

## Lisätyn todellisuuden hyödyntäminen VALTO360-järjestelmällä NDT-palvelualalla

Kim Lanaeus



<b>Tekijä(t)</b> Kim Lanaeus	
<b>Koulutusohjelma</b> HETI	
<b>Raportin/Opinnäytetyön nimi</b> Lisätyn todellisuuden hyödyntäminen VALTO360-järjestelmällä NDT-palvelualalla	<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b> 25+11
<p>Opinnäytetyössä tarkastellaan VALTO360-järjestelmää, sen toimintatapoja sekä sopivuutta NDT-palvelualalle (Non-Destructive Testing). VALTO360-järjestelmä on DEKRA Industrial Oy:n luoma digitaalinen ekosysteemi NDT-palvelualalle. NDT-tarkastuksia ovat esimerkiksi hitsaussaumojen turvallisuustarkastukset ultraääni- tai röntgenlaitteilla. VALTO360-järjestelmä tukee monia muita palveluita, mutta tässä työssä katselmoidaan NDT-palvelualaa koskevat toiminnot.</p> <p>NDT-palvelualalla on tapahtunut vain vähän kehitystä digitaalisten teknologioiden hyödyntämisessä. Tarkastusala on jäänyt jälkeen digitaalisten teknologioiden hyötykäytössä verrattuna esimerkiksi lääketieteellisiin aloihin. Esimerkki digitaalisesta kehityksestä on digitaalinen röntgen, jossa kuva kehitetään uudelleenkäytettävälle kennolle. Tämä säästää kustannuksia sekä aikaa, sillä tieto/kuvat saadaan suoraan digitaaliseen muotoon ja erillistä kehitettävää filmiä ei tarvita.</p> <p>VALTO360-järjestelmässä tarkastettavat tehdasalueet on virtualisoitu hyödyntämällä 360-asteen kamerakuvaustekniikkaa. 360-kuvauksen tekniikka on yksinkertaista, sillä kamera kuvaa kaiken sen ympärillä olevan. Huolehtimalla riittävästä valaistuksesta ja etäisyydestä kuvattaviin esineisiin saadaan tuotettua laadukkaita ja tarkkoja 360-kuvia. Näiden 360-kuvien avulla luodaan kuvatusta kohteesta virtuaalinen ympäristö, johon sijoitetaan tietoa informaatiopisteisiin. NDT-tarkastajat sekä asiakkaat pääsevät käsiksi kaikkiin kohteen tietoihin alustariippumattomasti ja turvallisesti.</p> <p>NDT-palveluala ei ole muuttunut merkittävästi 50 vuoteen. Suuri osa NDT-palvelualan yrityksistä ymmärtää digitalisaation hyödyn, mutta harva yritys on tehnyt konkreettisia toimia oman digitaalisen osaamisensa nostamiseksi. Uskon, että VALTO360-järjestelmälle tai vastaaville digitaalisille ekosysteemeille on suuri tarve NDT-palvelualalla.</p>	
<b>Asiasanat</b> VALTO360, DEKRA Industrial Oy, NDT-Palveluala	

# Sisällys

1	Johdanto .....	1
1.1	Käsitteet.....	2
2	Rikkomattoman ainetarkastuksen menetelmät .....	3
2.1	Magneettijauhetarkastus .....	4
2.2	Tunkeumanestetarkastus .....	4
2.3	Radiologinen tarkastus.....	5
2.4	Ultraäänitarkastus .....	6
3	Digitaalisten tekniikoiden käyttömahdollisuudet NDT-palvelualalla .....	7
3.1	Digitaalinen röntgen .....	7
3.2	3D-skannaus.....	8
3.3	Microsoft Hololens .....	8
4	360-kuvauksen tekniikka .....	9
4.1	360-kuvien hyödyt.....	11
4.2	360-kuvien haitat.....	11
4.3	360-kuvien ottaminen.....	13
4.4	Ricoh Theta S -kamera .....	14
5	VALTO360-järjestelmä .....	16
5.1	Historia .....	16
5.2	Toimintaperiaate .....	17
5.3	VALTO360-järjestelmä käytännössä .....	19
6	Pohdinta.....	20
	Lähteet .....	24
7	Liitteet .....	26
	Liite 1 VALTO360-järjestelmän käyttöohje.....	26

# 1 Johdanto

Tämän työn tarkoituksena on tutkia VALTO360-järjestelmän sopivuutta NDT-palvelualalle. NDT-palvelualalla tarkoitetaan rikkomattoman ainetarkastuksen, *engl.* Non-Destructive Testing, toimintaa teollisella ja kemiallisilla aloilla. Hitsausaumojen turvallisuustarkastukset ovat yksinkertaisia esimerkkejä NDT-palvelualan tehtävistä. Yleisiin tarkastusmenetelmiin kuuluvat muun muassa ultraääni (UT) ja röntgenkuvaus (RT). Työssä perehdytään myös tarkemmin 360-kuvaukseen. Tämä lopputyö on tehty toimeksiantona DEKRA Industrial Oy:lle, joka on teollisen alan tarkastuslaitos, ja suorittaa muun muassa NDT-tarkastuksia asiakkailleen. VALTO360-järjestelmä on DEKRA Industrial Oy:n kehittämä.

Tulen tässä työssä tarkastelemaan VALTO360:n hyötyjä ja tulevaisuuden näkymiä vain NDT-palvelualan näköpiiristä. Kaikkien käyttömahdollisuuksien läpikäynti ei hyödytä tutkimuksen tarkoitusta, mutta vaatisi moninkertaisen johdannon sekä käsitteiden läpikäymisen, joka ei hyödyttäisi itse VALTO360-järjestelmän katselmusta.

Työn lopputuloksena on VALTO360-järjestelmän käyttöohje käytettäväksi DEKRA Industrial Oy:lle. Työn tarkoituksena on perehdyttää lukija NDT-palvelualaan, jotta hän kykenee ymmärtämään VALTO360-järjestelmän käyttötarkoituksen. Työ sisältää myös 360-kamerakuvauksen ohjeen, jotta lukija ymmärtää asiakastilojen virtualisoinnin VALTO360-järjestelmään. Näiden lisäksi työ sisältää NDT-palvelualan tulevaisuuden näkymiä, joiden perusteella pohditaan VALTO360-järjestelmän tulevaisuutta.

VALTO360-järjestelmä on DEKRA Industrial Oy:n projekti, jonka eri vaiheissa olen itse ollut osallisena. Tästä syystä iso osa tämän tutkielman tiedoista on itse hankittua ja koettu työperäisessä ympäristössä toimivaksi sekä todeksi. 360-kamerakuvauksen parhaimmat toimintaperiaatteet VALTO360-järjestelmää varten on todennettu kenttäolosuhteissa. DEKRA Industrial Oy on testannut useita eri markkinoilla olevia 360-kameroita ja laatinut niille käyttöohjeita sekä yleisiä kuvauksiin liittyviä huomioita.

Pohdinnassa olen käyttänyt saatavilla olevaa, ajankohtaista DEKRA Industrial Oy:n alalle sopivaa tutkimusmateriaalia. Tämän lisäksi olen lisännyt siihen oman näkemykseni koko VALTO360-järjestelmän projektin aikana keräämästäni tiedosta verraten sitä parhaillaan vallitsevaan tilanteeseen NDT-palvelualalla.

## 1.1 Käsitteet

NDT	Non Destructive Testing, suomeksi rikkomaton ainetarkastus
UT	Ultrasonic Testing, Ultraäänitarkastus
RT	Radiographic Testing, Radiologinen tarkastus (Röntgen)
PT	Liquid Penetrant Testing, Tunkeumanestetarkastus
MT	Magnetic Particle Testing, Magnettijauhetarkastus
DT	Destructive Testing, Rikkova ainetarkastus
360-kamerakuvaus	Kamera, jonka linssit mahdollistavat kuvaamisen 360-astetta kameran ympärillä.
Ir-192	Iridium-192, radioaktiivinen isotooppi. Käytetään RT-tarkastuksissa
Co-60	Cobolt-60, Koboltti-60 isotooppi. Käytetään RT-tarkastuksissa
CAD	Computer Aided Design, suomeksi tietokoneavusteinen suunnittelu.
Lisätty todellisuus	Tietokonegrafiikalla toteutettu informaation lisäys todelliseen maailmaan, yleisesti läpikatseltavien linssien lävitse.
IOT	Internet Of Things, suomeksi esineiden internet. Yleistermi laitteille, jotka ovat kytkettynä internettiin ja kykenevät automaattisesti lähettämään tai vastaanottamaan informaatiota tai käskyjä.
QR-koodi	QR-Code, Ruutukoodi. On kaksiulotteinen kuviokoodi, johon on koodattu informaatiota päällekkäisinä viivakoodeina. Esimerkiksi linkki internet sivustolle.
TIC	Testing, Inspection and Certification. Suomeksi testaus, tarkastus ja sertifiointi. Yleistermi teolliselle alalle, joka käsittää yhden tai useamman näistä toiminnoista.

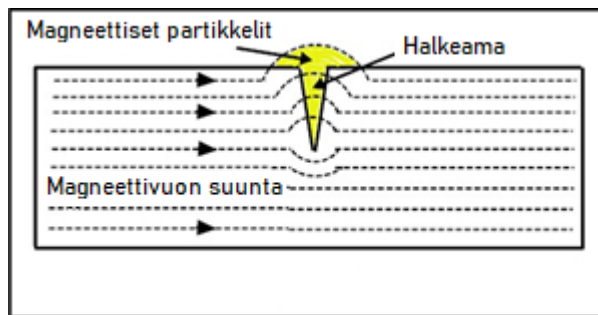
## 2 Rikkomattoman ainetarkastuksen menetelmät

Rikkomattoman aineenkoetuksen eri menetelmillä varmistetaan materiaalien, kokoonpanojen ja komponenttien kestävyttä ja turvallisuutta ilman että tarkastettavalle kohteelle aiheutuu vahinkoa. Toisin sanoen, kun tarkastus on ohi, kohdetta voidaan vielä käyttää tuotannossa. NDT-menetelmiä on useita, sillä materiaaleista täytyy tarkastaa sekä pinta-  
virheet että sisäisiä virheitä. DEKRA Industrial Oy:n kehittämä VALTO360-järjestelmä on suunniteltu tukemaan kaikkia NDT-palvelualan menetelmiä. On hyvä huomioida, että vaikka lääketieteessä käytetään useampaa samaa menetelmää, niitä ei kutsuta lääketieteellisillä aloilla rikkomattoman aineentarkastuksen menetelmiksi. Digitalisaation näkökanasta tämä on oleellista, sillä lääketieteessä tapahtuu huomattavia teknologisia parannuksia jatkuvasti. Tämä johtuu siitä, että lääketieteellisellä alalla on huomattavasti yksinkertaisemmat mahdollisuudet toteuttaa uusia menetelmiä. Lääketieteellisillä aloilla tarkastettava kohde, potilas, saapuu itse toimenpide huoneeseen. Teollisilla aloilla tarkastuslaitteet on saatava tarkastettavan kohteen luokse. Vaikka käytettävät menetelmät ovat fysikaalisesti identtiset, on NDT-palvelualan digitalisaatio jäänyt näistä syistä ajasta jälkeen.

Käyn tässä kappaleessa läpi yleisiä NDT-tarkastusmenetelmiä, jotta olisi helpompi ymmärtää NDT-palvelualan digitalisaation mahdollisuudet. Kaikki menetelmät perustuvat teollisessa käytössä olevien aineiden fysikaalisiin ominaisuuksiin. Kaikkia digitalisaation mahdollistavia teknologioita, joissa esimerkiksi internet on iso osa, ei ole mahdollista toteuttaa kaikilla tehdasalueilla. Teolliset alueet ovat yleisesti syrjäseuduilla, joissa langattoman verkon kuuluvuus on huonoa. Lisäksi teollisuusalueet ovat suuria metallista ja betonista rakennettuja sokkeloita, jotka häiritsevät langattomia verkkoja entisestään. Tehtaita ei myöskään ole rakennettu tukemaan mahdollisesti tulevia ICT-teknologioita, sillä niissä keskitytään vain laitoksen oman prosessin parantamiseen ja sujuvuuteen. NDT-palvelualan digitalisaation hitaus ei ole siis vain tarkastuslaitosten ongelmana.

## 2.1 Magneettijauhetarkastus

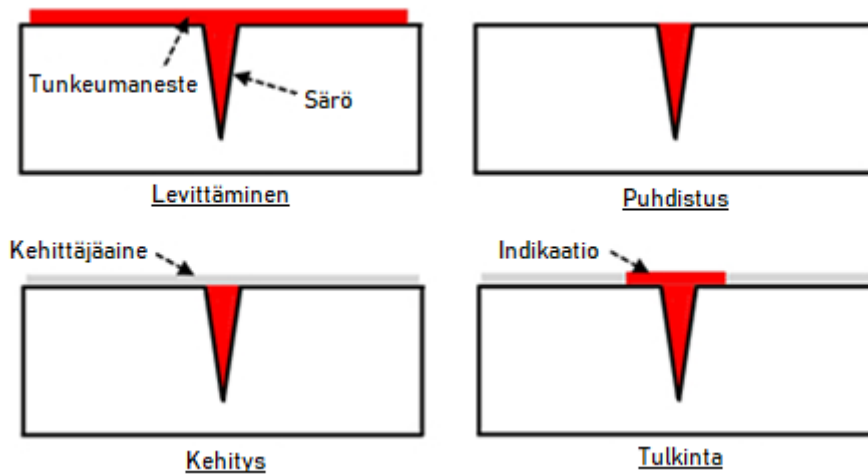
Magneettijauhetarkastuksessa asetetaan tarkastettavan kohteen pinnalle magneettista jauhetta tai magneettista jauhetta sisältävää nestettä. Pinnalle kohdennetaan tämän jälkeen magneetikenttä. Kun magneetikenttä kohtaa epämuodostuman tarkastettavassa kohteessa, muodostuu magneetikenttään havaittava ja mitattava poikkeama (kuva 1). Magneettijauhetarkastus soveltuu vain pinnalla tai lähellä pintaa olevien epäkohtien havaitsemiseen. (American Society for Nondestructive Testing 2019)



Kuva 1. Magneettijauhetarkastuksen toimintaperiaate havainnollistettuna (mukaihen ASNT 2019)

## 2.2 Tunkeumanestetarkastus

Tunkeumanestetarkastuksen toimintaperiaate perustuu siihen, että alhaisen viskositeetin omaava neste tunkeutuu tarkastettavana olevan kohteen halkeamiin ja rakoihin (kuva 2). Tarkastettava kohde puhdistetaan ja kuivataan huolellisesti, jotta epäpuhtaudet tai vieraat aineet eivät vaaranna tuloksia. Tunkeumanestetarkastusta ei voida suorittaa huokoisille materiaaleille, mutta se soveltuu sekä magneettisille että ei-magneettisille materiaaleille. Tarkastettavalle kohteelle levitetään huolellisesti tunkeutumisnestettä, jonka annetaan vaikuttaa tietty aika, riippuen käytettävästä nesteestä. Tämän jälkeen ylimääräinen tunkeumaneste puhdistetaan varovasti ja tarkastettavan kohteen pinnalle levitetään kevyt kerros kehitysainetta. Kehitysaineen annetaan vaikuttaa, jonka aikana halkeamiin ja tyhjiin kohtiin valunut tunkemaneste muodostaa kehitysaineen pinnalle näkyvän merkin itsestään. (ASNT 2019)

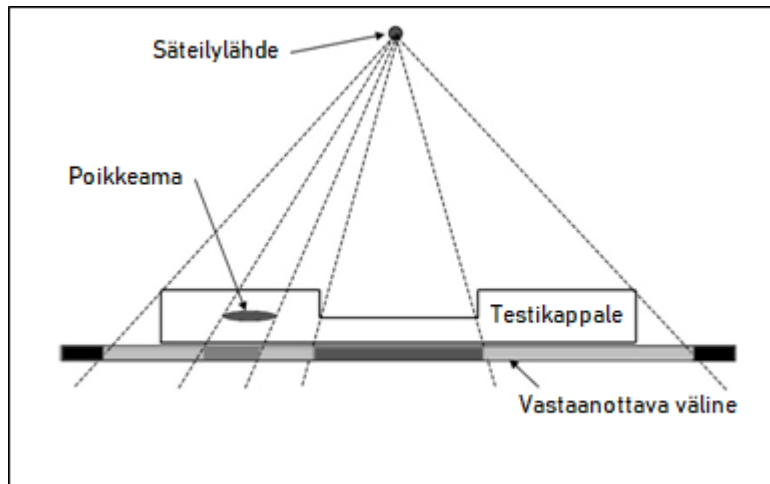


Kuva 2. Tunkeumanestetarkastuksen toimintaperiaate havainnollistettuna (mukaillen ASNT 2019)

### 2.3 Radiologinen tarkastus

Teollisuusradiografiassa tarkastettava kohde altistetaan tunkeutuvalla säteilyllä niin, että kohteen läpi kulkeva säteily kulkee myös tallennusvälineen läpi. Tallennusväline sijoitetaan tarkastettavan kohteen taakse. Ohuimmille tai tiheydeltään pienemmille materiaaleille, kuten alumiinille, käytetään sähköisesti tuotettua säteilyä (röntgensäteilyä), ja paksummille tai tiheydeltään suuremmille materiaaleille hyödynnetään gammasäteilyä. Gammasäteilyä saadaan radioaktiivisista materiaaleista. Yleisimmät kaksi gammasäteilylähdettä ovat iridium-192 (Ir-192) sekä Koboltti-60 (Co-60). Ohuimmille materiaaleille, kuten korkeintaan 7,5 cm paksuiselle teräkselle, suositetaan Ir-192 käyttöä säteilylähteen Curie-vahvuuden mukaan. Paksummille materiaaleille suositellaan Co-60:tä, sillä sen läpäisykyky on tehokkaampi (ASNT 2019). Tallennusväline on perinteisesti aina ollut teollisuusröntgenfilmi, mutta nykyään voidaan myös käyttää digitaalisia säteilyilmaisimia. Riippumatta kumpaa tallennustapaa käytetään, kulkee tarkastettavan kohteen läpi säteilyä tallennuskappaleeseen. Lopputuloksena näkyy enemmän säteilyä saanut kohta tummempana, ja päinvastoin vähemmän säteilyä saanut kohta vaaleampana (kuva 3). Yleisesti kuvaan sijoitetaan myös tunnettu koekappale, jonka avulla voidaan verrata tarkastettavan kohteen oletettuja säteilyarvoja.





Kuva 3. Radiologisen tarkastuksen toimintaperiaate (mukaillen ASNT 2019)

## 2.4 Ultraäänitarkastus

Ultraäänitarkastus perustuu samaan periaatteeseen kuin kalastuksessa käytettävä kaikuluotain. Tarkastuslaitteen sondin ja pinnan väliin asetetaan välittäjäainetta, sillä sen tuottamat ääniaallot eivät kulje ilman läpi. Hyvin korkeataajuinen ääniaalto kohdistetaan tarkastettavaan kohteeseen. Ääniaalto kulkee tarkastettavaa kohdetta pitkin ja mikäli se törmää pisteeseen, jossa on erilainen akustinen impedanssi (tiheys ja akustinen nopeus), osa ääniaallosta heijastuu takaisin lähtöpisteeseen. Ultraäänilaitte havaitsee heijastetun äänen ja näyttää havainnon sijainnin ja koon tarkastuslaitteen näytöllä. Äänitaajuudet, joita käytetään ovat yleisesti 1,0 ja 10,0 MHz:n välissä. Nämä taajuudet soveltuvat erinomaisesti läpäisemään tiivistä materiaalia. Matalat äänet ovat epäherkkiä eivätkä pysty todentamaan kohteita tarkkaan. Sen sijaan korkeat äänet voivat tuottaa hyvin tarkkoja havaintoja, mutta niiden tunkeutumiskyky on heikkoa. (ASNT 2019)

### **3 Digitaalisten tekniikoiden käyttömahdollisuudet NDT-palvelualalla**

NDT-palvelualalla on suuri hyödyntämätön potentiaali uudessa teknologiassa. Suurimmat mullistukset alalla ovat yleisesti olleet itse kuvaustekniikoissa tai laitoksen huolloissa. Mutta harvoin itse tarkastustyöhön on kehitetty ratkaisuja. Suuri osa tarkastuksista tehdään edelleen perinteisesti kynällä ja paperilla. Kolmekymmentä metriä korkean ja puolen metrin teräksisillä seinillä varustetun kolonnin sisältä ei ole mahdollista käyttää langattomia tiedonsiirtomenetelmiä. Pöytäkirjojen digitalisointiin on luotu ohjelmia, jotka toimivat kosketusnäytöllisellä tabletilla ja voisivat näin olla mukana tarkastuspaikalla. Todellisuudessa jotkin putket ovat kuitenkin niin ahtaita, ettei tabletin käyttö ole miellyttävää kapeassa tilassa. Tarkastajat joutuvat siis kirjaamaan tarkastustulokset ylös putken sisällä ja luomaan varsinaiset dokumentit eli tarkastuspöytäkirjat vasta putken ulkopuolella.

Uusimmat laitokset ovat 3D-mallinnettuja erilaisten CAD-ohjelmistojen avulla jo rakennusvaiheessa. Ongelmaksi muodostuu, että Suomessa rakennetaan täysin uusia laitoksia hyvin vähän. Suuri osa tehdasalueista on rakennettu ennen CAD-ohjelmistojen 3D-mallinnuksen yleistymistä. Näin ollen CAD-kuvat joko puuttuvat tai ovat vain uudemmissa lisäyksistä tehdasalueille. Tämä tekee 3D-mallien käytöstä hyvin hankalaa. Useat laitokset haluavat CAD kuviaan käsiteltävän luottamuksellisesti, mikä tekee näitä tekniikoita hyödyntävien tuotteiden tuottamisesta hankalampaa. Kaikkia alla mainittuja tekniikoita ja niiden mahdollisia hyötyjä olemme miettineet VALTO360-järjestelmää luodessamme, jotta saisimme myös lisätyn todellisuuden hyödyt käyttöömme.

#### **3.1 Digitaalinen röntgen**

Tällä hetkellä ajankohtainen tekniikka teollisella tarkastusalalla on digitaalinen röntgen. Perinteisessä RT-tarkastuksessa tarkastettavan kohteen taakse sijoitetaan säteilylle herkkä filmi. Digitaalisessa röntgenissä filmin korvaa säteilylle herkkä antura, joka muuttaa sen läpi kulkevan säteilyn suoraan digitaaliseen muotoon. Digitaalisessa röntgenissä kuvia ei tarvitse erikseen kehittää ja ne saadaan suoraan digitaaliseen muotoon. Tämän lisäksi se myös säästää kustannuksia sillä perinteiseen röntgenkuvaukseen tarvittavia filmejä ei tarvitse ostaa eikä arkistoida. Digitaalinen röntgen mahdollistaa myös huomattavasti nopeammin valmistuvan ja tarkemman kuvan sekä lyhentää tarkastusaikaa kuin perinteinen RT-tarkastus. Digitaalinen röntgen on jo vakiintunut terveysalalla, sillä se nopeuttaa kuvausprosessia ja säästää kustannuksia huomattavasti. (KIWA 2020)

### 3.2 3D-skannaus

3D-skannaus takymetrimittauslaitteella on hyvin hidas prosessi. Yleisesti 3D-skannaus suoritetaan pyörillä varustetulla robotilla, jossa on laser-tunnistimella varustettu kamera. Takymetri mittaa huoneen tai esineen tarkasti. Lasermittauksella saadaan tarkka etäisyys robotin ja objektin välillä. Ohjelmisto luo jokaisesta yksittäisestä mittauksesta pistepilvikartan. Tämä pistepilvikartta voidaan siirtää CAD-ohjelmistoon, joka piirtää viivat pisteiden välille. Tuloksena on noin 2 mm tarkkuudella täsmällisesti virtualisoitu esine tai tila, joka 3D-skannerilla skannattiin. Tällä hetkellä markkinoilla suositaan laserkeilausta hyödyntävää tekniikkaa, joka mahdollistaa suuremman tarkkuuden. Laserkeilaus on myös takymetrimittauksista paljon nopeampi hahmottamaan avaruudelliset tilat. (Atlastica 2020)

### 3.3 Microsoft HoloLens

Microsoft HoloLens on lisätyn todellisuuden älylaite. Se muodostaa reaaliajassa hologrammeja, jotka näkyvät HoloLensin linssien läpi käyttäjälle. Se ymmärtää äänikomentoja jättäen kädet vapaaksi työn tekoon. Kyseessä on erittäin hienostunut laite, mutta, sille ei vielä löydy vakiintunutta käyttöä tai ohjelmistoja. Microsoft tarjoaa sovelluskehittäjille tukea sekä ohjelmistopakettien toiveenaan, että HoloLensin käyttö kasvaisi ja Microsoft saisi täten isomman markkinaosuuden muilta teollisilta toimijoilta. Testauksessa ensimmäisen sukupolven HoloLensit olivat juuri sitä, mitä mainostuspuheesta saattoi toivoa. Hologrammit ovat erittäin toimivia ja käytännöllisiä. Äänikomennot sekä käsimerkit toimivat paljon paremmin kuin saatoimme uskoa. Kaiken kaikkiaan laite hämmästytti meidät ja sai meidät ajattelemaan mitä kaikkea tulevaisuudessa kyseisellä tekniikalla on mahdollista toteuttaa. On erittäin helppoa keksiä HoloLenseille käyttötarkoituksia NDT-palvelualalle tai muille teollisille aloille. Paloturvallisuusasiat, kuten poistumisreitit ja vastaavat, voidaan hätätilanteessa näyttää hologrammisilla nuolilla tai vaikkapa estää vääriin poluille eksyminen hologrammisilla muureilla. Laitoshuoltajat voisivat kävellä ohjattuina viiallisen laitteen luokse. Käyttäjät voisivat soittaa videopuhelun laitteen valmistajalle ja saada näinapua mahdollisiin vikatilanteisiin suoraan paikan päältä. Samaan aikaan tarkastajalla olisi molemmat kädet vapaana työn tekemiseen. HoloLensien integroiminen VALTO360-järjestelmään on siksi otettu huomioon myös kehitystyössä. (Microsoft 2019)

## 4 360-kuvauksen tekniikka

Valokuvaus 360-asteen kameralla eroaa perinteisestä valokuvauksesta merkittävästi. Tavallinen kuva on kuvasuhteeltaan 4:3 tai 16:9 jolloin tuloksena on suorakulmion muotoinen kuva, jossa kuvattava objekti on yleensä kuvan keskellä ja kuvaamisessa on huomioitu erityisesti objektin valaistus ja tarkennus. Esimerkkinä kuva 4.



Kuva 4. Normaali valokuva.

Panoraama-kuvauksessa (kuva 5) otetaan useampi kuva samalla vaakasuoralla linjalla, jotka jälkikäteen sidotaan yhteen. Tuloksena on sama kuva, mutta siihen saadaan enemmän informaatiota ilman että kameralinssiä tarvitsee vaihtaa laajakuvaan. Lisäksi kuvauspaikka voi olla lähempänä, jolloin ei menetetä tarkkuutta. Kyseistä tekniikkaa käytetään erityisesti maisemakuvissa, jolloin saadaan esimerkiksi koko rantaviiva näkyväksi samassa kuvassa.



Kuva 5. Panoraamakuva.

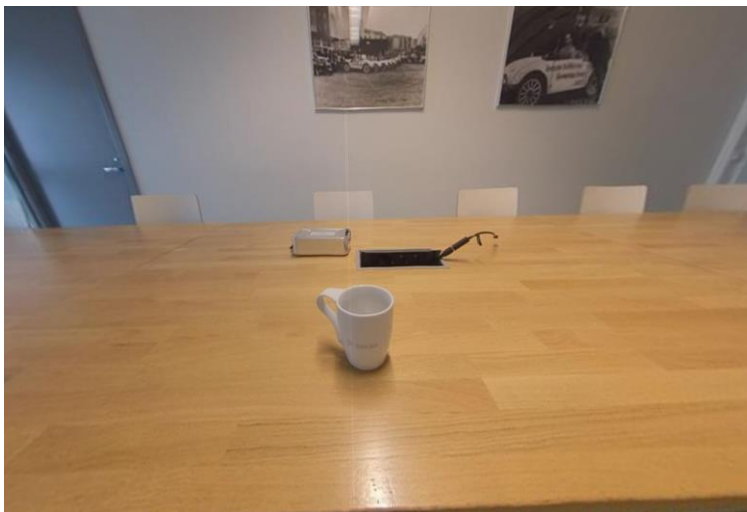
360-asteen valokuvassa, joka on otettu kalansilmälinsillä, otetaan myös pystysuunta mukaan ja panoraaman tavoin kuvat sidotaan yhteen. Näin valokuva luo pallon itsensä ympärille, jolloin kamera tallentaa kuvaan kaiken ympärillä olevan. Kuvaan tulee näin kalansilmälinsin tapainen vääristymä, jolloin lähellä olevat asiat venyvät ja pitenevät ja kaukana olevat asiat taas pienentyvät ja litistyvät. Lisäksi kuva on pyöreä, minkä vuoksi mittasuhteet eivät tunnu raakakuvaa katsoessa järkeviltä (kuva 6). 360-kuvia on mahdollista kuvata kalansilmälinsien lisäksi normaaleilla linseillä. Mikäli normaalia linssiä käytetään,

täytyy kuvata sitoa yhteen panoraamakuvien tapaan. Tällä tekniikalla voidaan saada paljon tarkempia kuvia verrattuna kalansilmälinsillä otettuihin kuviin, mutta se vaatii tarkkaa työtä muun muassa vääristymien välttämiseksi. Lisäksi se vaatii erillisen ohjelmiston, jolla kuvat sidotaan, eli niin sanotusti parsitaan yhteen.



Kuva 6.360-kameralla kuvattu raakakuva.

VALTO360-järjestelmä ottaa raakakuvan ja venyttää sen virtuaalisen silmäobjektin ympärille. Sen sijaan, että katsoja näkee kolmiulotteisen kuvan kaksiulotteisella tasolla, näkee hän kuvan, kuin kamera sen tallensi. Kaksiulotteisena näkyvät vääristymät tasoittuvat ja kuvassa näkyy juuri se mitä kuvaamishetkellä kameran ympärillä olevassa oikeassa maailmassa näkyi. Kuvassa näkyy pystysuunnassa valkoinen viiva (kuva 7). Tämä viiva on kahden kalansilmälinsin välinen raja. Tämä raja on pidettävä mielessä valokuvaa ottaessa. Kamera on suunnattava niin että valokuvattava objekti on suoraan jommankumman kameran linssien edessä. Näin estetään, ettei vääristymä ole kuvattavan objektin kohdalla.



Kuva 7. Kuvakaappaus VALTO360-järjestelmästä.

#### **4.1 360-kuvien hyödyt**

360-kuvat sisältävät normaaliin valokuvaan verrattuna paljon enemmän informaatiota. Itse kuva on kuin virtuaalinen versio oikeasta maailmasta, jossa seistään kuvan sisällä ja katsotaan kuvaa sisältä ulospäin toisin kuin normaali valokuva, joka on kaksiulotteinen taulu kolmiulotteisesta maailmasta. Tästä seuraa, että avaruuden ja etäisyyksien hahmottaminen helpottuu 360-kuvien avulla. Itse 360-kuvien ottaminen on myös hyvin yksinkertaista. Kamera ottaa kuvan joka suuntaan, joten kameran asennolla tai suunnalla ei ole suurta merkitystä. Kaikki, mitä kameran ympärillä on, tallentuu kuvaan. 360-kuvien todelliset hyödyt tulevat esiin, kun ne asetetaan virtuaalista tai lisättyä todellisuutta mahdollistavaan tekniikkaan. Mikäli 360-kuvaa tarkastelee virtuaalilasit päässä, on tunne todellakin kuin itse olisi paikan päällä kuvassa. 360-kuvaan on luontevaa ja helppoa lisätä lisätyn todellisuuden tapaista informaatiota. 360-kuvaa voi tarkastella joka suuntaan eikä siinä ole yhtä kohdennettua kohtaa kuten normaalissa kaksiulotteisessa valokuvassa. Yleensä kuvat otetaan tietystä suunnasta, koska kuvattava kohde halutaan keskelle kuvaa. 360-kuvissa voidaan itse määrittää mitä osiota kuvasta halutaan katsoa. Tämä tulee esiin teollisilla aloilla, joissa useampi ihminen on vastuussa eri osastoista. Mikäli kyseessä on esimerkiksi prosessivastaava tai turvallisuuspäällikkö, heidän katseensa kiinnittyy eri asioihin 360-kuvassa, ja he pystyvät erittäin tehokkaasti tarkastelemaan kuvattua tilaa oman erikoisosaamisensa mukaan.

#### **4.2 360-kuvien haitat**

360-kuvauksella on myös huonoja puolia. Kuvassa näkyy kaikki mitä kameran ympärillä oli. Tämä tarkoittaa sitä, että kuvaaja näkyy kaikissa kuvissa, ellei ole mahdollista kuvata etälaukaisimella tai ajastimella. Näin kuvaaja voi olla tolpan tai nurkan takana piilossa eikä näy kuvassa. Toisin sanoen 360-kuvauksessa on otettava huomioon, että jos sinä näet kameran, näkee kamera myös sinut. Riippuen käytettävästä laitteesta ja tavasta, jolla kuvat leikataan yhteen, voi kuvaan tulla pieniä vääristymiä eli artefakteja kuvien yhtymäkohdissa. DEKRA:n käyttämä Ricoh Theta S -kamera tekee vain hyvin pienen vääristymän kuvan ylhäällä ja alhaalla oleviin keskikohtiin. Tämä tarkoittaa, että kuvaa ei voida ottaa suoraan kuvattavan objektin ylä- tai alapuolelta. Näissä tilanteissa kameraa on joko kallistettava, jotta vääristymät eivät osu kuvattavan objektin kohdalle. Tai kuva voidaan ottaa hieman objektin vierestä, jolloin objekti näkyy selkeänä. Vaikka kamera kuvaakin koko alueen kameran ympäriltä, on silti tarpeen ottaa korkeus huomioon. Jos kamera on liian matalalla, tulee kuvaa katsoessa tunne kuin olisi kyykyssä. Jos kuva otetaan liian korkealta, tuntuu kuin seisoi varpailtaan tai leijuisi katossa. Kuvatessa on siis syytä ottaa huomioon kuvattavan tilan avaruus ja miten tilaa on tarkoitus katsoa.

360-kuvat ovat erittäin herkkiä tärähdyksille. Mikäli kamera tärähtää kuvan ottamisen aikana, on kuva otettava uudestaan. Liike aiheuttaa vääristymiä kuvassa, minkä vuoksi kuvasta tulee helposti hyvin suttuinen ja epätarkka. Normaaliin valokuvaukseen verrattuna 360-kuvat ovat erittäin herkkiä ylivalotukselle. Kalansilmä-linssiin osuva valo kattaa kuvassa paljon suuremman alueen kuin perinteisessä suorakulmion muotoisessa kuvassa. Näin ollen on pidettävä huolta, ettei kameran linssiin kohdistu suoraan valoa vaan kuvattaessa täytyy valaista vain kuvattava objekti tai koko huone epäsuoralla valaistuksella. Kuvat haalistuvat ja niissä näkyy selkeästi ylivalottuneisuus, mikäli kamera asetetaan esimerkiksi suoraan kattovalaisimen alle (kuva 8).



Kuva 8. Ylivalottunut 360-kameralla otettu kuva.

Mikäli kuvattava huone tai objekti on hyvin hämärässä, vaikuttaa se 360-kuvan tulokseen. Siinä, missä perinteinen suorakulmion muotoisessa kuvassa saapuvan valon tarvitsee vain valaista pienellä pinta-alalla oleva objekti, on 360-kuvassa samalla valolla saatava tallennettua kaikki kameran ympärillä oleva. Mikäli valoa on liian vähän, tulee kuvasta suttuinen ja se näyttää heikkolaatuiselta, aivan kuten kuva olisi otettu hyvin matalaresoluutiolla kameralla (kuva 9).



Kuva 9. 360-kameralla kuvattu kuva vähäisessä valossa.

Riippuen kamerasta ja sen linssistä, on myös pidettävä huolta, että kuvattava objekti ei ole liian lähellä. Käyttämässämme Ricoh Theta S -kamerassa optimaalinen etäisyys on noin 1,5 metriä, jolloin kuvattava objekti näkyy selkeänä ja mittasuhteiltaan oikeana. Mikäli objekti on liian lähellä, noin puolessa metrissä tai vielä lähempänä, aiheuttaa se kalansilmälinsistä katsottuna vääristymän ja kuvatun objektin mittasuhteet vääristyvät. Tällöin objekti peittää liian suuren osan kuvasta ja se vääristyy, kun kuva venytetään vastaamaan todellisen maailman mittasuhteita.



Kuva 10. 360-kameralla kuvattu kuva, jossa objekti on vääristynyt.

### 4.3 360-kuvien ottaminen

Kokemuksen myötä havaitut toimivat tavat on koottu ohjeeksi. Kamera on asetettava kolmijalkaan kiinni, jotta se seisoo tukevasti paikallaan eikä kuva pääse tärähtämään. Kameran sijainti on katsottava tarkkaan, ettei se ole liian lähellä tolppia tai seiniä vääristymien



välttämiseksi. Itse kuvattava objekti on myös hyvä pitää sopivan etäisyyden päässä kamerasta, jolloin varmistetaan siitä, että se näkyy oikein ja selkeänä kuvassa. Kameran korkeuden olisi hyvä olla noin 1,8m maasta, mikä vastaa silmänkorkeutta. Lisäksi varmistetaan, ettei kameraan paista suoraan valoa. Mikäli tilassa on heikosti valoa, laitetaan lisävalot kameran jalan alle osoittamaan kuvattaviin kohteisiin. Tässä on syytä olla tarkkana, jottei lisävalaistus osu kameran linssiin. Lisävalon tarkoituksena on vain tuoda valoa kuvattavaan tilaan.

DEKRA:n käytössä oleva Ricoh Theta S -kameraa ohjataan älylaitteella ja Ricohin omalla ohjelmistolla. Ricohin ohjelmalla voidaan esikatsella kuvaa ennen varsinaisen kuvan ottamista. Näin voidaan varmistaa, että valaistus, kuvattavat objektit, etäisyydet sekä kameran korkeus ovat kaikki kunnossa. Kuvaaja voi siirtyä pois kameran näkyvyydestä ja varmistamaan älylaitteestaan, ettei itse näy kuvassa. Ricohin ohjelmiston etälaukaisimella voidaan tämän jälkeen ottaa kuva. Ricohin kamera leikkaa itse kahdesta kalansilmälinssin ottamasta kuvasta valmiin 360-kuvan. Älylaitteelta voidaan tehdä viimeinen tarkastus, että kuva on hyvälaatuinen ja vastaa tarkoitustaan.

Kuvaaminen on erittäin sujuvaa, jos kuvaus tehdään parityönä. Näin toinen vastaa älylaitteella kuvauksesta ja varmistaa, että kuvassa kaikki näkyy oikein. Toinen puolestaan siirtää kameraa ja säätelee valaistusta. Parityön kuvauksen etuna on huomattavasti lyhyempi kuvausaika, ja kun työntekijät ovat tottuneet tehtäviinsä, tapahtuu vähemmän inhimillisiä virheitä kuvien ottamisessa. Kun kumpikin keskittyy vain omaan osuuteensa kuvauksessa, tulee kuvien ottamisesta hyvin automaattista. Kokenut pari voi tilan kulkumahdollisuuksien mukaan ottaa jopa 50 kuvaa tunnissa. Normaali työtahti on noin 30 kuvaa tunnissa, kun otetaan huomioon valojen säätäminen ja liikkuminen tehdasalueella. Jos kuvauspaikka ei ole kuvaajille tuttu, aikaa saattaa kulua kuvauspisteiden löytämiseen ja kuvauksen asettelun miettimiseen.

#### **4.4 Ricoh Theta S -kamera**

Ricoh Theta S -kamera on kaupallinen kuluttajille suunnattu kamera, joka on saatavilla valokuvausliikkeistä. Kyseisessä kamerassa on kaksi kappaletta 180 asteen kalansilmälinssiä kennoineen sekä sisäänrakennettu ohjelmisto, joka leikkaa ottamansa kaksi 180-asteen kuvaa yhteen yhdeksi 360-asteen kuvaksi. Laitte luo oman langattoman verkon, johon sitä ohjaavat älylaitteet tulee kytkeä kameran hallitsemiseksi. Ricoh Theta S pystyy myös kuvaamaan videokuvaa. Kameran asetuksia ei pysty hallitsemaan suoraan laitteesta, vaan kaikki säädöt täytyy tehdä etähallinnan kautta. Laitteessa on myös oma sisäinen muistinsa, jota voidaan hyödyntää kuvattaessa lennokista, josta langattoman verkon signaali ei kanna tallennuslaitteelle asti.



Kuva 11. Ricoh Theta S ulkoasu ja toiminnot (mukaillen RICOH 2019)

Kamerassa on oma nappi laukaisijalle kuvien ottamista varten (kuva 11), mutta hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi on suositeltavaa käyttää Ricohin omaa ohjelmistoa älylaitteella, jolloin kameraa voidaan hallita etänä. Tämä mahdollistaa muun muassa sen, ettei kuvaaja näy itse kuvassa ja että kuvaa voidaan esikatsella ennen itse kuvausta. Näin säästyy aikaa kuvauspaikan valmistelemissä. Säättöjä ei tarvitse tehdä jälkikäteen vaan ne voidaan tehdä ennalta valmiiksi jo ennen varsinaisen kuvauksen aloittamista. Laitteessa on sisäinen akku, joka testauksen perusteella soveltuu juuri ja juuri kokonaisen työpäivän tarpeisiin. Olemme sammuttaneet laitteen siirtymisen ajaksi ja sulkeneet langattoman yhteyden 360-kuvien kuvauksien jälkeen. Akku ei kestä kahdeksaa tuntia jatkuvaa työtä, mutta olemme saaneet päivän työt tehtyä akkua säästävillä toimenpiteillä ilman lataustaukoja. Laturi on hyvä olla mukana kaiken varalta ja jotta laite voidaan ladata seuraavalle kuvauskerralle.

## 5 VALTO360-järjestelmä

VALTO360-järjestelmä on luotu NDT-palvelualan digitalisoimisen tarpeisiin ja auttamaan DEKRA Industrial Oy:tä hyödyntämään uusien tulevien teknologien antamia mahdollisuuksia. Järjestelmässä yhdistyvät 360-kamerakuvaus, lisätty todellisuus sekä NDT-tarkastustuloksien lähes reaaliaikainen seuranta interaktiivisen käyttöliittymän kautta. VALTO360-järjestelmän käyttötarkoituksina on muun muassa tukea DEKRA Industrial Oy:n myyntityötä sekä tarjoamaan asiakkailleen digitaalisen ekosysteemin, joka tukee kaikkia muita DEKRA Industrial Oy:n tarjoamia tuotteita. VALTO360-järjestelmä on digitaalinen ekosysteemi, jonka käyttömahdollisuuksia voi soveltaa useampaan eri alaan tai toimintatapaan.

### 5.1 Historia, toteutus – ja työtapakuvaus

DEKRA Industrial Oy:n tarkastusinsinööri sai ajatuksen hyödyntää 360-kuvia visualisoimaan tarkastustilat ja muuttamaan fyysisen maailman osaksi virtuaalista ympäristöä. Tehdasalueet ovat usein suuria sokkeloita, täynnä putkia ja esteitä. Kestää kauan, että tarkastaja oppii koko tehdasalueen kaikki tarkastuskohteet ulkoa ja usein sekin on mahdotonta niiden määrän takia. Lisäksi tarkastajat joutuvat usein turvautumaan kynään ja paperiin tehdasalueella ja viemään tiedot konttorilla Excel-pohjiin, joista saadaan lopullinen tarkastusraportti asiakkaalle. Tarkastajalla oli selvä visio siitä mitä tarvittaisiin muuttamaan tilannetta, mutta markkinoilla ei ollut saatavilla yhtään järjestelmää, joka ratkaisisi kaikkia ongelmia. Kun sellaista ei ollut, se täytyi luoda itse.

Alkuvaiheessa lähdimme testaamaan ja toteuttamaan ideaa perehtymällä saatavilla oleviin 360-kameroihin sekä muokkaamalla meidän jo olemassa olevaa ohjelmistoa tukemaan 360-kuvia. Alkukantaisuudestaan huolimatta idea vaikutti välittömästi pätevältä ja varteenotettavalta. VALTO360-järjestelmä kiehtoi kaikkia, jotka kuuluivat siitä ja jokaisella oli ideoita, joita he halusivat nähdä valmiissa järjestelmässä. Pienestä parin henkilön kokeilusta oli paisunut valtava projekti, josta kiinnostui DEKRA:n maailmanlaajuinen konserni. Nykyisellään VALTO360-järjestelmä työllistää ihmisiä kokopäiväisesti ja DEKRA konserni valmistautuu lanseeraamaan sitä maailmanlaajuiseen käyttöön. Tällä hetkellä VALTO360-järjestelmä on vielä vain tietyissä maissa käytössä. Alkuperäisen idean keksinyt tarkastaja on edelleen mukana projektissa ja VALTO360-järjestelmän kehitystarinaa käytetään DEKRA konsernissa malliesimerkkinä siitä, miten DEKRA:n yrityskulttuuri tukee hyviä aloitteita ja ideoita.

## 5.2 Toimintaperiaate

VALTO360-järjestelmän käyttöönotossa sovitaan ensin kuvattavat osat tehdasalueesta ja tarkastuskohteista. DEKRA Industrial Oy:n työntekijät saapuvat paikalle sovittuna ajankohtana kuvaamaan 360-kameralla sovitut kohteet. Luvussa neljä, 360-kuvauksen tekniikka, olen käynyt läpi yleiset ohjeet 360-kuvien ottamiselle. DEKRA Industrial Oy:n kuvausprosessi suoritetaan parityönä. Yksi henkilö hallitsee älylaitetta ja vastaa kuvien ottamisesta ja laadusta. Toinen henkilö asettaa kameran paikalleen sekä merkitsee kuvien sijainnit asiakkaan toimittamaan pohjakarttaan. Pohjakarttaa käytetään myös VALTO360-järjestelmän näkymän pohjakuvana. Näin varmistetaan kuvapisteen tarkka sijainti todellista maailmaa mukaillen, jotta VALTO360-järjestelmä olisi tarkka kopio fyysisestä maailmasta. Ilman karttakuvaakin voidaan ottaa kuvia, mutta sitä ei suositella. Vaikka kuvat ovat aikajärjestyksessä älylaitteella, joilla kuvat otettiin, joudutaan kuvapisteen sijainnit sijoittamaan pohjakuvaan ihmismuistin varassa. Tarkastuskohteiden vierestä otetaan kuva, josta tarkastuskohde erottuu mahdollisimman selkeästi. Jos kuvien välissä ei esiinny VALTO360-järjestelmään nähden relevanttia kuvattavaa, ei ole syytä ottaa kuvia pienemmällä välillä. Mikäli kuvia on liikaa, tuntuu tämä käyttäjältä hitaalta ja tahmealta liikua näkymässä. Jos taas kuvien väli on liian pitkä, tuntuu käyttäjältä kuin järjestelmä hypäisi paikasta toiseen. Optimaalinen kuvausväli on noin kolme metriä ottaen huomioon, että edellinen ja seuraava kuvapiste näkyy kuvassa. Näin saadaan aikaan sulava liike kuvapisteestä toiseen, kun kuvia katsellaan VALTO360-järjestelmän kautta.

Mikäli tehdasalueella tapahtuu muutoksia, vain muuttuneiden kohtien kuvauspisteet pitää kuvata uudestaan. 360-kuvia voidaan vaihtaa välittömästi VALTO360-järjestelmässä, ja mikäli 360-kameran niin sanottu nollapiste eli oletuskatselusuunta on samassa suunnassa, ei virtuaalisia pisteitä tarvitse siirtää, sillä ne pysyvät samoissa kohdissa kuin vanhassa kuvassa. Sama periaate pätee myös, mikäli tarkastuskohteita lisätään VALTO360-järjestelmään. Ne voidaan lisätä suoraan järjestelmään virtuaalisena objektina vain, jos ne näkyvät valmiina kuvapisteessä. Jos tarkastuskohde on hieman jo kuvastusta reitistä sivussa eikä näy kuvissa selvänä, voidaan tehdä näkymään haara, joka johtaa uudelle kohteelle. VALTO360-järjestelmä on suunniteltu niin, ettei mitään tarvitsisi tehdä uudestaan tai kahteen kertaan muutosten tapahtuessa. Kun tarkastuskohde on kuvattu, lisätään vielä kohteeseen QR-kooditarra (ruutukoodi), jonka numero linkitetään VALTO360-järjestelmässä mittapisteeseen. Tehdasalueen mukaan voi QR-koodin kiinnittäminen olla hankalaa. Syövyttävissä tai kosteissa olosuhteissa tarrat eivät kiinnity metalliin. Näissä tapauksissa olemme tehneet erillisen alustan QR-koodin tarralle. Koko alusta laminoidaan tämän jälkeen ja kiinnitetään narulla tarkastuskohteen viereen.

Tarkastuskohteen kuvapiste voidaan avata jo etukäteen, kun NDT-tarkastusta ollaan tekemässä. Tarkastaja voi näin ennalta perehtyä tehdasalueen tiloihin sekä reitteihin, joita hänen täytyy käyttää löytääkseen perille. Lisäksi voidaan tarkastella historiatietoja, jolloin tarkastaja pystyy päättelemään millainen tarkastustulos pitäisi olla odotettavissa. Mikäli tapahtuu poikkeamia, on ne helpompi tunnistaa ja tarvittavat toimenpiteet voidaan aloittaa nopeammin. Kun tarkastaja saapuu tehdasalueelle, hän avaa älylaitteellaan VALTO360-järjestelmän sovelluksen. Näkymien mukaan hän voi kävellä tarkastuskohteelle asti ja skannata tarkastuskohteen QR-koodin älylaitteellaan. Näin varmistetaan, että tarkastaja on oikeassa sijainnissa aloittamaan työt. NDT-tarkastustyön jälkeen tarkastaja merkkaa tulokset suoraan älylaitteeltaan VALTO360-järjestelmään. Tarkastaja on nyt valmis luomaan pöytäkirjan tarkastuksesta.

Asiakkaan näkökulmasta VALTO360-järjestelmä kertoo tarkastustuloksen jo ennen virallisen pöytäkirjan saapumista. Tämä nopeuttaa huomattavasti asiakkaan kykyä varautua mahdollisiin korjaaviin toimenpiteisiin tai huoltotöihin. Lisäksi asiakas voi itse seurata reaaliajassa tarkastuksen edistymistä ja tuloksien kirjaamista VALTO360-järjestelmään. Asiakas voi myös itse käyttää tarpeen mukaan kaikkia VALTO360-järjestelmän ominaisuuksia, 360-kuvista aina itse laitoksiin ja niiden asetuksiin. Asiakas voi myös täyttää VALTO360-järjestelmään tarvittavaa informaatiota, joka tulee asiakkaan omaan käyttöön. QR-koodit sallivat kaikkien, joilla on siihen tarvittavat oikeudet, päästä käsiksi suoraan kentältä VALTO360-järjestelmän tietoihin. Ohjekirjat, huoltotiedotteet, turvallisuustiedotteet ja muistiot voidaan kaikki tallentaa kuvapisteisiin informaatiopisteinä ja saada näin suuria määriä tietoa nopeasti henkilökunnan käyttöön tehdasalueella. Tämä VALTO360-järjestelmän toimintaperiaate on yksinkertaistettu ja havainnollistettu kuvassa 12.

## Applikaatio käytännössä

Kynällä ja paperilla tarkastmien on ohi. VALTO360-järjestelmä digitalisoi teollisten laitoksen tarkastukset. Tämä infograafi havainnollistaa miten VALTO360 toimii

Asiakkaat voivat itse lisätä kommentteja ja tietoa, kuten paloturvallisuuden merkintöjä

Asiakkaat voivat itse tarkastaa tuloksia kentältä skannaamalla QR-koodeja

## 05 Datan käyttö

Asiakas pääsee tarkastustietoihin internet yhteydellä ja omilla tunnuksillaan

## 03 Tarkastus ja syöttö

Skannaamalla QR-koodin, tarkastaja voi syöttää tulokset suoraan oikeaan mittapisteeseen

## 01 Virtualisointi

360-kameralla kuvataan tarkastettava alue. Kuviin liitetään mittapisteet ja kiinnostavat kohteet. Lisäksi "todellisessa maailmassa" ne merkitään QR-koodeilla

## 02 Mittauspisteen paikallistaminen

360-kuvien avulla tarkastaja löytää oikean mittauskohteen laitoksessa

## 04 Datan lähetys

Tarkastustulos siirtyy järjestelmään ja on saatavilla turvallisesti alustariippumattomasti

Kuva 12. VALTO360-järjestelmän yksinkertaistettu toimintaperiaate (mukaillen Wolter 2019)

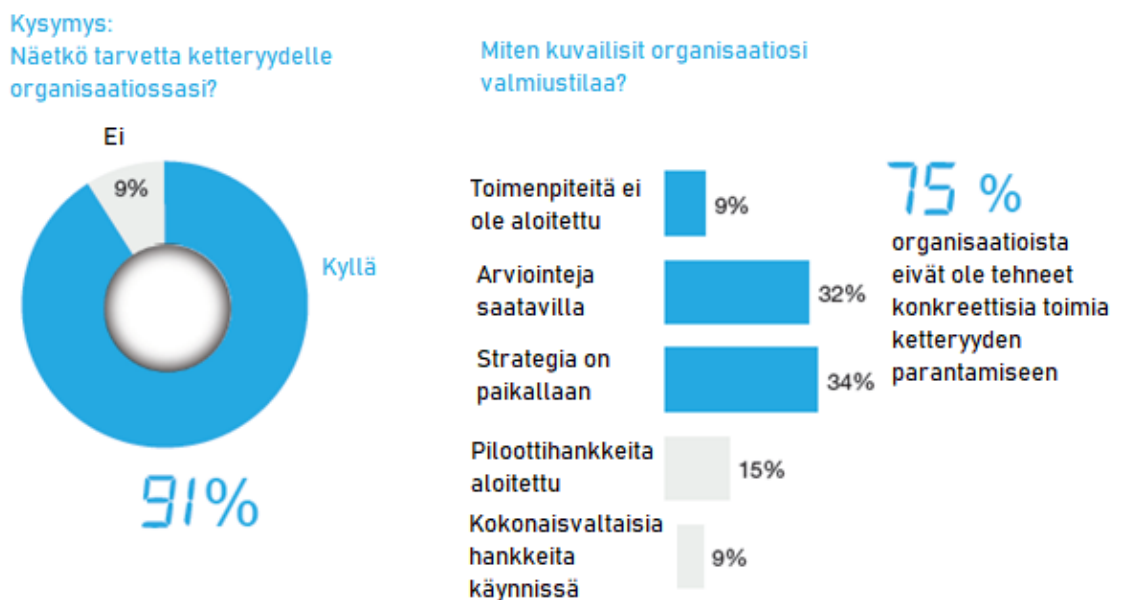
### 5.3 VALTO360-järjestelmä käytännössä

Kun laitoksen 360-kuvat on lisätty VALTO360-järjestelmään, voidaan järjestelmä ottaa tuotantokäyttöön. VALTO360-järjestelmän käyttöliittymä mahdollistaa eri objektien kuten kuvapisteen, mittauspisteen ja infopisteen lisäämisen 360-kuviin. Käyttöliittymä on hyvin intuitiivinen ja eri toimintojen painikkeet kuvastavat juuri sitä toimintoa mitä niiden ulkomuodosta voisi olettaa. Liite 1 sisältää tarkan selostuksen järjestelmän eri toimintoista ja toimii käyttöohjeena VALTO360-järjestelmään perehtyville DEKRA Industrial Oy:n tarkastajille. Käytettävästä alustasta riippumaton käyttöliittymä näyttää samalta; katsotaan sitä sitten perinteiseltä tietokoneelta tai pienemmästä ruudusta — kuten kännykstä tai tabletista. Tämä ominaisuus on tärkeä, jotta järjestelmä kykenee antamaan saman informaation niin laitosalueella kuin konttorillakin. Tämä koskee myös kaikkia VALTO360-järjestelmän ominaisuuksia. Etenkin muokkaamisen mahdollisuus laitosalueella on tärkeää, sillä kun tarkastaja on itse työkohteen edessä, voidaan helpommin havainnoida mahdollisia informaation puutteita. Mikäli informaation lisäys ei onnistuisi kentätöiden aikana, olisi informaation lisäys täysin ihmismuistin varassa.

## 6 Pohdinta

NDT-palvelualan haasteena on sen työprosessien kankeus. Siitä huolimatta, että laitteet ja menetelmät, joilla tarkastuksia tehdään, ovat saaneet vuosien saatossa teknologisia parannuksia. NDT-tarkastusala ei ole muuttunut 50 vuoteen ja on siksi jäljessä muista teollisista aloista (GTRSIInspect 2019).

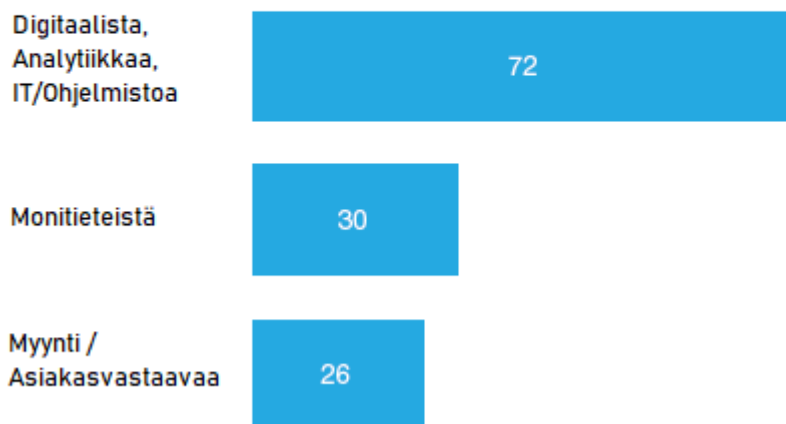
Tämä näkyy myös alan henkilöstössä. Alle yhdessä prosentissa alan LinkedIn-profiileista on yhdistetty sekä NDT että digitalisaatio tai muut vastaavat teknologiset termit (Riedl, Ritesema, Allema & Rouvillois 2018.). Tämä viittaa siihen, että NDT-palvelualan yritykset ovat hitaita muuttumaan digitaalisessa maailmassa eivätkä ne ole valmiita ottamaan vastaan digitalisuuden tarjoamia hyötyjä.



Kuva 13. Teollisen alan digitalisaation tutkimus (mukaillen McKinsey & Company 2018)

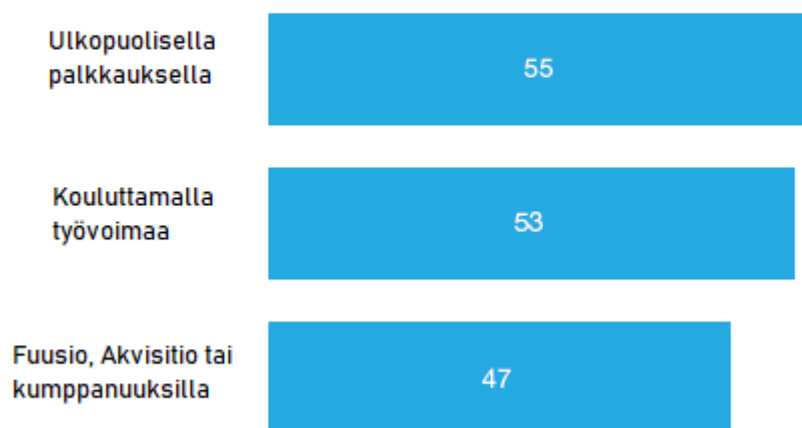
Teollisen alan toimitusjohtajille suunnatussa kyselyssä 91 % vastasi ketteryyden yhdeksi merkittäväksi tekijäksi tulevaisuuden haasteiden voittamiseksi. Omituista on, että vain 25 % kyselyyn vastanneista yrityksistä oli ottanut jonkinlaisia askeleita ketteryyden parantamiseen (kuva 13). Kyselyssä ilmenee myös hyvinkin selvästi, että nimenomaan digitaaliselle osaamille on tarvetta (kuva 14). Yritykset myös ymmärtävät, että heidän täytyy palkata uutta digitalisaatioon erikoistunutta henkilöstöä, tai kouluttaa nykyistä (kuva 15). Se, että nämä ongelmat tiedostetaan, mutta niihin ei ole vielä puututtu maalaavaa hyvinkin synkkää kuvaa teollisen alan kyvystä vastata tulevaisuuden haasteisiin.

Kysymys:  
Minkä tyyppistä osaamista  
organisaatioinne tarkalleen tarvitsee?



Kuva 14. Teollisen alan digitalisaation tutkimus (mukaillen McKinsey & Company 2018)

Kysymys:  
Miten tulette hankkimaan osaamisen organisaatioonne?

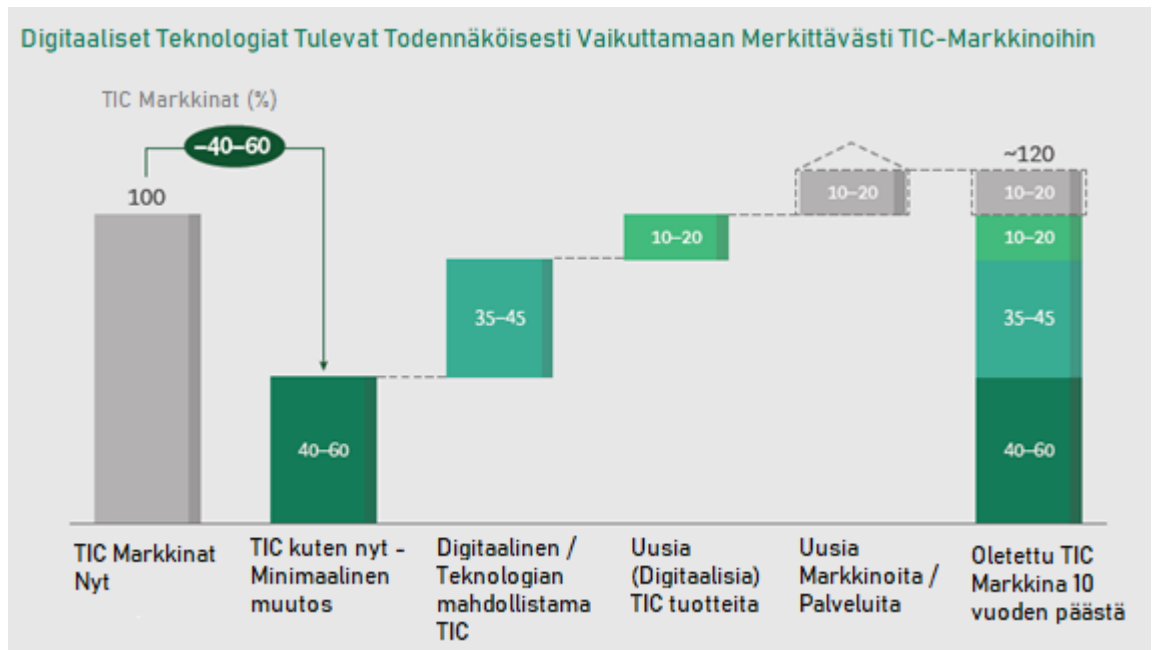


Kuva 15. Teollisen alan digitalisaation tutkimus (mukaillen McKinsey & Company 2018)

NDT-palvelualan digitalisaatio tulee muuttamaan nykyistä markkinaosuutta. Perinteisen, ei-digitalisoidun, NDT-työn osuus tulee olemaan vain noin 40-60 % tulevan vuosikymmenen markkinaosuudesta. Digitalisaation hyötyjä käyttävien tarkastusten osuuden oletetaan olevan noin 35-45 %. Täysin uusien digitaalisten NDT-teknologioiden markkinoiksi arvioidaan 10-20 %. Tämän lisäksi NDT-palvelualan ennustetaan kasvavan jopa 10-20 % nykyisestä (Kuva 16). Käänteisesti tämä tarkoittaa sitä, että perinteisiä NDT-tarkastuksia tarjoavan



yrittäjien osuus tulevasta markkinasta tulee putoamaan 60-40 % mikäli se ei pysty vastaamaan digitalisaation haasteisiin.



Kuva 16. Boston Consulting Group, NDT-palvelualan markkinaosuuden ennuste (mukailen Jens Riedl ym 2018)

Miltä NDT-palvelualan digitalisaatio tulee näyttämään? Vastausta siihen ei vielä tarkalleen tiedetä. Mahdollisia toimijoita ja suunnannäyttäjiä on yhteensä neljä.

Tarkastuslaitteiden toimittajat ovat etulyöntiasemassa. Mikäli tarkastuslaitteisiin tehdään digitalisaatiota hyödyntäviä parannuksia, tulevat ne vakiinnuttamaan ja parantamaan omaa markkina-asemaansa. Tämä tarkoittaa NDT-tarkastuslaitoksille ongelmia. Odotettavissa olisi suuria investointeja uusien laitteiden hankkimiseksi sekä riippuvaisuus laite-toimittajasta, jotta digitaalisten palveluiden toimittaminen asiakkaalle olisi mahdollista. Mikäli tarkastuslaitteiden käyttö muuttuu merkittävästi, voi se myös tarkoittaa, että itse laitevalmistajat tulevat kilpailijoiksi tarkastustoimintaan (Riedl ym 2018).

Suuret konsultointiyrietykset saattavat myös ottaa haltuunsa osan markkinasta. Niin sanottua "Big-Data" kyvykkyyttä jo nyt harjoittavat yritykset, kuten Accenture tai Ernst & Young, pystyvät tarjoamaan niin käsittelyä kuin tietoturva digitalisaation tuottamalle kasvavalle määrälle dataa. Mikäli NDT-palvelualan digitalisaatio keskittyy enemmän datan käsittelyyn kuin itse tarkastustoimeen, tai mikäli tarkastustoimi vaihtuu IoT-laitteiden tuoman älykkyyden myötä enemmän proaktiiviseksi kuin reaktiiviseksi, kasvavat ne, jotka pystyvät käsittelemään suuria määriä dataa, markkinasuhteeltaan suuremmiksi (Riedl ym 2018).

Suuret teknologiayhtiöt, kuten Microsoft tai Google, voivat valjastaa heidän nykyisen infrastruktuurinsa NDT-palvelualan suuntaan. Digitaaliset innovaatiot, kuten Microsoft HoloLens, voivat muokata tarkastusalaan samalla tavalla kuin itse tarkastuslaitteiden valmistajat. NDT-tarkastuslaitokset voivat tulla riippuvaisiksi teknologiajättien tarjoamista palveluista ja toimivat näin vain välikätenä asiakkaan ja teknologiayritysten välillä (Riedl ym 2018).

Mikäli perinteiset tai tulevat tarkastuslaitokset panostavat vahvasti digitalisaatioon sekä oman osaamisensa ja kyvykkyytensä parantamiseen, ne voivat kilpailijoihinsa nähden toimittaa parempaa ja nopeampaa palvelua ja valloittaa näin suuremman osan markkinasta itselleen. Yleisesti digitalisoinnin hyödyt näkyvät myös niitä toimittavalle yritykselle säästöinä itse prosessissa. Esimerkiksi John Deere on saanut päätökseen ketterää kehitystä hyödyntävän projektin. Pienikokoiset, mutta toistensa kanssa kommunikoivat ryhmät saivat aikaan ohjelmiston, joka hyödynsi jo olemassa olevaa reaaliaikaista dataa viljelijöiden käyttämästä laitteistosta. Kyseinen ohjelmisto on nyt asiakkaiden käytössä ja pystyy antamaan tarkkaa tietoa siitä, milloin pellot kannattaa kylvää, milloin on hyvä aika sadonkorjuulle sekä jopa parhaimmat ajoreitit. Kaikki tämä on asiakkaan näkökannasta erittäin tärkeää, mutta John Deere lisäksi pienensi 50 % takuuhuoltokutsujen määrää. John Deere sai myös tietoa hyväksikäyttäen laskettua oman kehitystyön aikaa 20 % uusille tuotteille (McKinsey & Company 2018).

Näin ollen johtopäätökseni on, että VALTO360-järjestelmän kaltaisille digitaalisille ekosysteemeille on suuri tarve alalla. Mielestäni tällaiset ohjelmistot, jotka voidaan integroida olemassa oleviin järjestelmiin ja mahdollistavat datan keräämisen, analysoimisen ja digitalisoinnin, tukevat itse tarkastustoimintaa. Asiakkaat tulevat odottamaan digitalisaation tuomia hyötyjä, kuten tarkempaa ja nopeampaa tapaa esittää dataa paikka- ja alustariippumattomasti. Mikäli NDT-palvelualalla ei panosteta tämän tyyppisiin ratkaisuihin, se ei pysty vastaamaan digitalisaation tuomiin haasteisiin tulevaisuudessa.

NDT-palvelualan digitalisaatioon perehtyminen on ollut hyvin opettavainen taival. Muuttuvat digitaaliset teknologiat ovat kiinnostava aihe tutkia ja olen oppinut paljon uutta tätä lopputyötä kirjoittaessani. On vaikea ennustaa tarkasti mitä tulevaisuudelta voi odottaa. Tästä syystä suosittelen NDT-palvelualaa tukevien digitaalisten teknologioiden jatkotutkimusta. Tekemäni ohjeet 360-kuvaukselle sekä VALTO360-järjestelmän käyttöohjeet ovat olleet apuna DEKRA Industrial Oy:llä heidän kouluttaessaan uusia ihmisiä VALTO360-järjestelmän käyttöönottamisessa.

## Lähteet

ASNT. 2019 The American Society for Nondestructive Testing MT, PT, RT, UT. Introduction to Nondestructive testing. Luettavissa: [https://asnt.org/MajorSiteSections/About/Introduction\\_to\\_Nondestructive\\_Testing.aspx](https://asnt.org/MajorSiteSections/About/Introduction_to_Nondestructive_Testing.aspx). Luettu: 25.05.2020

Atlastica. 2020. 3D-skannaus eli laserkeilaus. Luettavissa: <https://atlastica.fi/laserkeilaus/>. Luettu 26.5.2020

GTRSInspect. 2019. Global Technical Resource Solutions. Revolutionizing the TIC market through digitalization. Julkaistu 30.7.2019. Luettavissa: <https://gtrsinspect.com/news/blogs/revolutionising-the-tic-market-through-digitalisation/>. Luettu 29.11.2019

Kiwa Inspecta. 2020. Digitaalisen röntgenkuvauksen esittely. Luettavissa: <https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme/digitaalinen-rontgenkuvaus-eli-radiografia-dda-laitteistolla/>. Luettu 26.5.2020

McKinsey&Company. 2019. Disruptive forces in the industrial sectors – Global executive survey. Luettavissa: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/automotive%20and%20assembly/our%20insights/how%20industrial%20companies%20can%20respond%20to%20disruptive%20forces/disruptive-forces-in-the-industrial-sectors.ashx>. Luettu: 1.12.2019

Microsoft. 2019. About Hololens 2. Luettavissa: <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>. Luettu: 27.11.2019

RICOH. 2019. About Ricoh Theta S. Luettavissa: <https://theta360.com/en/about/theta/s.html>. Luettu 27.11.2019

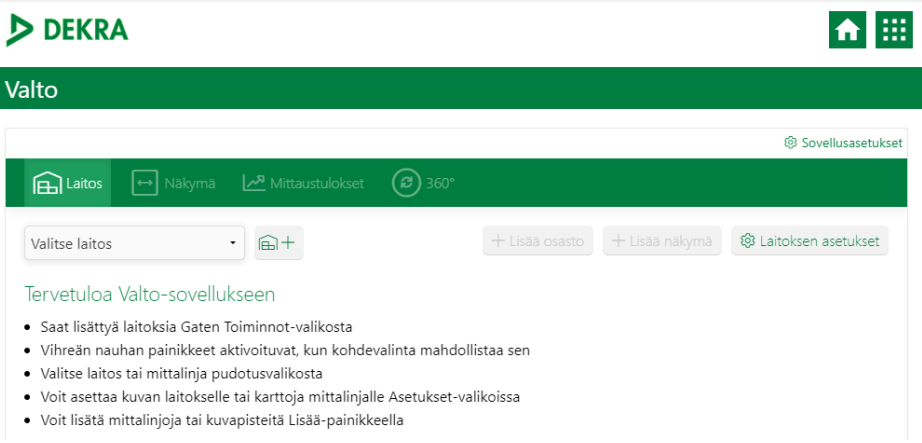


Riedl, Ritsema, Allema & Rouvillois. 2018. Testing, Inspection, and Certification Go Digital. Boston Consulting Group. Luettavissa: [http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Testing-Inspection-and-Certification-Go-Digital-Dec-2018\\_tcm9-209878.pdf](http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Testing-Inspection-and-Certification-Go-Digital-Dec-2018_tcm9-209878.pdf). Luettu 27.11.2019

Wolter Anna N. 2019. Artikkele: Inspection app from the arctic circle. DEKRA  
ONE henkilöstölehti. Julkaistu 24.1.2019, Luettu: 28.11.2019

## 7 Liitteet

### Liite 1 VALTO360-järjestelmän käyttöohje

VALTO360 omaa melko suoraviivaisen käyttöliittymän. Kaikki hallintaan tarvittavat painikkeet löytyvät yläpalkista ja pienempien moduulien hallinta tapahtuu moduulien omista hallintapainikkeista. VALTO360 työpöytäsovelluksen aloitusnäytön kuvankaappauksen näet kuvassa 1. Kotipainike (kuva 2.) palauttaa sinut aina valitun VALTO360 sovelluksen aloitussivulle. Sovelluspainike (kuva 3.) palauttaa sinut takaisin GATE-Järjestelmän aloitussivulle. Tätä käytetään, mikäli käytössä on useampi VALTO360 sivusto, joihin käyttäjällä on pääsy.

	Kuva 1. Aloitusivu (VALTO360)
	Kuva 2. Kotipainike (VALTO360)
	Kuva 3. Sovelluspainike (VALTO360)




### Laitos

Laitos on VALTO360 järjestelmän hierarkian toiseksi ylin taso. Mallinnetun alueen kokonaiskuva lisätään tälle tasolle. Laitoksen alta avautuvat kaikki yksikön näkymät ja se sisältää kaikki 360-kuvat, objektit sekä infopisteet allaan (kuva 4.).

Lisää laitos napista voit lisätä uuden laitoksen (kuva 5.). Tämä avaa laitoksen lisäämisen ikkunan. Alkutiedoiksi riittää pelkkä Laitoksen nimi; kaikki muut tiedot päivitetään vasta jälkepäin. Tämän on tarkoitus nopeuttaa laitosten luontia. Mikäli kaikki esitiedot täytyisi syöttää heti, olisi käyttäjillä suurempi kynnys luoda uusia laitoksia.

Kun laitos luodaan, on sille tämän jälkeen annettava pohjakuva. Tämä tehdään Laitoksen asetuksissa (kuva 6.). Pohjakuvien tarkoitus on olla fyysisen maailman havainnollistamisen työkalu, eli kartta, virtuaalisessa maailmassa. Niiden ei tarvitse olla äärimmäisen tarkkoja, eikä näkymien tarvitse olla täsmälleen oikeassa paikassa. Se riittää, että se ohjaa käyttäjän oikealle polulle, jolloin käyttäjä itse ymmärtää ja havaitsee missä sijainnissa hänellä hetkellä liikkuu. On hämmästyttävää, kuinka vähän informaatiota ihminen tarvitsee yhdistääkseen fyysisen ja virtuaalisen maailman.

Laitoksen asetuksiin kuuluvat tunniste, laitoskuva, mittayksikkö sekä muu mittayksikkö kentät. Mikäli laitoksessa on osastoja, osastojen nimet näkyvät allekkain sekä niiden muokkausnapit. Tunniste on laitoksen nimi, laitoskuva on laitoksen tämänhetkinen pohjakuva. Tästä asetuksesta voit myös vaihtaa pohjakuvaa, tarvittaessa. Mittayksikkö on tarkastustoimintaa varten lisätty ominaisuus, joka määrittää mitä mittayksikköä käytetään oletuksena tarkastustuloksissa. Perusarvo on tässä tapauksessa millimetri, eli mm. Käyttäjä voi lisätä vapaavalintaisen mittayksikön kohtaan muu mittayksikkö. Kaikki lisätyt mittayksiköt näkyvät mittalinjoissa pudotusvalintana, joista tarkastaja voi valita mittalinjan mittayksikön.

	Kuva 4. Laitosikoni (VALTO360)
	Kuva 5. Lisää laitos painike (VALTO360)
	Kuva 6. Laitoksen asetukset painike (VALTO360)

## Näkymä

Näkymä, tai mittalinja, on hierarkkisesti laitoksen alapuolella sijaitseva objekti, jonka alle sijoitetaan kuvattavan kohteen tai kohderyhmän pohjakartta. Näkymän saat lisättyä painamalla Lisää näkymä -painiketta (kuva 7.) Tähän pohjakarttaan lisätään 360-kuvapisteeet. Kuvapisteeiden hahmottaminen pohjakartalla noudattaa samaa periaatetta kuin laitoksen pohjakuvissa. Sillä ei ole merkitystä käytetäänkö pohjakuvana tarkkaa CAD-mallinuksesta otettua pohjakarttaa, vaiko siirryt tietokoneen kuvakäsittelyohjelmalla itse piirrettyä yksinkertaista hahmotelmaa. Olemme myös käyttäneet hyväksemme hätäpoistumissuunnitelmia, sillä niissä on valmis tarkka pohjapiirustus, mitä on helppo hyödyntää. Valitsemalla


näkymäpisteen laitoksen karttakuvasta vaihtuu näkymä osio navigointipalkista aktiiviseksi (Kuvan 8 ja Kuvan 9 välinen ero). Näkymän valikon alta löytyvät Lisää kuvapiste (kuva 10.), Lisää kartta (kuva 11.) sekä Näkymän asetukset -painikkeet (kuva 12.).

	Kuva 7. Lisää näkymä painike (VALTO360)
	Kuva 8. Aktiivinen Näkymä ikoni (VALTO360)
	Kuva 9. Inaktiivinen Näkymä ikoni (VALTO360)
	Kuva 10. Lisää kuvapiste painike (VALTO360)
	Kuva 11. Lisää kartta painike (VALTO360)
	Kuva 12. Näkymän asetukset painike (VALTO360)

### Kuvapiste:

Lisää kuvapiste luo kuvapisteen osoittimen kohdalle näkymän karttakuvaan vasemman hiiren painikkeesta, tai vain napautuksella, mikäli käytät kosketusnäyttöistä laitetta. Lisätty kuvapiste näkyy vihreänä pallona kartalla (kuva 13.). Mikäli kuvapiste on valittuna, vaihtuu väri tumman violetiksi (kuva 14.). Kun karttapiste on valittuna, ilmestyy yläpaneeliin ylimääräinen painike nimeltään Kuvapisteen asetukset (kuva 15.). Kuvapisteen asetuksista löytyvät kaikki itse 360 -kuvaan, sen hallintaan ja valitun virtuaalisen objektin ohjaamiseen ja informaation lisäämiseen tarvittavat työkalut.

360-kuva lisätään painamalla Lisää 360-kuva -painiketta (kuva 16.). Avautuvassa ikkunassa voit selata omalta laitteeltasi löytyviä kuvia ja lisätä kuvapisteelle 360-kuvan (kuva 17.). VALTO360-järjestelmä lataa kuvan palvelimelle. Tämän jälkeen kuva on välittömästi käytettävissäsi painettuasi Tallenna -nappia. Peru-nappi on luonnollisesti käytettävissä, mikäli käyttäjä tekee muutoksen, jota ei haluta tallentaa. Lisättyäsi 360-kuvan, voit aina palata takaisin muokausnäköön painamalla kynän kuvaa (kuva 18).

	Kuva 13. Kuvapiste (VALTO360)
---	-------------------------------

	Kuva 14. Aktiivinen Kuvapiste (VALTO360)
	Kuva 15. Kuvapisteen asetukset painike (VALTO360)
	Kuva 16. Lisää 360-kuva painike, kun kuvaa ei ole vielä lisätty (VALTO360)
   	Kuva 17. 360-kuvan lisäämisen toiminnot (VALTO360)
	Kuva 18. Kynäikoni (VALTO360)


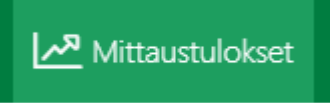
### Mittapiste

Mikäli lisätyssä kuvapisteessä on fyysisessä maailmassa sijaitseva tarkastuskohte, voidaan 360-kuvan objektiin liittää mittapiste. Mittapiste on yksinkertainen taulukko, johon tarkastustulokset kerätään ja arkistoidaan. Lisää mittapiste painikkeesta voit lisätä yhden virtuaalisen mittapisteen. Yksittäinen kuvapiste voi sisältää useamman mittarin, joihin tietoja voidaan syöttää. Tämä erottelu on yleistä NDT-palvelualalla, jossa tarkastettavien kohteiden muoto vaihtelee suuresti. Yleensä kattiloiden sekä kolonnien tarkastettavat kohteet ovat vierekkäin ja niitä käsitellään yhtenä yksikkönä. Tällöin lisätään vain yksi kuvapiste, mutta useampi mittari, joihin jokaisen yksittäisen tarkastuskohteen tulos voidaan merkitä. On myös yleistä, että samaan tilaan mahtuu useampi erillinen, jotka eivät ole kytköksissä toisiinsa. Tällöin pohjakuvaan lisätään useampi kuvapiste eri puolilta tarkastettavaa kohdetta, jotta tarkastuskohteet ovat selvästi erotettavissa VALTO360-järjestelmässä erillisinä virtuaalisina objekteina.

Lisää mittapiste -painike avaa ikkunan (kuva 19.), johon syötetään kyseisen mittapisteen nimi. Oletusnimenä on ”\*”. Mikäli mittapisteen nimeä halutaan jälkikäteen muuttaa tai mittapiste poistaa, mittapisteen asetuksiin (kuva 18) pääsee painamalla kynän kuvaa halutun mittapisteen kohdalta (kuva 17). Mikäli kuvapisteessä on mittapiste, kartalla oleva ikoni



muuttuu sen mukaisesti (kuva 20). Jos näkymässä on mittapiste, aktivoituu navigaatiönäkymässä Mittaustuloksetvalikko (kuva 21.) josta klikkaamalla saa mittaustulokset näkyviin ja voi lisätä mittaustuloksia.






<p>Mittapisteen nimi</p> <input type="text"/> <p>*</p> <p>Tallenna Poista mittapiste Peru</p>	<p>Kuva 19. Mittapisteen lisäysikkuna (VALTO360)</p>
	<p>Kuva 20. Kuvapiste, jossa sijaitsee mittapiste (VALTO360)</p>
	<p>Kuva 21. Aktivoitunut Mittaustulokset -painike</p>

## Infopiste

Infopiste on virtuaalinen objekti, joka soveltuu yleisen ja tärkeäksi koetun informaation keräämiseen. Se sisältää eräänlaisen tiedostokirjaston, johon voidaan tallentaa mikä tahansa tiedosto, esimerkiksi dokumentti tai kuva. Infopistettä voidaan hyödyntää myös työturvallisuuden huomioimisessa (engl. Health, Safety and Environment, HSE). Jo VALTO-projektin alussa huomasimme, että 360-kuvat antoivat katsojasta riippuen hyvin erilaisen kuvan. Otimme tämän huomioon kehitystyössä, minkä seurauksena annoimme infopisteelle enemmän ominaisuuksia. Sen ikonit noudattavat Työturvallisuusstandardin ISO 7010 määräyksiä. Infopistettä luodessa käyttäjä voi valita siihen soveltuvan ikonin. Jos infopiste on tarkoitettu vain tiedon keräämiseen, voi sen jättää oletusarvoiseen muotoonsa (kuva 22.).

Voit lisätä uuden infopisteen mille tahansa kuvapisteelle painamalla Lisää infopiste -painiketta (kuva 23.). Infopistettä lisättäessä tietoihin syötetään infopisteelle haluttu nimi, sekä lyhyt kuvaus sen käyttötarkoituksesta. Mikäli kyseessä on painelaitetarkastus, voidaan infopisteelle liittää painelaitetekirja (kuva 24.). Kun infopiste on luotu, se näkyy kuvapisteen asetuksien alla. Infopisteen ikonia voi muokata vastaamaan sen käyttötarkoitusta painamalla vasemmanpuoleista painiketta (kuva 25.). Avautuvasta ikkunasta (kuva 26.) voi valita infopisteen käyttötarkoitusta vastaavan ikonin. Tallentamisen jälkeen vaihdettu ikoni näkyy kuvapisteen asetuksissa sekä näkymien pohjakartoissa (kuva 27.).

Infopisteen kirjaukset saadaan näkyviin valitsemalla silmää muistuttava painike (kuva 28.). Tähän näkymään pääsee myös valitsemalla infopisteen näkymän kartan alla olevasta listasta. Lisätyt infopisteet tulevat automaattisesti näkyviin näkymän karttakuvan alle. Infopisteen kirjaukset -ikkunassa (kuva 29.) voidaan kynä -painikkeella muokata infopisteen asetuksia. Infopisteen huomioista poistutaan ruksilla. Infopisteelle lisätään tietoja ja tiedostoja painamalla plus -painiketta (kuva 30.). Mikäli kyseessä on vain lyhyt huomio, kuten ”Kaipaa siivousta” tai ”Oven avaus aiheuttaa hälytyksen”, voidaan infopisteen tietoihin vain lisätä otsikko. Jos infopiste kaipaa tarkempaa kuvausta, voidaan Lisää tekstikenttä painikkeella saada näkyviin kuvauskenttä (kuva 31.). Lisää tiedostokentän avulla käyttäjä voi lisätä infopisteelle minkä tahansa tiedoston omalta laitteeltaan. Yleisiä käyttötarkoituksia ovat 360-kuvissa sijaitsevien laitteiden käyttöohjeet, turvallisuustiedotteet tai työkohteen opasteita ja työohjeita. Omalla laitteella olevia tiedostoja pääsee selaamaan painamalla valitse tiedosto... -painiketta. Vanhat tai väärät tiedostot voi poistaa painamalla roskakori-ikonia (kuva 32.).

	Kuva 22. Oletusarvoinen infopisteen ikoni (VALTO360)
	Kuva 23. Lisää infopiste painike (VALTO360)
<div data-bbox="331 1205 1305 1800"> <p>Infopisteen nimi</p> <input type="text" value="*"/> <p>Infopisteen kuvaus</p> <input type="text"/> <p>Infopisteeseen liitetty kirja</p> <input type="text" value="Ei liitettyä kirjaa"/> <p> <input type="button" value="Lisää kirjatiedosto..."/> <input type="button" value="Poista kirja..."/> </p> <p> <input type="button" value="Tallenna"/> <input type="button" value="Poista infopiste"/> <input type="button" value="Peru"/> </p> </div>	
Kuva 24. Uuden infopisteen esitiedot (VALTO360)	
<div data-bbox="331 1921 1465 1995"> <span>Exit</span>    </div>	

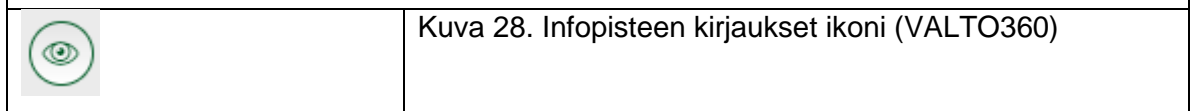
Kuva 25. Luodun infopisteen ulkoase kuvapisteen asetuksissa (VALTO360)



Kuva 26. Infopisteen ikonin vaihtamisen ikkuna (VALTO360)



Kuva 27. Infopisteen ikoni on vaihtunut (VALTO360)



Kuva 28. Infopisteen kirjaukset ikoni (VALTO360)



Kuva 29. Infopisteen huomioiden lisäämisen ikkuna (VALTO360)



Kuva 30. Infopiste kun plus painiketta on painettu (VALTO360)



Kuva 31. Infopisteen kuvauskenttä (VALTO360)



Kuva 32. Infopisteen tiedostokenttä (VALTO360)

### Mittaustulokset

Mittaustulokset -osiossa voit sekä tarkastella että lisätä mittaustuloksia. Tyhjänä Mittaustulokset -osiossa ei ole paljoa katsottavaa (kuva 33.). Mittaustulos lisätään painamalla lisää mittaustulos -painiketta. Avautuvassa ikkunassa (kuva 34.) voidaan valita mittauksen päivämäärä sekä itse tulos. Mitä enemmän mittaustuloksia lisätään, sen enemmän informaatiota saadaan irti mittaustulokset -osiosta.

Mittaustulokset -osio näyttää kymmenen uusinta mittaustulosta etusivullaan. Sen lisäksi se piirtää automaattisesti mittaustuloksista graafin. Esimerkkimittarista nähdään hyvin yleinen tilanne NDT-tarkastuksissa (kuva 35.). Teoreettista putkea on tarkasteltu monta kertaa ja sen sisällä kulkeva aine syövyttää putkea hiljalleen. Aikajana tässä tapauksessa ei ole todellinen ja yleensä kestää vuosia ennen kuin teollisessa käytössä olevissa laitteissa

huomataan merkittäviä korroosion merkkejä. Graafista saame selkeän kuvan siitä (kuva 36.), että teoreettisen putken paksuus jatkaa pientymistään, kunnes se saavuttaa tilan, jossa sitä ei ole enää turvallista käyttää. Tällöin putken osa, joka on kärsinyt korroosiosta, vaihdetaan, jolloin putken paksuus saadaan korjattua jälleen takaisin hyvälle tasolle. Seuraamalla mittaushistorian graafia voidaan ennustaa melko tarkasti, milloin NDT-tarkastuksien määrää on syytä tihentää sekä milloin on kannattavaa valmistella putken vaihtoon liittyviä operaatioita. Lisäämällä mittariin hälytysrajan, saa käyttäjä ilmoituksen laitoksen etusivulla, mikäli jokin mittaustulos alittaa hälytysrajan arvon. Koska tarkastuskohteita voi olla yhdellä tehdasalueella parista kymmenestä yli tuhanteen, on helppo päätellä, että yksittäisten mittareiden tarkastelu erikseen olisi hyvin paljon aikaa vievää. VALTO360 tuo tiedon nopeasti asiakkaan tietoon yksinkertaisen hälytyksen muodossa.

Mittalinjan tulokset

Mittari2

Pvm Paksuus(mm)

+ Lisää mittaustulos Näytä koko historia

Hälytysraja

Kuva 33. Tyhjä mittaustulokset -osio (VALTO360)

Pvm

27.11.2019

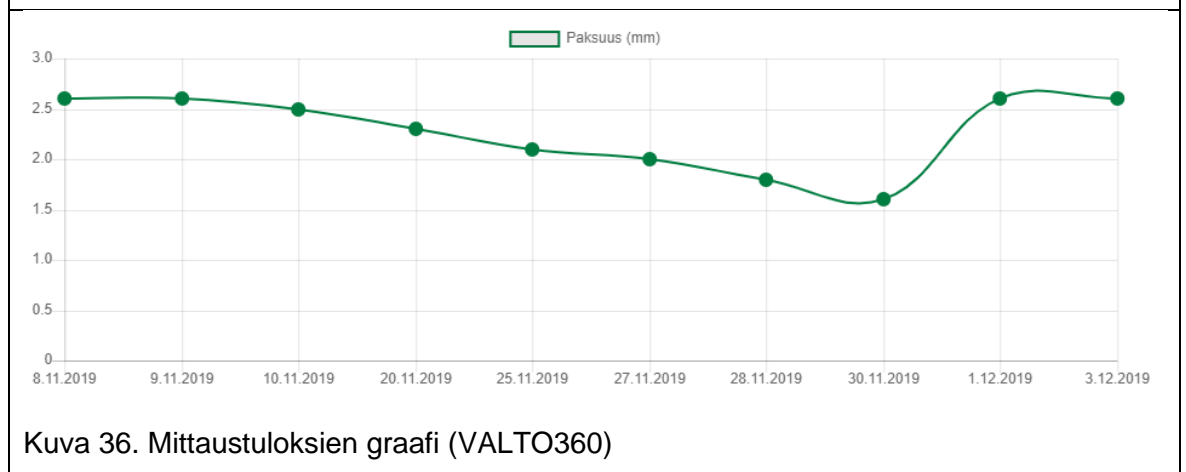
Paksuus (mm)

Tallenna Poista mittaustulos Peru

Kuva 34. Mittaustuloksen lisäys -ikkuna (VALTO360)

Pvm	Paksuus(mm)
3.12.2019	2,6
1.12.2019	2,6
30.11.2019	1,6
28.11.2019	1,8
27.11.2019	2
25.11.2019	2,1
20.11.2019	2,3
10.11.2019	2,5
9.11.2019	2,6
8.11.2019	2,6

Kuva 35. Mittaustuloksien taulukko (VALTO360)



Kuva 36. Mittaustuloksien graafi (VALTO360)

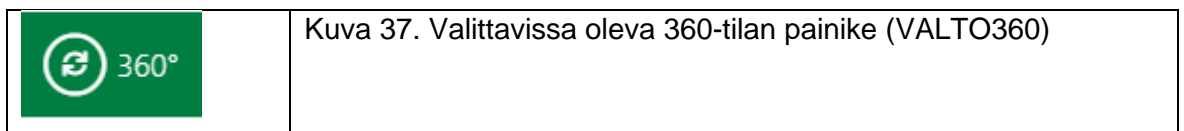
## Navigointi

Kun VALTO360-järjestelmässä siirytään 360-tilaan (kuva 37.), asetettu 360-kuva tulee näkyviin. Tällöin käytetyn laitteen mukaan voidaan osoittimella tai sormella liikkua näkyvässä ja katsella kuvattua tilaa. Mikäli kuvapisteeseen on lisätty mittauspisteitä (kuva 38.) tai infopisteitä (kuva 39.) näet myös niiden ikonit virtuaalisessa ympäristössä. Kuvapistteestä toiseen siirtyminen tapahtuu navigaationuolten avulla.

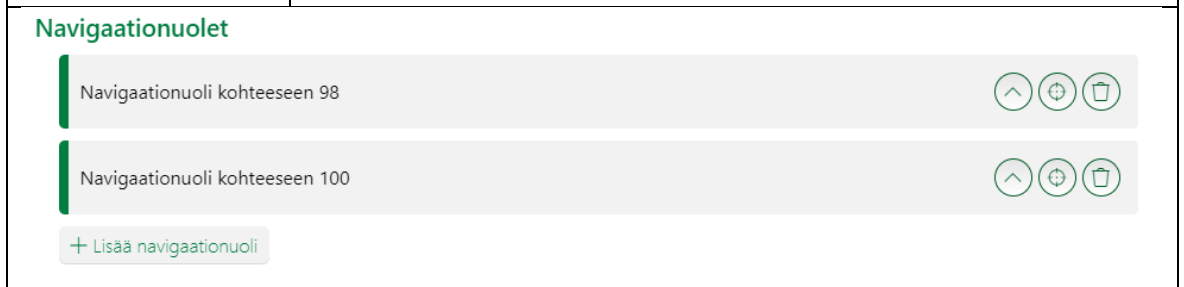
Kun VALTO360-järjestelmään lisätään kuvapiste, lisää järjestelmä automaattisesti edelliseen kuvapisteeseen osoittavan navigointinuolen. Tämä helpottaa suuresti näkymien liisäämistä järjestelmään. Toisin sanoen, kuvapistteet merkitään karttaan järjestyksessä, jolloin navigointinuolet luodaan automaattisesti kaikkiin näkymän kuvapistteisiin. Navigointinuolet eivät tiedä automaattisesti missä suunnassa virtuaalisessa ympäristössä seuraava kuvapiste on. Navigointinuolet tulee siirtää käsin luonteviin sijainteihin 360-kuvassa.

Navigointinuolia hallitaan Kuvapisteen asetukset (kuva 15.) - Avautuvan paneelin navigointinuolet-osiosta löytyvät kaikki kuvapisteessä olevat navigointinuolet (kuva 38.). Mikäli navigointinuolia tarvitaan useampi, voidaan niitä lisätä Lisää navigointinuolet -painikkeesta. Navigointinuolet ulkoasua voi muuttaa kuvan 39. vasemmanpuoleisesta painikkeesta. Navigointipainikkeen ulkoasulla ohjataan visuaalisesti käyttäjää seuraavaan kuvapisteeseen. Jos seuraava kuvapiste sijaitsee vaikeasti saavutettavassa paikassa, voidaan navigointinuolet ulkoasulla antaa käyttäjälle visuaalisia vihjeitä, kun hän etenee näkymässä. Tämä auttaa käyttäjää hahmottamaan fyysistä tilaa virtuaalisen maailman avulla.

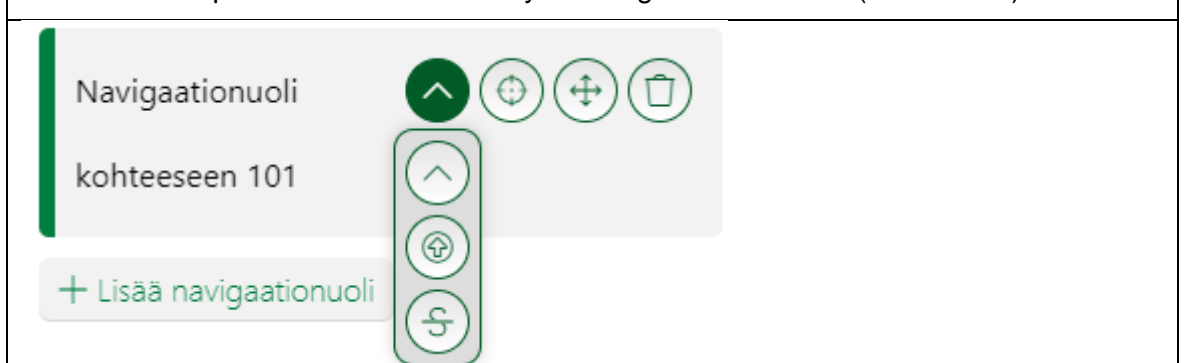
Mikäli automaattisesti linkittyneiden kuvapisteen reitti ei ole haluttu, voidaan navigointinuolet kohdetta muuttaa tähtäin -painikkeesta. Avautuvasta näkymästä (kuva 40.) valitaan kuvapiste, johon navigointinuolet ohjaa. Roskakori -painike (kuva 38.) luonnollisesti poistaa navigointinuolet. Navigointinuolet siirtäminen virtuaalisessa ympäristössä tapahtuu 360-kuva tilassa. Navigaationuolta siirretään Ohjaus -painikkeella (kuva 41.) kuvapisteen asetuksista, jonne pääsee avaamalla kuvapisteen ja siirtymällä 360-tilaan (kuva 37). Kun navigointinuolet on valittuna, ilmestyy sen ympärille huomioväri. Kuvapisteissä, joissa on useampi navigointinuolet voi käyttäjälle olla vaikea tunnistaa minkä niminen muokattavana oleva navigointinuolet on. Kun navigointinuolet on valittuna, navigaationuolen sijainnin saa vaihdettua haluttuun kohtaan 360-kuvassa klikkaamalla tai napauttamalla.



Kuva 37. Valittavissa oleva 360-tilan painike (VALTO360)



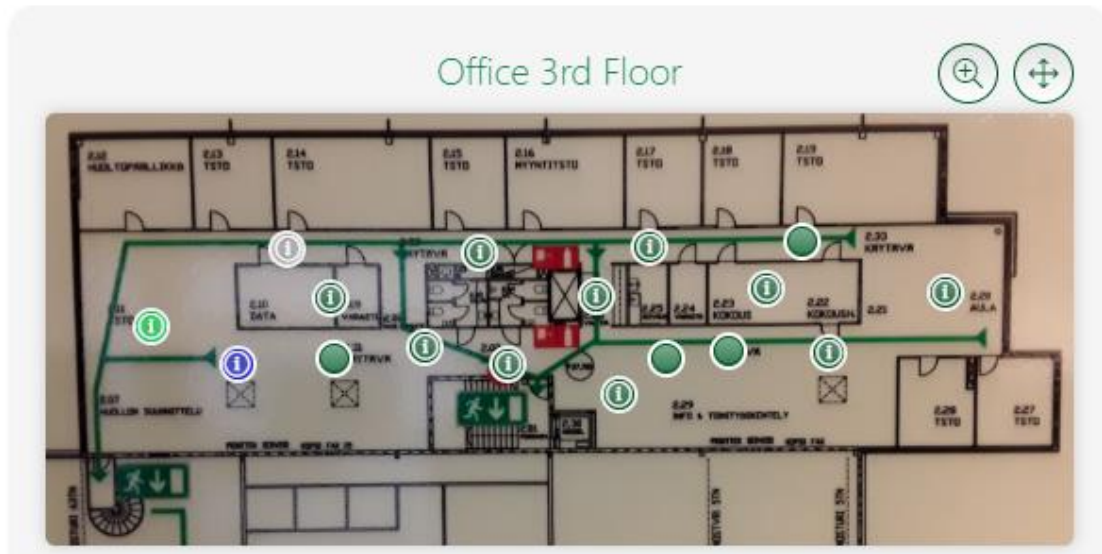
Kuva 38. Kuvapisteen asetuksissa näkyvä Navigointinuolet osio (VALTO360)



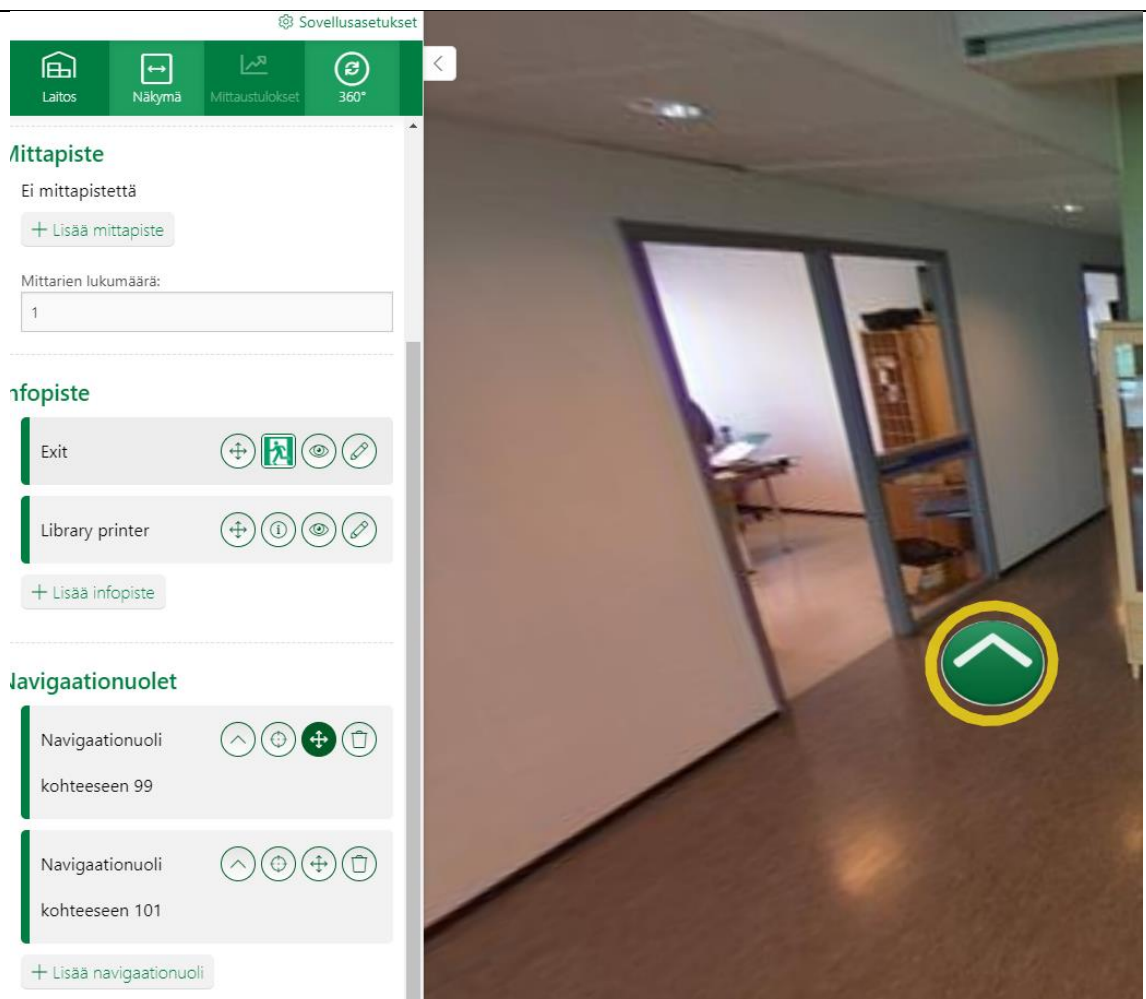
Kuva 39. Navigointinuolet ulkoasun valikko (VALTO360)

## Valitse kohde

- Nykyinen kohde
- Aloituspiste
- Mahdollinen kohde
- Navigaationuoli on jo olemassa
- Ei 360-kuvaa johon linkittää



Kuva 40. Navigointinuolen kohteen valinta (VALTO360)



Kuva 41. Valittuna oleva navigointinuoli (VALTO360)