua täysin virtuaalisessa ympäristössä. VR-laseissa on molemmille silmille erilliset näytöt, jotka näyttävät kolmiulotteisen virtuaalimaailman hieman eri kulmista, jotta virtuaalimaailma olisi mahdollisimman todellisen tuntuinen. Todellisen tuntuksen kokemuksen tekee se, että VR-tekniikka toistaa silmien näytöille näkökentän ja VR-lasien sijainnin. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että käyttäjä voi liikkua ja mennä vaikka kyykkyyyn tai maakaamaan lattialle, jolloin se toistuu VR-maailmassa.

Yksi tunnetuimmista VR-laitteiston malleista on HTC Vive. Viven VR-laitteisto koostuu VR-laseista, kahdesta ohjaimesta ja kahdesta tukiasemasta. Näiden lisäksi laitteisto tarvitsee toimiakseen tietokoneen mihin laitteisto yhdistetään. Tukiasemat seuraavat 120° laajuisella kulmalla VR-lasien ja ohjaimien sijaintia sekä asentoa. Käyttäjä voi liikkua rajatulla alueella ja katsoa ympärilleen sekä käyttää ohjaimia VR-maailmassa työkaluinaan tehdäkseen useita erilaisia toimintoja. Kuvassa 1 on esitetty HTC Viven laitteiston toimintaperiaatetta. (HTC Vive)





KUVA 1. HTC Viven VR-laitteisto (HTC Vive, muokattu)

### 2.3 Yhdistetty todellisuus

Yhdistetty todellisuus (Mixed Reality) on virtuaalimaailma, missä todelliseen maailmaan on lisätty virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden ominaisuuksia. Paul Milgram on kuvannut todellisuuden ja virtuaalisuuden jatkumon, missä toisessa päässä on todellinen maailma ja toisessa päässä virtuaalinen maailma (Kuvio 2). Jatkumossa todellisesta maailmasta seuraavana on lisätty todellisuus eli virtuaalisia elementtejä on hieman todellisen maailman ympärillä. Seuraavaksi jatkumo etenee häilyvästi virtuaalisuuden lisääntyessä virtuaaliseen suuntaan mistä seuraava on täydennetty virtuaalisuus (Augmented Virtuality), jossa virtuaaliseen maailmaan on tuotu hieman todellisen maailman elementtejä. Esimerkkinä tässä toimii hyvin tapaus, jossa virtuaalisessa maailmassa käyttäjä näkee virtuaalimaailman ja vain omat kätensä todellisesta maailmasta. (Milgram, P. 1994)



KUVIO 2. Todellisuuden ja virtuaalisuuden jatkumo (Milgram, P. 1994, muokattu)

### 3 SWECO JA VIRTUALSITE

Sweco on suunnittelun ja konsultoinnin asiantuntijayritys, joka toimii energia-, rakennus- ja ympäristöalalla. Sweco on ruotsalainen yritys, jonka juuret kantautuvat vuosiluvulle 1889, jolloin Hugo Theorell perusti suunnittelutoimiston Tukholmaan. Sweco on perustettu vuonna 1997 yritysoston yhteydessä Hugo Theorell'in suunnittelutoimistosta. Sweco on julkinen osakeyhtiö, joka on noteerattu Tukholman pörssissä. 2018 vuoden liikevaihto 18 735 miljoonaa kruunua (1785 miljoonaa euroa) kertoo konsernin liiketoiminnan suuruudesta (Year-End Report 2018). Sweco-konserni koostuu neljästä alueellisesta organisaatiosta, jotka ovat: Sweco Sweden, Sweco Finland, Sweco Norway ja Sweco Central Europe. Tytäryhtiöitä on yhteensä 12 eri maassa, joissa kaiken kaikkiaan työskentelee yli 15 000 henkilöä. (History, Sweco intranet), (Tietoa Swecosta)

Sweco Finland -organisaation alla toimii kahdeksan yritystä, jotka ovat jakautuneet tiettyihin toimialoihin. Organisaatiossa työskentelee yhteensä yli 2000 kokopäiväistä työntekijää. Sweco Finland'in liikevaihto vuonna 2018 oli 2072 miljoonaa kruunua (197 miljoonaa euroa) (Year-End Report 2018).

Sweco Industry on nimensä mukaan teollisuuden erikoistunut asiantuntijayritys, joka on osa Sweco Finland -organisaatiota. Sweco Industryn liiketoimintaan kuuluu energian tuotanto, paperi-, kemian-, petrokemian-, kaivos-, meri-, elintarvike- ja lääketeollisuus. Yrityksessä toimii noin 500 konsultoinnin ja suunnittelun ammattilaista. Yritys on aloittanut toimintansa 1971, jolloin se toimi nimellä Projekti-insinöörit Oy. Vuonna 2003 yritys liitettiin osaksi Swecoa. Projekti-insinöörit Oy muutti nimeksi Sweco PIC vuonna 2004 ja Sweco Industry nimeen päädyttiin vuonna 2008. (Sweco Industry Oy, Sweco intranet)

### 3.1 VirtualSite

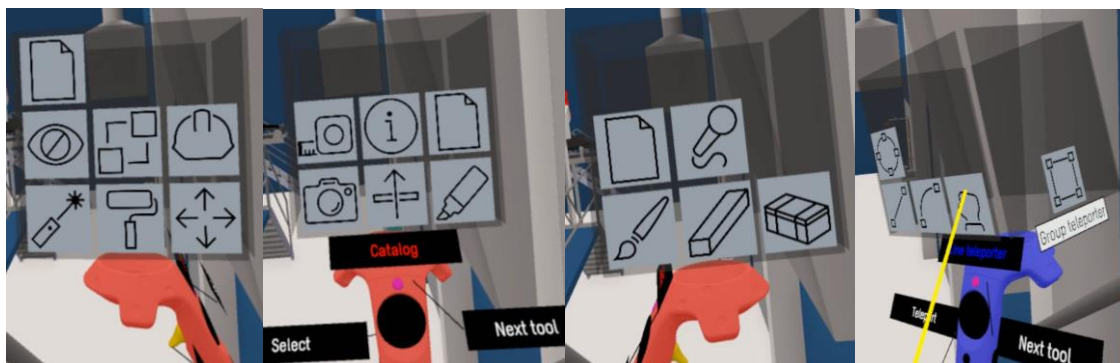
VirtualSite on Swecon VR-ohjelmisto, joka on yhteensopiva muun muassa HTC Vive, HTC Vive Pro, HP Mixed Reality Headset, Lenovo Explorer sekä Samsung Odyssey HDM -laitteistojen kanssa. VirtualSite-ohjelmistoa voi käyttää myös mobiililaitteella, joita tukevat GearVR ja Oculus Go -VR-lasit. VirtualSitea voidaan käyttää myös ilman VR-laitteistoa. Virtuaalimaailmaan pääsee myös tietokoneen näytön kautta, mutta silloin käyttäjä ei pääse käyttämään työkaluja eikä kokemaan VR-ympäristöä yhtä todentuntuisesti kuin VR-laitteistolla. (VirtualSite, Sweco confluence)

Virtuaalitodellisuuden voidaan tuoda 3D-malleja tehdasympäristöstä, jonka jälkeen käyttäjät pääsevät liikkumaan virtuaalisessa tehtaassa. Virtuaaliseen tehtaaseen voi mennä yksin tai usean käyttäjän kanssa samaan aikaan. Tämä mahdollistaa yhteisen tehdaskierroksen, vaikka käyttäjät olisivat toisella puolella maapalloa. Joskus asiakkaat eli laitoksen tilaajat eivät ymmärrä perinteisistä piirustuksista kaikkea mitä insinöörit ovat suunnittelemassa. VirtualSiten avulla asiakkaalle voidaan havainnollistaa konkreettisemmin, mitä ollaan suunnittelemassa sekä asiakas voi näyttää toivomansa toteutuksen helposti suunnittelijoille esittämällä asian konkreettisemmin virtuaalitehtaassa. (Sweco, VirtualSite palvelukuvaus)

#### 3.1.1 Työkalut ja toiminnot

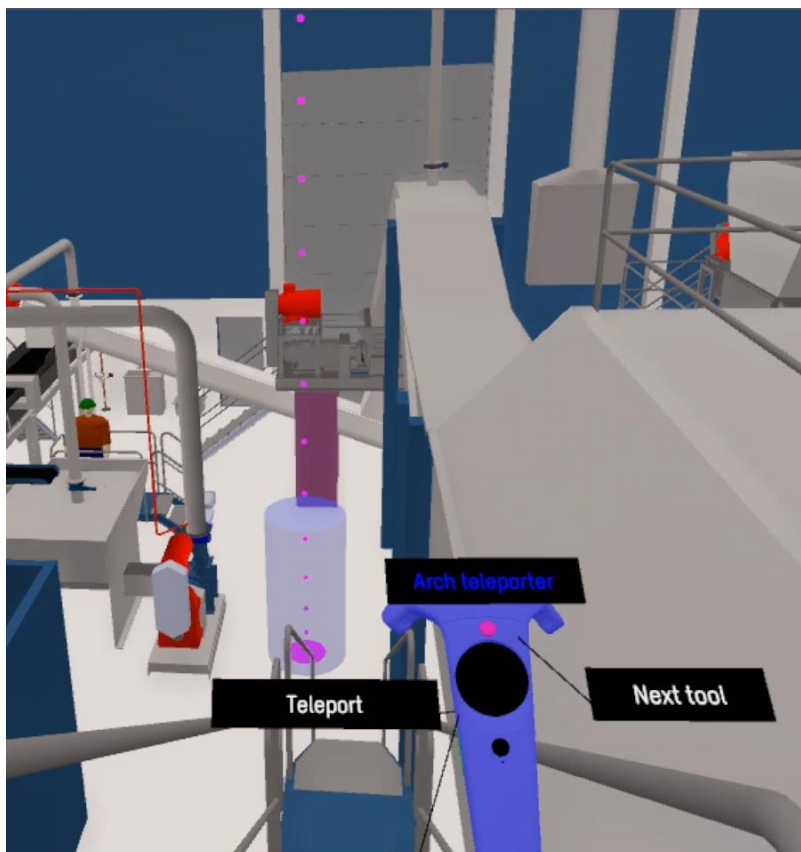
Virtuaalitodellisuus on monelle ihmiselle vielä vieras käsite, joka on vaikea ymmärtää, ellei ole kokeillut VR-laitteistoa virtuaalitodellisuudessa. Tässä kappaleessa esitetään VirtualSiten yleisiä toimintoja kuvakaappauksia hyväksi käyttäen, jotta lukija saa konkreettisen kuvan mitä VirtualSitella voidaan tehdä. Kuvakaappaukset ovat otettu Honkajoki Oy:n laitoksen virtuaalisesta mallista. Kuvakaappaukset ovat otettu tietokoneen näytöltä, kun virtuaalisessa maailmassa ollaan oltu VR-laitteiston avulla.

VirtualSiteen on luotu erilaisia työkaluja, joilla voidaan havainnollistaa suunnitelua ja esittää muutokset muille käyttäjille. Käyttäjän ohjaimet näkyvät VR-maailmassa punaisena ja sinisenä. Nappien toimintojen selitykset ovat näkyvissä ohjaimien ympärillä, jotta käyttäjä voi nähdä mitä toimintoja napeista voidaan tehdä. Punaisesta ohjaimesta voi tarkastella ja valita työkalun kääntämällä ohjainta. Työkalut on listattu kuution eri laitoihin, josta voidaan valita toisella ohjaimella osoittamalla haluttu työkalu (Kuva 2).



KUVA 2. Ohjaimien työkaluvalikot (VirtualSite)

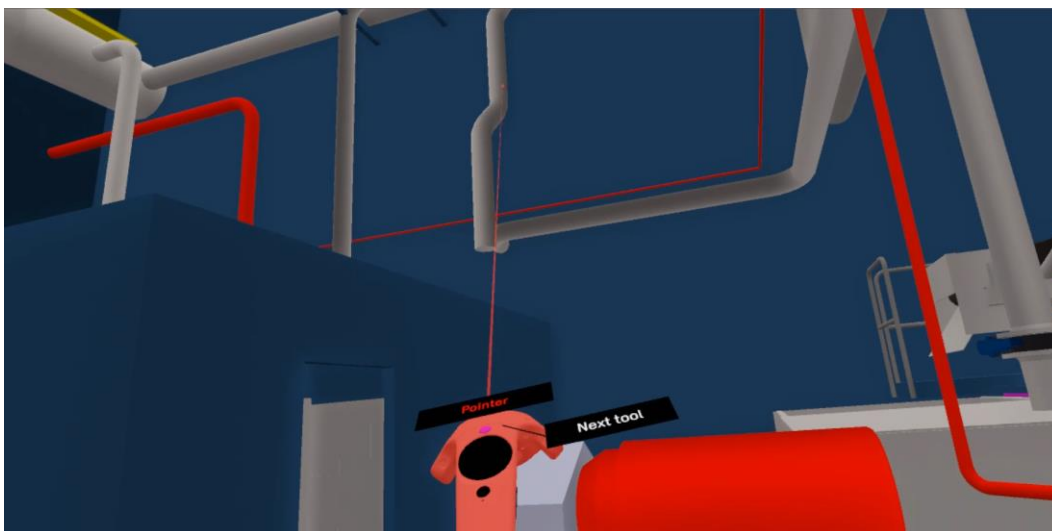
Kuvasta 2 nähdään myös sinisen ohjaimen työkaluja, joita on tarkoitettu käyttäjän liikkumiseen. Liikkuminen tapahtuu helpoiten teleportilla, sillä käveleminen rajoittuu todellisen maailman tiloihin. Hienosäätöiseen liikkumiseen on kehitetty raahaustoiminto, jolla käyttäjä voi ohjaimella vetää itseään haluamaansa suuntaan. Teleportilla voi osoittaa suoraan osoittimella mihin käyttäjä haluaa liikkua virtuaalimallissa (Kuva 3).



KUVA 3. Liikkumista teleportin avulla (VirtualSite)

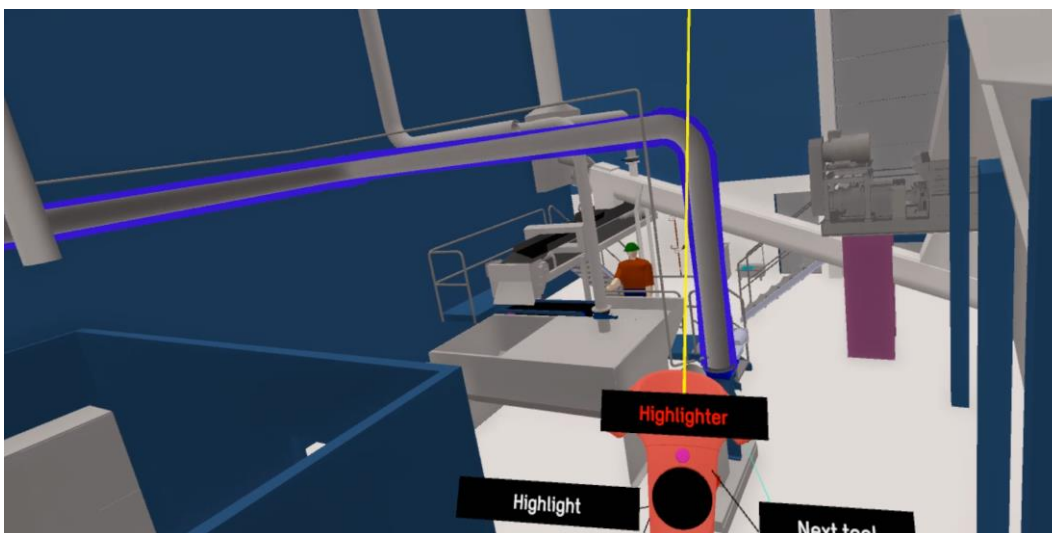
Ohjelmassa on myös ryhmäteleportti, jolla voi siirtää useamman käyttäjän halua- maansa kohtaan. Tämä on kätevä tapa siirtää koko ryhmä, jos tarkoituksena on tehdaskierros, jossa yksi henkilö esittelee paikkoja muille osallistujille.

Punaisen ohjaimen työkaluista löytyy osoitin, jolla voidaan osoittaa laserosoitti- meen tapaan pitkiäkin etäisyyksiä. Työkalu soveltuu hyvin puhumisen tueksi, jos ollaan esittämässä jotain virtuaalimallissa toisille käyttäjille. Kuvassa 4 osoitetaan putkilinjaa kyseisellä toiminnolla.



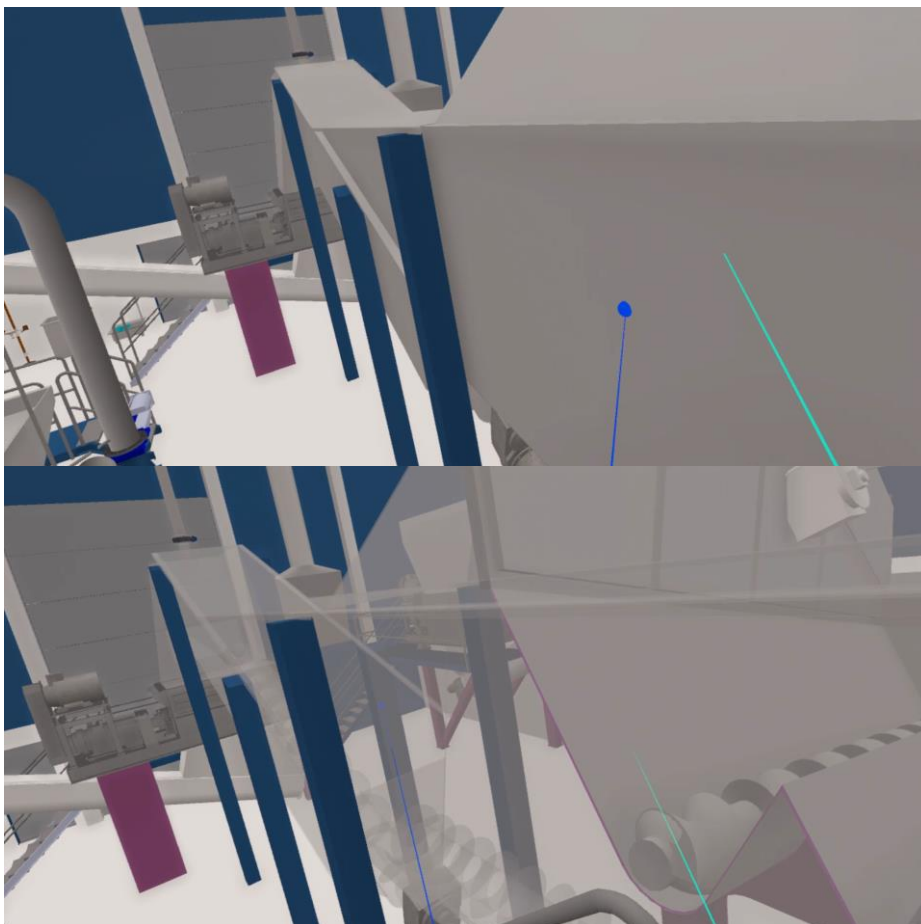
KUVA 4. Osoitin (VirtualSite)

Korostustyökalu korostaa tietyn objektin, joka halutaan korostaa kokonaisvaltaisesti. Tämä on selkeämpi tapa osoittaa tietty objekti kuin pelkkä osoitus, sillä se korostaa objektin ääriviivat kirkkaan sinisellä värillä, joka erottuu selkeästi virtuaalimallissa. Kuvassa 5 korostetaan putkilinjaa korostustyökalulla.



KUVA 5. Korostustyökalu (VirtualSite)

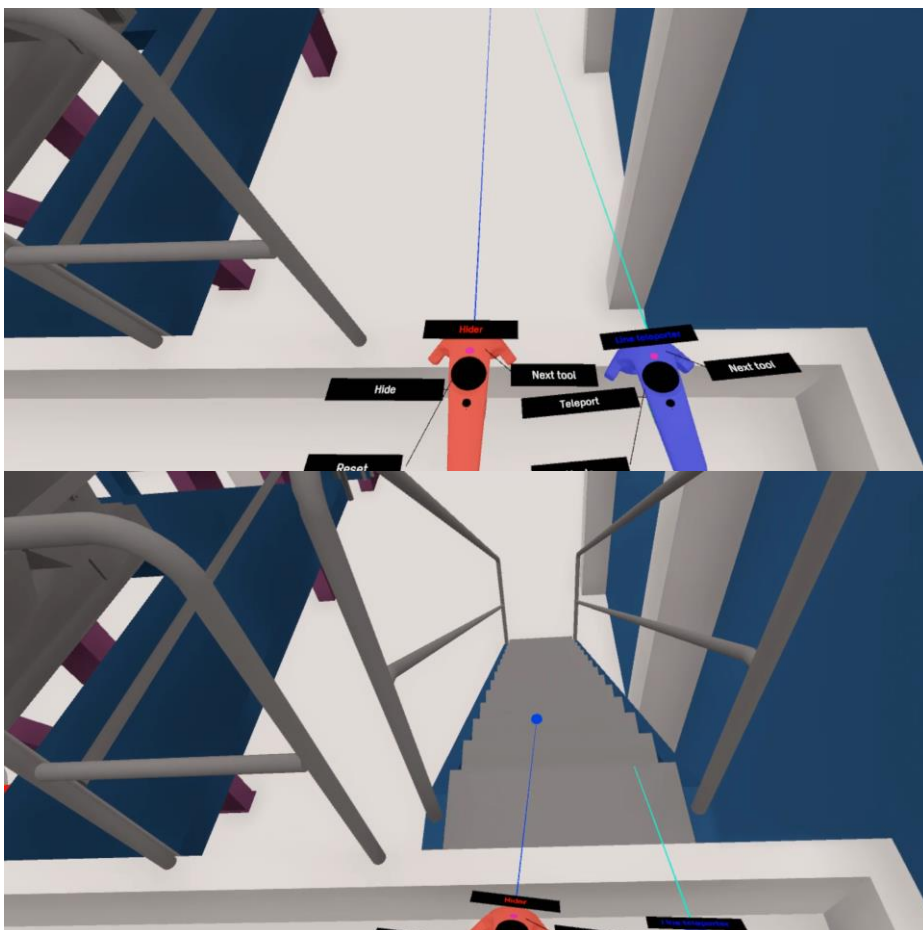
Läpinäkyvyytyökalulla voidaan muuttaa objekti osittain läpinäkyväksi. Tämä työkalu on hyödyllinen tapauksessa, jossa halutaan korostaa tiettyä objekti ja halutaan muut ympärillä olevat objektit taka-alalle. Läpinäkyvyys voi tuoda myös esiin objektin sisäistä rakennetta hieman. Kuvassa 6 on esitetty tapaus, jossa ylemmässä kohdassa on normaali näkymä ja alemmassa kohdassa kuljetin on muutettu läpinäkyväksi. Läpinäkyvästä kuvasta nähdään kuljettimen sisälle, jossa ruuvit sijaitsevat.



KUVA 6. Läpinäkyvyytyökalun käyttö ruuvikuljettimessa (VirtualSite)

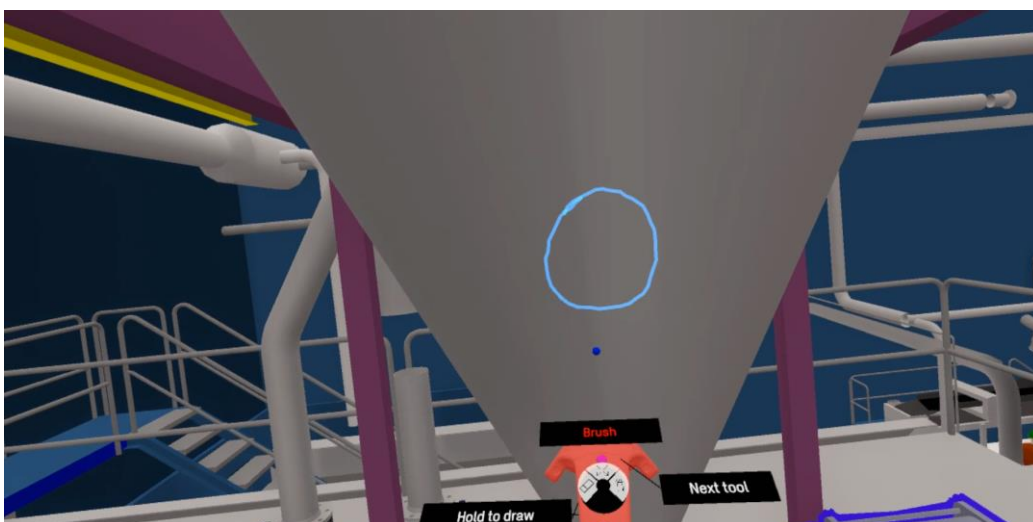
Jos objekti halutaan näkyvistä täysin pois, niin kuuluu käyttää piilotustyökalua. Tämä tapahtuu osoittamalla objektia ja painamalla punaisen ohjaimen liipaisinta, jolloin objekti piilotetaan. Kuvassa 7 on esitetty tilanne, missä piilotetaan portaikko piilotustyökalulla. Tämä on hyödyllinen työkalu, mikäli virtuaalimallista halutaan yksinkertaisempi ja selkeämpi esitys tiettyyn tarkoitukseen. Esimerkkinä tästä toimii tilanne, jossa halutaan esittää laitoksen kaikki instrumenttien kenttäkotelot. Silloin muut laitoksen pienet sähkökeskukset ja kotelot voivat vain vaikeuttaa kenttäkoteloiden etsintää.





KUVA 7. Portaikon piilottaminen piilotustyökalulla (VirtualSite)

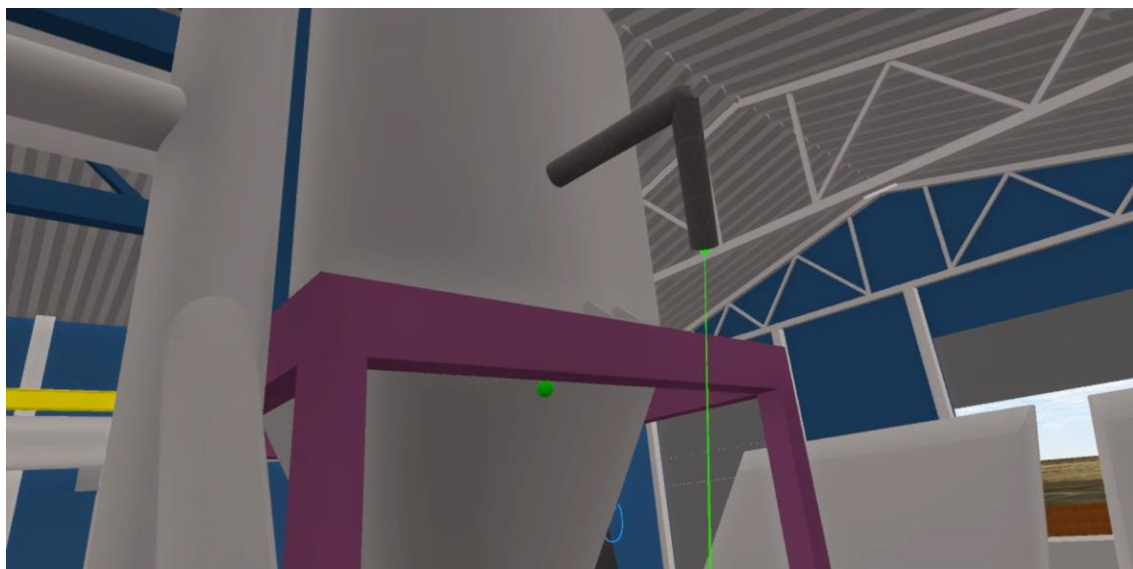
Tehdasympäristöön on helppo merkitä erilaisiin asennuksiin liittyviin tarpeisiin sivellintyökalulla kohdat kertomaan muille käyttäjille tarkemmin mihin asennettava objekti halutaan. Kuvassa 8 on esitetty esimerkkitapaus, missä ollaan piirretty ympyrä sivellintyökalulla säiliön reunaan, esimerkiksi jos säiliön reunaan halutaan tehdä reikä.



KUVA 8. Sivellintyökalulla piirtoa (VirtualSite)



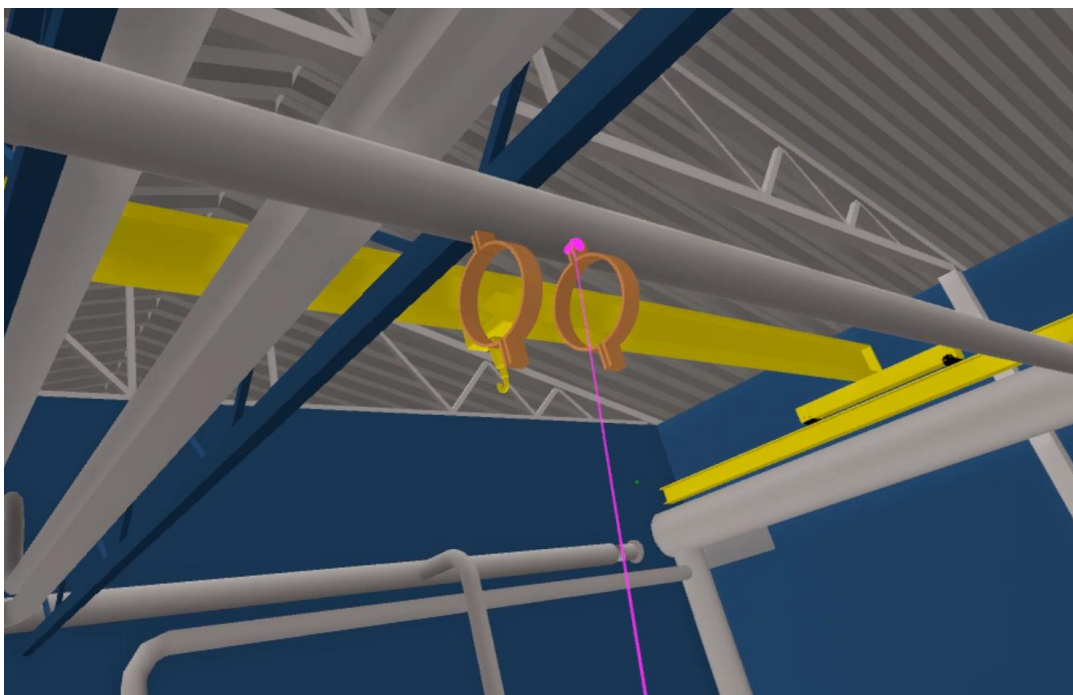
Työkaluista löytyy myös työkalu putkilinjan piirtoon. Työkalulla voidaan piirtää eri kokoista putkea suoraviivaisesti, jolloin putki on tarkasti vaaka- tai pystyasennossa. Toinen piirtotapa on piirtää putkea vapaalla kädellä, joka mahdollistaa putken piirron mihin suuntaan vain. Kuvassa 9 piirretään säiliön kylkeen putkea kyseisellä toiminnolla.



KUVA 9. Putken piirtoa säiliön kylkeen (VirtualSite)

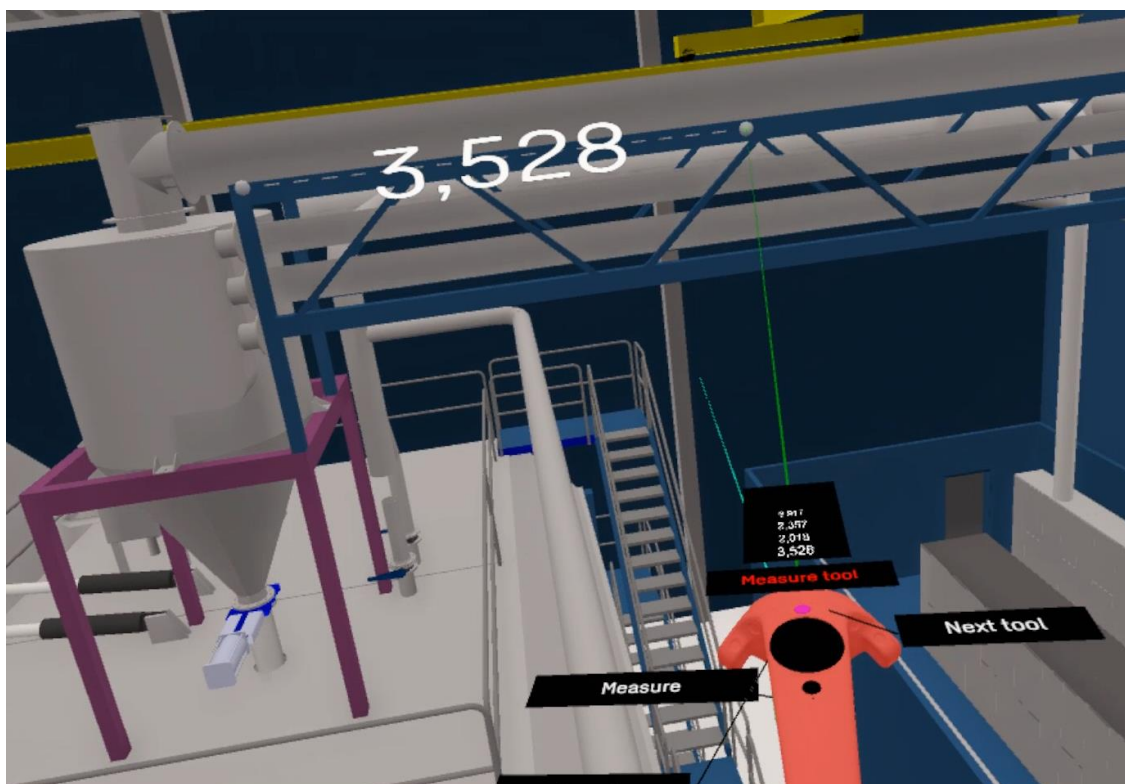
Putken piirto sopisi esimerkiksi instrumenttien impulssiputkituksien mallintamiseen, mitä ei välttämättä suunnittelutyössä hahmotella. Impulssiputkien asennus täytyy olla yleisesti siisti ja vaakaan asentaessa putkeen täytyy tehdä kallistus. Usein myös impulssiputkissa on enimmäispituusraja, minkä voisi mallintamisen yhteydessä ottaa helposti huomioon ilmoittamalla putken pituus.

Tehdasympäristöön voidaan tuoda useita erilaisia objekteja, joita voidaan hakea katalogin kautta. Katalogin valikoimaan voidaan lisätä tarvittaessa erilaisia objekteja kuten instrumentteja ja venttiilejä riippuen projektista minkälaisia laitteita laitoksessa käytetään. Esimerkiksi valikoimaan voidaan lisätä DN200-putken putkisanka, joka voidaan asettaa tehdasympäristössä haluamalleen paikalleen. Kuvassa 10 asetetaan kyseisiä putkisankoja putkilinjan alle.



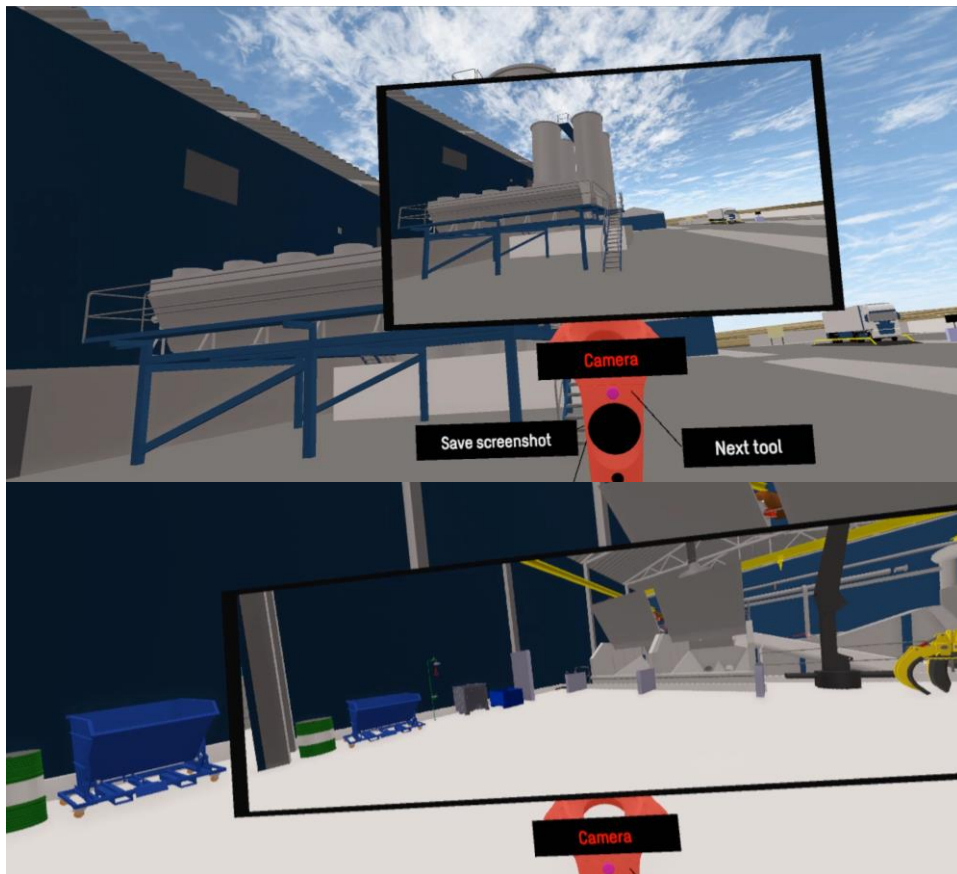
KUVA 10. Putkisankojen asettelua (VirtualSite)

Virtuaaliympäristö on todellisessa mittakaavassa eli mittakaavaltaan 1:1. Hyödyllinen ja yleinen työkalu mittanauha on myös VirtualSitessa mittaustyökaluna. Mittaus tapahtuu valitsemalla aloituspiste ja loppupiste. Mittaustyökalu kertoo pisteiden etäisyyden metreinä millimetrin tarkkuudella. Punaisen ohjaimen päällä on näkyvissä pieni lista aiemmista mitatuista tuloksista. Kuvassa 11 mitataan putkisillan runkoa mittaustyökalulla.



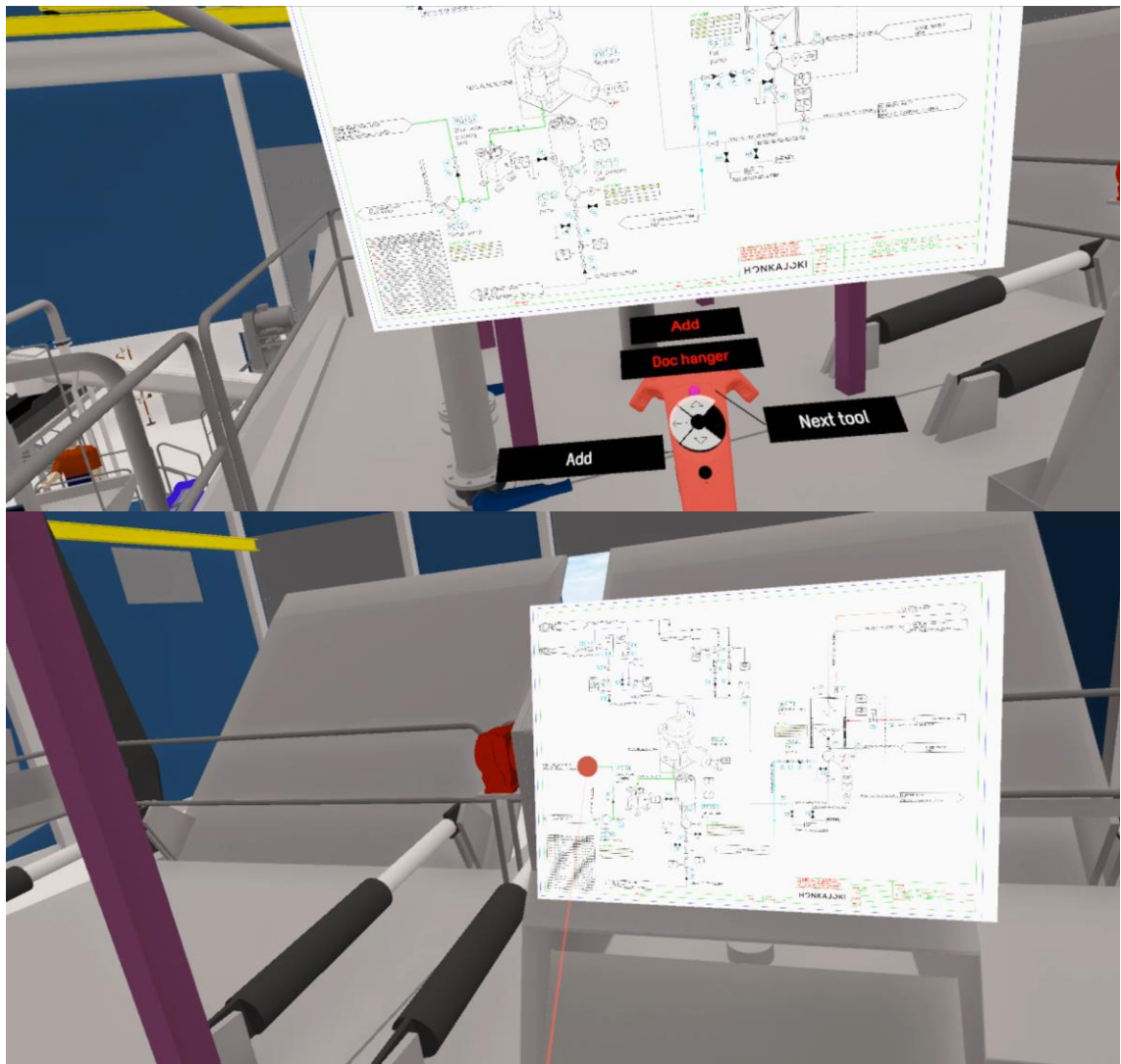
KUVA 11. Mittaustyökalu (VirtualSite)

Työelämässä käytetään paljon 3D-malleista otettuja kuvia apuna erilaisissa asennuksissa. Malleista otetut kuvat näyttävät parhaiten rakennusvaiheessa olevan laitoksen toteutuksen hahmottamisen. Myös VirtualSityssä voi ottaa valokuvia, jotka tallentuvat tietokoneelle. Kameralla voidaan ottaa peruskokoinen kuva tai panoraamakuva. Kuvassa 12 on esitetty molemmat eri kuvaustavat, mitä kameralla voi käyttää.



KUVA 12. Kameran peruskuvauus sekä panoraamakuvauus (VirtualSite)

VirtualSiten ympäristössä voidaan myös lukea teknisiä piirustuksia. Ohjelmaan voidaan lisätä tiedostoja, joita voidaan lukea virtuaalitodellisuudessa sekä halutessaan jättää ne sinne muiden luettavaksi. Teknisiä piirustuksia voivat olla esimerkiksi PI-kaaviot, joista voidaan lukea laitoksen prosessin toimintaa tai asennustyyppikuvat, mistä voidaan katsoa instrumenttien asennustapa ja osaluettelo. Kuvassa 13 on esitetty kuvakaappaukset, missä tekninen piirustus asetetaan tehdasympäristöön.



KUVA 13. Teknisten piirustusten lukemista VirtualSitessa (VirtualSite)

VirtualSiten työkaluista löytyy myös äänentallennin, jolla voidaan äänittää käyttäjän puheääntä. Tallenteen voi jättää virtuaalimalliin esimerkiksi teknisten piirustusten tueksi, jolloin seuraavalle käyttäjälle välittyy haluttu viesti. VirtualSitessa on myös muita hyödyllisiä työkaluja virtuaalimallissa työskentelyn helpottamiseksi.

## 4 VIRTUAALITEKNOLOGIOIDEN HYÖDYNTÄMINEN AUTOMAATIOSSA

Swecon VirtualSite on jo käyttäjälähtöisessä suunnittelussa kysytty palvelu, mutta virtuaalitekniikat mahdollistavat markkinat muihinkin tarkoituksiin. VR-tekniikkaa voitaisiin viedä suunnittelun ja toteutuksen aputyökaluksi, kun taas AR-tekniikkaa voitaisiin viedä suunnittelun ja toteutuksen aputyökaluksi, kun taas AR-tekniikkaa voitaisiin viedä suunnittelun ja toteutuksen aputyökaluksi, kun taas AR-tekniikkaa voitaisiin viedä suunnittelun ja toteutuksen aputyökaluksi. Opinnäytetyössä esitetään ideoita, miten virtuaalitekniikoita voidaan kehittää tulevaisuudessa automaation ja teollisuuden suunnittelutyöhön sekä muihin työvaiheisiin.

### 4.1 Virtuaalitodellisuus suunnittelussa ja toteutuksessa

Teollisuuden laitosten rakentamisen suunnittelussa tarvitaan useita erilaisia suunnittelijoita ja heidän tarvitsee tehdä paljon yhteistyötä, sillä kaikki heistä tekevät yhtä isoa kokonaisuutta. Yleensä laitosten suunnitteluprojekteissa suunnittelutyöt jaotellaan prosessi-, putkisto-, rakenne-, rakennus-, LVI-, sähkö-, automaatio- ja instrumentointisuunnitteluun sekä muihin erilaisiin suunnittelutyötehtäviin. Näissä suunnitteluissa voi tulla helposti päällekkäisyyksiä, mikäli suunnittelussa käytetään perinteistä 2D-suunnittelua. Esimerkiksi LVI-suunnittelijat voivat suunnitella ilmanvaihtokanavaa samaan kohtaan kuin sähkösuunnittelijat kaapelihyllyä, mikäli tiedon kulkeminen projektissa on puutteellista. VR-ympäristössä suunnittelijat voivat keskustella ja tehdä omia suunnitelmiaan laitoksen malliin välttääkseen päällekkäisyyksiä.

Suunnittelussa VR-tekniikka on parempi muihin suunnittelutapoihin verrattuna siltä osin, että tekniikka mahdollistaa todellisen tuntuisen jäljennöksen tehtaasta, jossa saa parhaan kuvan laitoksesta ja sen mittasuhteista. Instrumentoinnin ja automaation suunnittelussa on paljon erilaisia asioita, joita pitää suunnittelun aikana sijoittaa laitokseen. Sijoitettavia asioita suunnittelussa ovat muun muassa kenttäkotelot, laitteiden suojakaapit, erilaiset mitta- ja toimilaitteet. Sijoittamisen suunnitteluun tarvitaan tarkkaa mallia, jotta asennukset voidaan suunnitella toimivasti. Usein myös kaapeloinnin mitoittaminen jää enemmän tai vähemmän mitoitusarvion varaan. Virtuaalitodellisuudessa kaapeloinnin mitoittaminen onnis-

tuisi helposti käymällä kaapelointireittejä läpi mittaustyökalun kanssa. Kaapeloinnin yhteydessä usein myös törmätään läpivientien ongelmiin rakenteiden tullessa vastaan. Virtuaalimallissa voidaan hahmottaa läpivientien paikat helpommin kuin rakenteiden suunnittelukuvissa.

Turvallisuusautomaation kannalta VR-ympäristö mahdollistaa erilaisten turvallisuusalueitten hahmottamisen ja sitä myötä niiden suunnittelun. Ympäristön näkeminen ja kokeminen on hyvin tärkeää esimerkiksi hätä-seis-painikkeiden ja häätäpoistumistievalojen kannalta, jotka täytyvät olla näkyvissä mahdollisimman monesta kulmasta. Näkyvyyden lisäksi hätä-seis-painiketta on päästävä painamaan mahdollisimman nopeasti eli asennuksen sijainti täytyy olla esteettömällä paikalla, jotta pysäytettävä laitteisto saadaan pysäytettyä mahdollisimman nopeasti.

#### **4.1.1 VirtualSite ja asennustarvikkeet**

VirtualSiten putkenpiirtotyökalua voisi kehittää myös erilaisten asennustarvikkeiden piirtoon. Teollisuudessa kaapelointi asennetaan usein kaapelihyllyille tai suojaputkeen, mitä olisi helppo mallintaa virtuaalimalliin. Usein myös C-asennuskiskoa asennetaan kaapelihyllyjen ja erilaisten laitteiden tueksi ja telineiksi, joita ei suunnitella välttämättä varsinaisessa suunnittelutyössä. Putken piirtotyökalulla voitaisiin siis mallintaa erilaisia asennustarvikkeita, mitkä ovat lopulta iso osa laitoksen kenttäasennuksia. Piirtoon soveltuvia asennustarvikkeita ovat esimerkiksi kaapelihyllyt usealla eri leveydellä, lankahyllyt, kaapelien suojaputket ja erilaiset C-asennuskiskot. VirtualSiten työkaluilla tehdyt suunnitelmat tallentuvat virtuaalimalliin, ja näin laitoksen toteutusvaiheessa voidaan katsoa ohjeistusta tehtaan virtuaalimallista.

Usein teollisuuden laitosten 3D-malleihin ei lisätä pieniä asennuksia yksityiskohteisesti, mutta näin mallista saataisiin todella tarkka, joka vastaisi lähes oikeaa tehdasympäristöä. Mitä tarkempi virtuaalinen malli on, sitä paremmin mallia voidaan hyödyntää monissa suunnitteluun liittyvissä tehtävissä. Esimerkiksi myöhempiä laajennustöitä suunniteltaessa virtuaalimalli voitaisiin jakaa projektiin osallistuneille yrityksille, jolloin konsultit voisivat käyttää apunaan yksityiskohteista mallia suunnitteluun. Jos suunnittelija ei pääse paikan päälle katsomaan



todellista tehdasympäristöä, niin silloin on tärkeää nähdä yksityiskohtaisetkin asennukset virtuaalimallista. Esimerkiksi uuden kytkentäkotelon asennuspai- kasta päästäisiin varmuuteen, kun virtuaalimallista voitaisiin tarkastaa, että asen- nuskohteessa ei ole muita asennuksia tiellä.

#### 4.1.2 Räjähdyksivaaralliset tilat virtuaalimallissa

Teollisuudessa käsitellään paljon räjähdysherkkiä aineita, joiden kanssa täytyy toimia varoen. Sähköllä toimiville laitteille on määritelty ATEX-luokat, sillä vikati- lanteissa laitteet voisivat aiheuttaa kipinöintiä, joka sytyttäisi ympäristössä olevan räjähdysaineen. Laitteiden soveltuvuus tilaan määritellään tilaluokan eli räjähdys- aineen esiintyvyyden riskin mukaan. ATEX-tilaluokat jaotellaan kaasuräjähdyks- vaarallisiin tiloihin 0, 1 ja 2. 0-luokan tilassa räjähdyskelpoinen kaasu esiintyy jat- kuvasti, kun taas 1-luokan tilassa se esiintyy usein ja 2-luokan tilassa se voi esiin- tyä pienissä määrin harvemmin. Jos räjähdyskelpoinen aine on pölyn muodosta- maa, niin tilaluokat ovat vastaavanlaiset kuin kaasun tilaluokat, mutta tilaluokkien edessä käytetään numeroa 2 eli räjähdyskelpoisen aineen ollessa pöly tilaluokat ovat 20, 21 ja 22. ATEX-tilaluokat ovat tiivistetty taulukkoon 1. (Direktiivi 1999/92/EY)

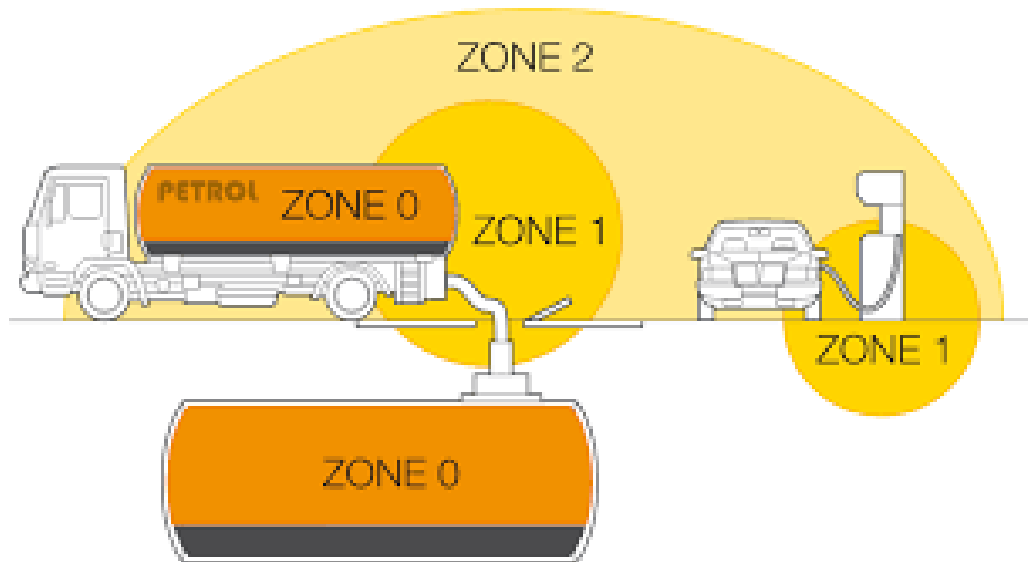
TAULUKKO 1. Räjähdyksivaaralliset tilaluokat

ATEX-tilaluokat	Kaasu	Pöly
On läsnä jatkuvasti/pitkäaikaisesti/toistuvasti	0	20
Esiintyy satunnaisesti	1	21
Esiintyminen epätodennäköistä/lyhyt aikaista	2	22

ATEX-tilaluokitusten alueet voitaisiin esittää VirtualSituessa visuaalisina rajoina sekä kertoa käyttäjälle tilaluokan luokitus sen hetkisessä tilassa. Visuaaliset rajat voitaisiin esittää virtuaalimallissa puoliksi läpinäkyvällä kirkkaalla värillä. Esimer- kiksi räjähdysvaarallista ainetta sisältävää putkistoa ympäröi räjähdysvaarallinen alue tietyn etäisyyden päässä. Tilaluokkien selvä esitystapa helpottaisi sähköis-



ten laitteiden ja kaapelien sijoittamista ja valintaa räjähdysvaaralliseen tehdasympäristöön. Myös kenttäkoteloiden suojaus täytyy olla ATEX-hyväksyty, jos kyseessä on räjähdysvaarallinen alue. Kuvassa 14 on esimerkkikuva, miten kaasun tilaluokat ja niiden laajuus ympäristössä voidaan määrittellä visuaalisesti.



KUVA 14. ATEX-tilaluokat (Petzl)

#### 4.2 Lisätty todellisuus teollisuusympäristössä

AR-tekniikka mahdollistaa rakennusvaiheessa olevan laitoksen ja valmiin laitoksen ympärillä erilaisia ratkaisuja helpottamaan työskentelyä. AR-tekniikkaa voitaisiin hyödyntää käyttöönotossa ja instrumentoinnin koestuksessa. Koestuksessa eli I/O-signaalien testauksessa halutut laitteet voisivat näkyä korostetusti ympäristössä, joka nopeuttaisi koestamista. Koestuksesta hyväksytysti läpäisseet instrumentit näkyisivät ympäristössä erilaisena kuin koestamattomat laitteet. Tämä tehostaisi koestuksen työtä merkittävästi, sillä uusissa laitoksissa voi olla useita satoja erilaisia instrumentteja. Projektin kulkua voitaisiin seurata helpommin AR-tekniikan ollessa mukana asennuksessa ja käyttöönotossa, sillä työn valmistuttua työn tila päivittyisi reaaliajassa projektinseurantajärjestelmään.

### 4.2.1 Laiteposition hakukone

Erilaisten laitteiden kuten instrumenttien etsiminen isosta laitoksesta voi olla todella aikaa vievää. Jo asennusvaiheessa etsitään laitteelle asennuskohdetta ja toiset asentajat voivat vetää kaapelointia kyseiselle laitteelle sekä kolmas kytkeä. Asennuksen jälkeen laitteet koestetaan ja käyttöön otetaan, joka tarkoittaa, että yllättävän moni henkilö jossain vaiheessa etsii position perusteella laitteen asennuskohdetta tai itse laitetta isosta laitoksesta pelkästään laitoksen rakennusvaiheessa.

Laiteposition hakukone, joka toteutettaisiin AR-tekniikkaa hyödyntämällä, mahdollistaisi tähän ratkaisun. Käyttäjällä olisi AR-lasit tai puhelin, johon korostuisi Swecon VirtualSiten korostustyökalun tavoin hakukoneeseen kirjoitettu tai mikrofonin saneltu laitteen positio. Hakukonetta voisi soveltaa mihin vain laitoksen prosessin osaan tai linjaan kuten voimalaitoksen KKS-koodattuihin laitteisiin ja putkilinjoihin. Hakukoneen yhteyteen voisi lisätä opastustoimintoja position korostuksen lisäksi. Esimerkiksi kattilalaitoksissa tai muissa laitoksissa, joissa on useita kerroksia, olisi hyvä olla näkökentän reunassa oleva ikkuna, josta näkyy nykyinen kerros ja haettavan laitteen kerros.

Vastaavanlainen laiteposition hakukone olisi myös toteutettavissa VirtualSiten virtuaaliodellisuuteen. Haettavan laitteen korostustoiminnon lisäksi käyttäjä voitaisiin siirtää automaattisesti teleportin tavoin haettavan laitteen läheisyyteen.

### 4.2.2 Instrumenttien konfigurointi ja hallinta

AR-tekniikkaa voitaisiin hyödyntää myös monenlaisen datan lukemiseen. Jos käyttäjä on laitteen vieressä ja aktivoi laitteen valituksi, voitaisiin näyttää laitteen keskeisiä tietoja näkökenttään lisättyssä ikkunassa. Tietoja laitoksen instrumenttien kannalta olisi automaatiojärjestelmään liittyvät tiedot, esimerkiksi onko kyseessä DCS- vai SIS-piirin kuuluva laite. Myös laitteeseen liittyvät dokumentit, kuten piirikaavio ja säätökaavio voitaisiin lukea virtuaalisesti, jolloin muun muassa laitteen sähköisistä kytkennöistä ja loogisesta toiminnasta pääsisi nopeasti

selville. Tämä voisi helpottaa instrumenttien vikatilanteiden ratkomista ja muita huollon ja kunnossapidon työtehtäviä.

AR-tekniikkaa voitaisiin käyttää myös reaaliaikaisen datan lukemiseen. Väyläprotokollat ovat hyvin yleisiä teollisuuden instrumentoinnissa. Analogisen virtaviestin yhteydessä toimiva HART-protokolla mahdollistaa instrumenttien konfiguroinnin HART-kalibraattorilla. Nykyään HART-kommunikointiin pääsee käsiksi myös älypuhelimella, kun HART-modeemi kytketään väylän rinnalle. HART-modeemi välittää digitaalisen kommunikoinnin Bluetoothin välityksellä puhelimeen (HART Modem). Myös AR-lasit soveltuisivat HART-kommunikointiin vastaavanlaisen modeemin avulla tai jopa ilman modeemia. HARTista on kehitetty täysin langaton tiedonsiirtomenetelmä, johon pääsee kommunikoimaan, mikäli kommunikaattori tukee langatonta HART menetelmää (WirelessHART). AR-laseihin voitaisiin kehittää HART-yhteensopivuus, joka mahdollistaisi instrumenttien konfiguroinnin langattomasti.

Konfiguroinnin lisäksi HART mahdollistaa reaaliaikaisten mittauksien tai ohjauksien arvojen lukemisen. Esimerkiksi Coriolis virtausmittaus mahdollistaa virtaavan aineen massavirtauksen, tiheyden, lämpötilan ja viskositeetin mittaamisen samanaikaisesti (Coriolis mass flowmeters). Coriolis virtausmittauksen analogiseen virtaviestiin voidaan valita vain yksi mitattava suure, mutta HART mahdollistaa useiden suureiden mittauksien samanaikaisesti. AR-laseilla voitaisiin lukea prosessista useita mittaustietoja samanaikaisesti.

## 5 POHDINTA

Virtuaalitekniikat tuskin tulevat korvamaan perinteisiä suunnittelumenetelmiä tulevaisuudessa, mutta niistä saadaan uusia lisätyökaluja, jotka tehostavat töiden tekemistä ja helpottavat suunnitelmien hahmottamista. Virtuaalisten tehdasmallien myötä suunnittelijoiden kenttäkäyntejä voitaisiin mahdollisesti vähentää, sillä hankalia asennusteknisiä ratkaisuja voitaisiin suunnitella virtuaalisessa ympäristössä omalta toimistolta.

Tämän opinnäytetyön virtuaalitodellisuuteen liittyvät kehitysideoita ovat toteutettavissa lähitulevaisuudessa, sillä toteutukset voidaan kehittää VirtualSiten pohjalta. AR-tekniikan hyödyntäminen teollisuudessa vaatii paljon resursseja toimivaan toteutukseen, joten toteutus tarvitsee paljon panostusta sen toteuttamiseksi. Lisätyn todellisuuden kehitysideoista laiteposition hakukone on merkittävin, sillä siitä olisi hyötyä jokaisessa laitoksessa rakennusvaiheen jälkeenkin huollon ja kunnossapidon apuna. Laiteposition hakukone palvelee laitoksen ympärillä työskenteleviä ihmisiä koko automaation elinkaaren ajan.

Virtuaalitekniikoiden hyödyntäminen teollisuudessa ja automaatiossa on vasta tuloillaan, joten uusien sovelluksien ja toimintojen taloudellisia hyötyjä on vaikea arvioida. Uusien ohjelmien luominen vaatii ammattitaitoista ohjelmointia, mikä voi tehdä toteutuksesta pitkän projektin. Tämä tarkoittaa sitä, että asiakkaan toivomia räätälöityjä toimintoja VR- ja AR- ympäristöön voi olla kallis toteuttaa. Virtuaalitekniikat mahdollistavat monenlaisia työkaluja teollisuuden automaatioon, mutta niiden järkevää perusteltua käyttöä voi olla vaikea perustella ilman hyviä referenssejä.

VirtualSiten avulla voidaan myös tehdä tehtaiden perehdytyksiä, mitkä ovat turvallisuuden kannalta erittäin tärkeitä. VirtualSitella voisi olla myös markkinapotentiaalia koulutukseen, sillä useat opiskelijat eivät ole nähneet teollisuuden laitoksia sisältä päin. Opiskelijat voisivat tarkkailla virtuaalimallin kautta tehtaiden sisältöä, jolloin heille tulisi käsitys siitä, miten teollisuudessa käytännössä toteutetaan erilaisia ratkaisuja.

Virtuaalitekniikat ovat lisääntyneet viimevuosien aikana viihde- ja yrityskäytössä sekä jatkavat suosiotaan edelleen. Virtuaalitekniikat kehittyvät kovaa vauhtia mikä tarkoittaa sitä, että tulevaisuudessa virtuaalitekniikoita voidaan hyödyntää entistä enemmän työssä ja muissa elämän askareissa. AR-tekniikkaa aletaan tuomaan silmälaseihin, jolloin virtuaalisuus tulee yhä enemmän ihmisten arkeen. Virtuaalitekniikat ovat osa Industry 4.0 -vallankumousta, mutta ovat myös iso osa koko tulevaisuutta.

## LÄHTEET

Classification of ATEX zones. Petzl. Luettu 1.2.2019.

<https://www.petzl.com/INT/en/Professional/Classification-of-ATEX-zones>

Coriolis mass flowmeters. Endress and Hauser. Luettu 4.4.2019.

<https://www.endress.com/en/field-instruments-overview/flow-measurement-product-overview/Coriolis-mass-flowmeters>

Digitaaliset palvelut suunnittelun ja rakentamisen tukena. Sweco. Luettu

15.2.2019. <https://www.sweco.fi/focus/digitaaliset-palvelut/?service=VirtualSite>

Direktiivi 1999/92/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi räjähdysvaarallisten tilojen luokituksesta. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti 28.1.2000.

Luettu 1.2.2019. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:023:0057:0064:fi:PDF>

HART Modem. ProComSol. Luettu 5.4.2019. [https://procomsol.com/online\\_store/hm\\_bt\\_bat\\_er](https://procomsol.com/online_store/hm_bt_bat_er)

History. Sweco intranet. Päivitetty 21.12.2018. Luettu 1.2.2019. Vaatii käyttöoikeuden. <http://intranet.sweco.se/fi/Inside-Sweco/Tietoa-Swecosta/Who-we-are/Our-history/>

Milgram, P. Takemura, H. Utsumi, A. Kishino, F. 1994. Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. ATR Communication Systems Research Laboratories. 2-2 Hikaridai, Seika-cho, Soraku-gun, Kyoto 619-02, Japan. Telemanipulator and Telepresence Technologies (1994).

Sweco Industry Oy. Sweco intranet. Päivitetty 7.1.2019. Luettu 1.2.2019. Vaatii käyttöoikeuden. <http://intranet.sweco.se/fi/Inside-Sweco/Tietoa-Swecosta/Business-areas/Sweco-Finland/Sweco-Industry-Oy/>

Sweco Palvelukuvaus. 2017. Sweco VirtualSite -palvelu. Esite. Sweco.

Tietoa Swecosta. Sweco. Luettu 15.2.2019. <https://www.sweco.fi/tietoa-swecosta/>

VirtualSite. Sweco confluence. Päivitetty 14.3.2018. Luettu 25.1.2019. Vaatii käyttöoikeuden. <https://confluence.sweco.fi/display/VR/VirtualSite>

Vive Pre User Guide. HTC Vive. Luettu 6.1.2019. [https://www.htc.com/managed-assets/shared/desktop/vive/Vive\\_PRE\\_User\\_Guide.pdf](https://www.htc.com/managed-assets/shared/desktop/vive/Vive_PRE_User_Guide.pdf)

WirelessHART. FieldComm Group. Luettu 4.4.2019. <https://fieldcommgroup.org/technologies/hart>

Year-End Report 2018. Sweco AB (Publ). Julkaistu 13.2.2019. Luettu 15.2.2019. <https://www.sweco.fi/globalassets/ir/2019/20190213-sweco-q4-2018-final.pdf>