

Pyry Ukkonen

TEOLLINEN INTERNET JA LISÄTTY
TODELLISUUS: MAHDOLLISUUDET JA
NÄKYMÄT LAIVATEKNIKASSA

Opinnäytetyö
Merenkulkualan insinööri

2017



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Tekijä/Tekijät Pyry Ukkonen	Tutkinto Merenkulkualan in- sinööri	Aika Toukokuu 2017
Opinnäytetyön nimi Teollinen internet ja lisätty todellisuus: mahdollisuudet ja nä- kymät laivatekniikassa		49 sivua 4 liitesivua
Toimeksiantaja		
Kuljetus-Savolainen Oy		
Ohjaaja		
Lehtori Kalle Suoniemi		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyö käsittelee teollisen internetin ja lisätyn todellisuuden mahdollisuuksia tulevaisuuden laivatekniikassa. Tarkoituksena on saada käsitys ja kokonaiskuva teollisen internetin sekä eri todellisuuden tasojen mahdollisuuksista ja olemassa olevista sovellutuksista, joita laivatekniikassa olisi mahdollista hyödyntää.</p> <p>Opinnäytetyön tutkimusmenetelmä on laadullinen. Tyypiltään se on soveltava kokoomatutkimus, jossa on hyödynnetty paljon internetlähteitä. Aiheen kehittyvän luonteen vuoksi opinnäytetyöhön suoraan soveltuvan kirjallisen materiaalin ja tutkimusaineiston määrä on melko pieni. Tämän vuoksi jouduttiin usein tukeutumaan esimerkiksi alan yritysten internetsivuihin ja muihin soveltuviin lähteisiin.</p> <p>Teoreettinen viitekehys muodostuu aiheeseen liittyvien käsitteiden, tutkimuksen ja muun löydetyn aineiston käsittelystä. Teollisen internetin, esineiden internetin, massadatan, tekoälyn, älykkäiden sensoreiden ja todellisuuden eri tasojen käsitteitä avataan ja selvennetään.</p> <p>Opinnäytetyössä on esitelty kirjoittajan omia näkemyksiä tulevaisuuden konevalvonnasta. Lisäksi esitellään näkemyksiä teollisen internetin, etävalvonnan ja eri todellisuuksien tasojen soveltamisesta laivatekniikkaan. Lisäksi opinnäytetyössä käsitellään teknologioiden aiheuttamia mahdollisia haasteita sekä teknisessä että käyttäjälähtöisessä katsantokannassa.</p> <p>Opinnäytetyössä todettiin, että teollinen internet ja mahdollisesti lähitulevaisuudessa lisätty todellisuus tulevat muuttamaan konehuonetyöskentelyä merkittävästi. Teollinen internet ja tekoäly tulevat vaikuttamaan etenkin kunnossapitoon ja käytönaikaiseen valvontaan. Jo nykyisellään on olemassa tekniikkaa, jolla voitaisiin toteuttaa virtuaalitodellisuuden etävalvonta tai lisätyn todellisuuden huoltotuki ja koneiston valvonta. Muutoksen aikavälit ja kehityksen nopeuden arvioinnit ovat haastavia, johtuen alan hitaasta luonteesta reagoida muutoksiin. Erityisesti kansainväliseltä merenkulkujärjestöltä ja luokituslaitoksilta odotetaan reagointia uusiin teknologioihin.</p>		
<p>Asiasanat Teollinen internet, digitalisaatio, lisätty todellisuus, IoT, esineiden internet, tekoäly</p>		

Author (authors)	Degree	Time
Pyry Ukkonen	Bachelor of Engineering	May 2017
Thesis Title Industrial Internet and Augmented Reality: Possibilities and Visions in Marine Technology		49 pages 4 pages of appendices
Commissioned by Kuljetus-Savolainen Oy		
Supervisor Kalle Suoniemi, Lecturer		
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this bachelor's thesis is to examine how the industrial internet and augmented reality could be integrated into future marine technology specialised in engine room controlling and monitoring. One of the objects is to evaluate and quantify new possibilities with these new and exciting technologies.</p> <p>The research method is qualitative. The thesis is a literature review and survey that utilises several internet sources. The subject of the thesis is very modern and therefore literature based sources are limited. Internet pages of many companies are utilised among other sources.</p> <p>The theoretical framework consists of different application concepts of industrial internet, internet of things, big data, artificial intelligence, smart sensors, augmented reality, virtual reality and mixed reality. These concepts are defined and determined in the scope of maritime technology.</p> <p>This thesis includes the writer's visions of future technologies of engine room controlling and monitoring. Also, applying of new technologies such as the industrial internet, remote monitoring and different level of realities are explained. The challenges of future technologies are also described.</p> <p>The result of this thesis indicates a strong influence of new technologies on the maritime technology. Soon, the described technologies will be changing the whole industrial area of shipping. There already exist several technological methods and ways which will be utilised by many of the technologies described in the thesis. The ways of working will be changed dramatically, but the velocity of reformation is very challenging to predict. A reaction from the International Maritime Organisation and classification societies to new technologies are also expected.</p>		
<p>Keywords</p> <p>Industrial Internet, digitalization, augmented reality, IoT, artificial intelligence</p>		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	TUTKIMUSONGELMA	9
3	INTERNETIN UUDET ULOTTUVUUDET	9
3.1	Esineiden internet.....	11
3.2	Teollinen internet	11
3.2.1	Esimerkkejä teollisen internetin sovellutuksista.....	13
3.3	Pilvipalvelut, Big Data, analysointi ja tekoäly	16
3.4	Älykkäät sensorit.....	17
4	TODELLISUUDEN ERI TASOT.....	18
4.1	Lisätty todellisuus	20
4.1.1	Esimerkkejä lisätyn todellisuuden sovellutuksista	23
4.2	Virtuaalinen todellisuus.....	24
4.3	Sekoitettu todellisuus.....	25
4.3.1	Esimerkkejä sekoitetun todellisuuden sovellutuksista	26
5	TULEVAISUUDEN SOVELLUKSIA LAIVATEKNIKASSA	27
5.1	Lisätyn todellisuuden mahdollisuudet konevalvonnassa.....	27
5.2	Virtuaalisen todellisuuden mahdollisuudet etävalvonnassa	31
5.3	Teollinen internet laivatekniikassa	32
5.4	Tekoälyn mahdollisuudet koneosastolla	32
5.5	Esineiden internet laivaympäristössä.....	33
6	HAASTEET JA RAJOITTEET.....	34
6.1	Tiedonsiirto ja tietoturva.....	34
6.2	Teknologiset haasteet.....	35
6.3	Haasteet henkilöstölle ja koulutukselle	35
7	TULEVAISUUDEN VISIO	37
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	40
9	LOPUKSI.....	41
	LÄHTEET.....	43

LIITTEET

Liite 1. Taulukko lisätyn todellisuuden laitteista

Liite 2. Kuvaluettelo

KÄYTETTYJÄ LYHENTEITÄ

AR	Augmented reality, lisätty todellisuus
HMD	Head Mounted Display, päähän kiinnitettävä näyttölaite
HUD	Heads-Up Display, heijastusnäyttö
IoE	Internet of Everything, kaiken internet
IoT	Internet of Things, esineiden internet
IIoT	Industrial Internet of Things, teollinen internet
IMO	International Maritime Organisation
IT	Industrial Internet, teollinen internet
MR	Mixed Reality, sekoitettu todellisuus
VC	Virtual Continuum, virtuaalinen jatkumo
VR	Virtual Reality, virtuaalinen todellisuus
WSN	Wireless Sensor Network, langaton sensoriverkko

1 JOHDANTO

Esineiden internet, teollinen internet, digitalisaatio ja lisätty todellisuus ovat tänä päivänä ajankohtainen aihe monen yrityksen, teollisen toimijan ja kuluttajan tietoisuudessa. Digitalisaatio nähdään sekä uhkana että suurena mahdollisuutena. Käsitteet ja sisältö ovat varmasti monelle vielä avoimia, vailla konkretiaa tai sitä, mihin uusia mahdollisuuksia voi todella soveltaa. Monet kuluttajat saattavat olla hämmentyneinä uuden internetiin yhdistetyn kodinkoneen edessä. Yhtä lailla hämmennys vallitsee vielä monessa yrityksessä teollisuuden, tuotannon, logistiikan tai vaikkapa merenkulun alalla.

Monella teollisuuden alalla teollinen internet on lyömässä itseään todella läpi. Tällaisia esimerkkejä löytyy niin hyödykkeitä tuottavasta teollisuudesta, energian tuotannosta kuin jakelusta, kaivosteollisuudesta ja maataloudesta. Merenkulun alalla suurta mielenkiintoa herättää koko laivaliikenteen automatisointi itsenäisesti operoiviin aluksiin. Se vaatii pitkälle vietyä teollisen internetin ja lisätyn todellisuuden kehittämistä. Laivatekniikan puolella muun muassa Wärtsilä on kehittänyt etävalvontaa ja –hallintaa lukuisille aluksille. Se on yksi suuri askel teollisen internetin hyödyntämisessä laivatekniikan alalla.

Teollisen internetin todelliset hyödyt saadaan esille vasta, kun sensoreiden mittausdata kerätään ja analysoidaan. Pelkällä mittaamisella tai mittareiden seuraamisella ei saavuteta sitä arvoa, mikä on koko teollisen tai esineiden internetin idea. Dataa kertyy lyhyessäkin ajassa huomattavia määriä ja sen luotettava analysointi on tärkeässä asemassa. Monet alan yritykset kehittävät algoritmeja tai tekoälyä datan analysointiin. Tällä saadaan lisäarvoa asiakkaan tai loppukäyttäjän avuksi. Myös datan tai saatujen tulosten sujuva visuaalinen esittäminen on merkittävässä asemassa. Usein käyttäjäkokemus ratkaisee, kuinka hyvin sovellus pärjää markkinoilla.

Teollisen internetin ja verkkoon kytkettyjen sensoreiden avulla laitteista, koneista tai esineistä voidaan tehdä puhuvia. Esimerkiksi laite voi ilmoittaa väärähtelyyn perustuvan sensorin kautta huollon tarpeesta suoraan huoltojärjestelmään, huoltohenkilön älylaitteeseen tai vaikkapa lisätyn todellisuuden näytölle. Edelleen laitteet osaavat tilata omat varaosansa automaattisesti huollon tarpeen mukaan. Mikä tahansa esine tai laite voi kertoa omista olosuhteistaan

tai niiden muutoksista riippuen millaiset sensorit siihen on asennettu. Erityisesti muutokset tai poikkeamat ovat kiinnostavia. Niiden arviointiin tai esille tuomiseen käytetään tai tullaan käyttämään analytiikkaa, algoritmeja ja tekoälyä. Varsinainen koneiden valvonta ja seuranta tulee tulevaisuudessa tapahtumaan teknologian avulla. Ihmisten pitää reagoida vain poikkeamiin.

Tässä opinnäytetyössä pyritään löytämään uusia mielenkiintoisia näkemyksiä teollisen internetin maailmasta sekä visioidaan uusia lisätyn todellisuuden mahdollisuuksia sovellettuna laivatekniikkaan, kuitenkin pääpainon ollessa laivan konehuoneessa.

Aluksi opinnäytetyössä selvitetään käsitteitä ja tarkennetaan määritelmiä teoreettisen viitekehyksen puitteissa. Tarkoituksena on selvittää ja taustoittaa mikä on teollisen internetin varsinainen sisältö. Samoin taustoitetaan erityisesti lisätyn todellisuuden käsitettä. Asioita taustoitetaan ja haetaan perusteluja, miksi teollisen internetin ja lisätyn todellisuuden visiot voivat olla mahdollisia jo lähitulevaisuudessa. Lisäksi esitellään toteutettuja esimerkkejä teollisen internetin uusista sovelluksista. Aiheen varsinaisessa käsittelyssä esitellään kirjoittajan omia ja uusia näkymiä laivatekniikkaan liittyen ja perustellaan niiden toteuttamisen mahdollisuutta. Keskeisessä roolissa on kahden uuden teknologian, teollisen internetin ja lisätyn todellisuuden, yhdistäminen yhdeksi uudeksi teknologian sovellutukseksi. Varsinaisia suoria sovelluksia tai teknisiä ratkaisuja ei kuitenkaan esitellä, vaan uudet teknologian sovellutukset visioidaan ja perustellaan.

Tässä opinnäytetyössä ei käsitellä tietoturvaan tai tiedonsiirtoon liittyviä haasteita. Niiden olemassaolo tunnustetaan ja nähdään varsin suuriksi haasteiksi. Lisäksi sensortechnologia jätetään hyvin vähälle käsittelylle. Myöskään aiheeseen liittyviä taloudellisia kysymyksiä ei käsitellä. Opinnäytetyön aiheen rajaamiseksi monia mielenkiintoisia kysymyksiä ja spekulatiota on jouduttu karsimaan. Itsenäisesti operoivat laivat ja niihin liittyvä tekniikka sivuavat opinnäytetyön aihetta, mutta itsenäisesti operoitavia aluksia ei tässä kuitenkaan käsitellä aiheen rajaamisen vuoksi. Merenkulun digitalisaatiosta on tehty aiempi opinnäytetyö (Lindholm 2016), jossa esimerkiksi tietoturvaan, tietoliikenneyhteyksiin ja standardointiin liittyviä asioita ja haasteita on käsitelty varsin kattavasti.

Opinnäytetyö on tutkimusotteeltaan laadullinen ja taustoittava tutkimus. Opinnäytetyö on myös luonteeltaan ennustava ja tulevaisuutta kartoittava. Oleellisen materiaalin ja lähteiden löytäminen ja ajankohtaisimman tiedon hakeminen toivat työhön omat haasteensa.

2 TUTKIMUSONGELMA

Opinnäytetyön tarkoituksena on saada selville, voidaanko olemassa olevaa teollisen internetin ja lisätyn todellisuuden tekniikkaa hyödyntää laivan koneistojen valvonnassa kirjoittajan ideoimassa muodossa. Luvussa viisi esitellään kirjoittajan omia ideoita, joiden toteuttamiskelpoisuuteen haetaan todistusta niin kirjallisuuden kuin internetlähteiden avulla.

Lähteinä on käytetty alan uusinta suomenkielistä kirjallisuutta, useita internetlähteitä, eri yritysten internetsivuja sekä jonkin verran tieteelliseksi luettavaa tutkimusta. Hyvänä taustoittavana materiaalina opinnäytetyön prosessissa ovat olleet etenkin lisätyn todellisuuden osalta aiheeseen liittyvät videot, joita monet alan yritykset tuottavat esimerkiksi Youtube-palveluun tai omille kotisivuilleen. Aihe on hyvin uusi ja koko ajan elävä, joten varsinaista alan kirjallisuutta ei ole vielä paljon tehty.

Opinnäytetyön tutkimusote on laadullinen ja aineistolähtöinen. Laadullisessa tutkimuksessa lähteiden ja aineiston rajaaminen sekä eettinen hyödyntäminen ovat tärkeässä roolissa (Tuomivaara 2005).

3 INTERNETIN UUDET ULOTTUVUUDET

Internet on kokenut ja tulee edelleen kokemaan suuren murroksen teollisen ja esineiden internetin myötä. Analyysiyhtiö ABIresearch on esittänyt, että internetiin kytkeytyneiden laitteiden määrä oli 16 miljardia vuonna 2014 ja tulee kasvamaan jopa 40,9 miljardiin laitteeseen vuoteen 2020 mennessä (ABIresearch 2014). Yhtiön arvion mukaan suurin kasvu tullaan kokemaan internetiin kytkeytyvien sensoreiden osalta.

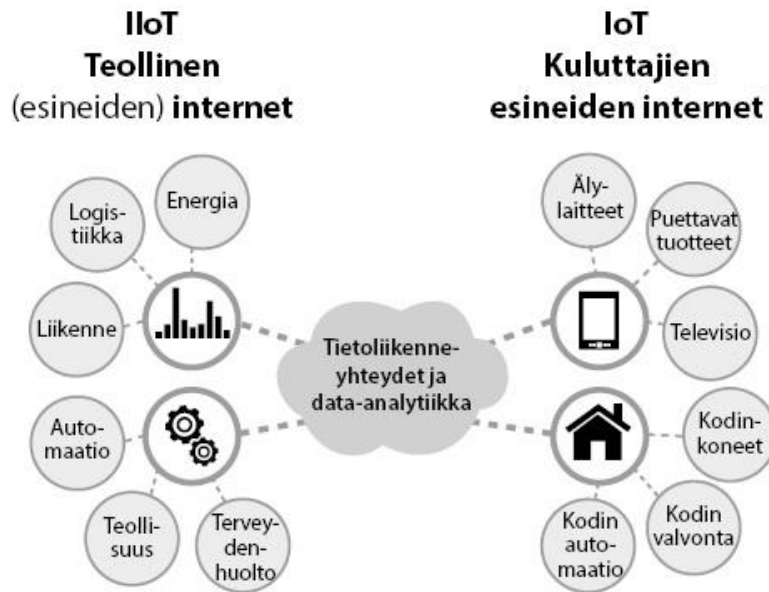
Esineiden internetin taloudellisen potentiaalin merkityksestä on esitetty arvio, että se tulisi olemaan luokkaa 3,9 – 11,1 biljoonaa dollaria vuonna 2025 (McKinsey 2015, 1-7). McKinseyn ennusteen mukaan rahallisesti suurinta kasvu tulisi olemaan teollisuudessa, painottuen tuottavaan tehdasteollisuuteen.

Esineiden internetin idean esitti ensi kerran Kevin Ashton vuonna 1999 (Ashton 2009). Hän tarkoittaa termillä kaikkia mahdollisia esineitä, jotka voivat saada yksilöllisen, tunnistettavan ja virtuaalisen, internetin kaltaisen identiteetin. Ashtonin mukaan tällaiset esineet voivat olla esimerkiksi rakennuksia, autoja, lentokoneita, mitä tahansa tavaroita tai jopa eläimiä tai ihmisiä tai näiden osia. Keskeinen osa Ashtonin sanomaa on se, että esineiden tai fyysisen internetin maailmassa verkkoon liitetyt sensorit ja tietokoneet aistivat maailmaa itsenäisesti, ilman ihmisen apua.

Termien teollinen internet, esineiden internet tai fyysinen internet merkityksestä on käyty keskustelua sekä yritetty tehdä rajauksia mitä niillä tarkoitetaan. Kaikki termit ovat pääosin hyvin lähellä toisiaan. Englannin kielessä teollinen internet esitetään usein termillä Industrial Internet tai IIoT eli Industrial Internet of Things. Enemmän kuluttajille suunnattu termi, esineiden internet on englannin kielessä IoT eli Internet of Things. (Collin & Saarelainen 2016, 25.)

Lisäksi termit M2M eli Machine-to-Machine Communication ja IoE eli Internet of Everything sekoittavat ihmisten mieliä keskustelussa. Edellä mainittu termi M2M tarkoittaa suoraa koneiden välistä viestintää ja IoE taas vapaasti käännettynä ”kaiken internetiä.” (Collin & Saarelainen 2016, 26.) Jonkin verran esiintyy myös termiä fyysinen internet eli Physical Web tai Physical Internet. Fyysinen internet on enemmänkin käsite tai teknologia, jonka tarkoituksena on saattaa älylaitteet ja ihmiset yhteen (Google 2017).

Sekä esineiden internetissä että teollisessa internetissä on sama pohja-ajatus: fyysisten asioiden saattaminen verkkoon, tiedon kerääminen, tiedon analysointi ja siitä hyötyminen, kuten kuvassa 1 on asiaa selvitetty.



Kuva 1. Esineiden internetin jakautuminen kuluttajien ja teollisuuden maailmaan. (Collin & Saarelainen 2016)

Yhteinen nimittäjä sekä kuluttajien että teollisuuden internetille on kaiken internet, englanniksi Internet of Everything (IoE). Kaiken internet on ikään kuin kaiken kattava termi koko suurelle kuvalle esineiden internetistä. (ABIresearch 2017.) Kuvan 1 voisi kiertää ympyrällä, jonka nimi olisi kaiken internet (IoE).

3.1 Esineiden internet

Esineiden internet eli Internet of Things (IoT) on enemmän kuluttajille suunnattu osa uutta internetin kehitystä. Se tarkoittaa esimerkiksi kodinkoneen, kodin valaistuksen tai minkä tahansa laitteen kytkemistä internetiin (Collin & Saarelainen 2016, 26). Se mahdollistaa esimerkiksi laitteen tai vaikka kodin toimintojen seuranta ja ohjausta internetin välityksellä, omalla päätelaitteella. Toimintoja voidaan ohjata erilaisilla laitteilla tai käyttöliittymillä, joita voi olla älypuhelimien sovellus, web-käyttöliittymä tai hallintapaneeli kotona. Jokaisella esineellä on oma osoitteensa tai tunniste, joka voi olla IP-osoite tai laitteen fyysinen MAC-osoite.

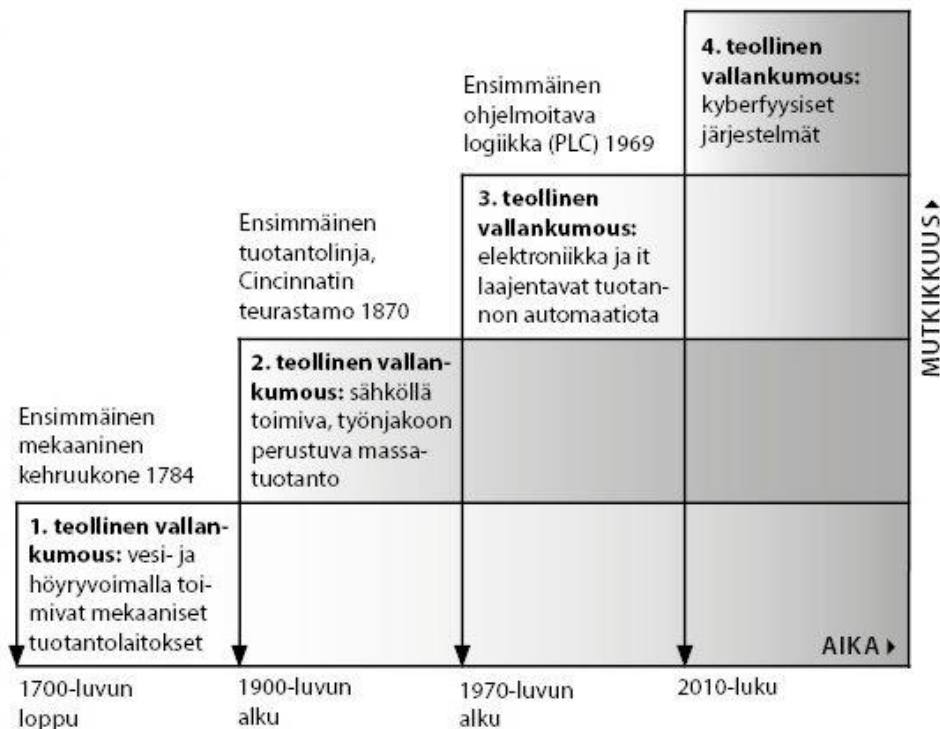
3.2 Teollinen internet

Teollisen internetin käsitteen esitti ensimmäisen kerran konsultti- ja analytiikkoyhtiö Frost & Sullivan vuonna 2000 (Collin & Saarelainen 2016). Tuolloin mahdollisuudet teollisen internetin toteuttamiseen ovat olleet heikommat mitä

nykyään. Myös useat suomalaiset teollisuuden suuret yritykset ovat astuneet rohkeasti teollisen internetin maailmaan. Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen raportissa teollisesta internetistä povataan kovaa kasvun näkymää suomalaisille yrityksille, ja koko Suomen kilpailukyvyllä (Juhanko ym. 2015, 8, 27). Suomessa on korkea teknologian osaamisen taso, joka osaltaan antaa etumatkaa moneen muuhun maahan verrattuna. Collinin ja Saarelaisen näkemysten mukaan teolliseen internetiin pitäisi lähteä juuri nyt mukaan, sillä silloin kun asiakas kysyy yritykseltä teollisen internetin mahdollisuuksista tai sovelluksista yrityksen lopputuotteen hyödyntämisessä, on myöhäistä sanoa, että sellainen ratkaisu on tulossa (Collin & Saarelainen 2016).

Suomalaisista meriklusterin yrityksistä Wärtsilä on vuonna 2012 esitellyt hankkeen nimellä Marine IoT (Saarikangas 2012). Siinä visiona on ollut digitalisaation ja teollisen internetin hyödyntäminen moottoreiden käytön optimointiin, ennakoivan huoltoon ja etäneuvontaan. Nykyään edellä kerrotut visiot ovat totta ja käytössä (Wärtsilä 2017a).

Teollisen internetin on ennustettu olevan seuraava suuri teollinen vallankumous (kuva 2). Siitä puhutaan neljantenä teollisena vallankumouksena (Collin & Saarelainen 2016). Saksassa teollinen internet kulkee nimellä Industrie 4.0 ja se on osa hallituksen strategista ohjelmaa (GTAI 2017).



Kuva 2. Teollisten vallankumousten aikakaudet. (Collin & Saarelainen 2016, 33)

Neljäs teollinen vallankumous on mahdollista tietoverkottuneen talouden ja älykkäiden laitteiden yhdistelmällä, joita ohjaavat älykkäät yhdistyneet teknologiset ratkaisut. Neljäs teollinen vallankumous tai Industrie 4.0 ei koske pelkästään tuottavan teollisuuden automaation aloja vaan myös muita ketjuun kuuluvia toimialoja kuten materiaalien hankintaa, toimitusketjua ja varastointia sekä jakelua. Keskiössä on kuitenkin IoT tai teollinen internet, jonka avulla uudet mahdollisuudet voidaan toteuttaa. (IEC 2015, 24 - 25.)

3.2.1 Esimerkkejä teollisen internetin sovellutuksista

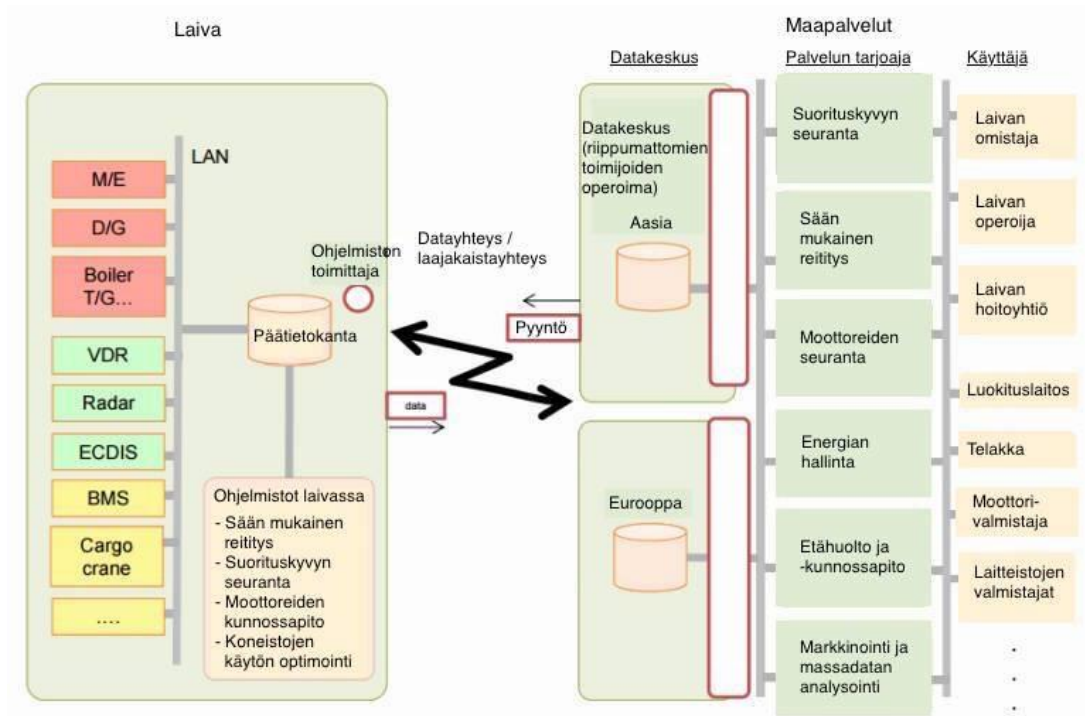
Merenkulun alalta löytyy jo joitakin esimerkkejä teollisen internetin hyödyntämisestä. Norjassa, tiheästi liikennöidyssä Oslon vuonossa kulkevat lautta-alukset ovat vuorovaikutuksessa toistensa kanssa eräänlaisen reititysohjelman kautta. Alukset, joilla on kyseinen ohjelma, tekevät reittisuunnitelman ja näkevät ruudullaan jokaisen toisen aluksen reitin. Aluksen omaa reittiä voi muuttaa kesken matkan, ja toiset näkevät päätelaitteeltaan välittömästi toisen aluksen reitin muutokset (Blackduck 2015). Tällainen sovellus vähentää riskiä epävarmuustilanteille, joita tapahtuu, kun aluksen operaattorit keskustelevat reittivalinnoista radiopuhelimitse. Artikkelin mukaan sovelluksen avulla on säästetty vuodessa jopa 15 % polttoainetta. Sovelluksen kehittänyt yritys, Marsec, on keskittynyt lähes pääosin merenkulkuun suunnattujen teollisen internetin sovellusten kehittämiseen. (Blackduck 2015.)

Kemppi on suomalainen hitsauskoneiden valmistaja. He ovat ottaneet teollisen internetin hyödyntämisen innovatiivisella tavalla käyttöön. Tietynmalliset hitsauskoneet on kytketty internetiin ja edelleen Kempin palveluun nimeltä ArcSystem. Hitsaajan aloittaessa työnsä pitää hänen hyväksyttää koneella hitsauspätevyys ja -luokka sekä työkohde. Ilman kelpoisuutta kone ei anna tehdä työtä. Kelpoisuus tarkastetaan Kempin palvelusta. Kaikki työnaikaiset hitsausparametrit tallentuvat ArcSystem-pilvipalveluun. Analyysivaiheessa verrataan hitsausparametreja ja tietokannan työohjeita. Analysointi paljastaa suoraan hitsauksen virheet tai antaa mahdollisesti muita hälytyksiä. Kaikesta tästä saadaan suoraan laadittua hitsauspöytäkirjat ja dokumentoinnit. Aiemmassa työtavassa piti jokainen hitsauskohde kiertää erikseen dokumentoimassa kynän ja perin kanssa ja edelleen viedä rekisteriin. Uuden teknologian

mahdollistamalla tavalla on saavutettu merkittäviä säästöjä sekä ajallisesti että taloudellisesti. (Collin & Saarelainen 2016, 67 - 68.)

Kongsberg on kehittänyt ja julkaissut vuonna 2017 teollisen internetin kehitysalustan nimeltä Kognifai. Se soveltuu monelle teollisuuden alalla ja myös merenkulun käyttöön. Se on tekoälyyn ja datan keräämiseen perustuva pilvipohjainen ohjelmistoalusta ja -tuote, johon voi hankkia erilaisia lisäosia tarpeen mukaan. Ohjelma-alustassa yhdistyy IT-teknologia OT-teknologia (OT, Operational Technology). Kognifai on avoin alusta, jolloin siihen liittyvien ohjelmistojen kehittämiseen voi osallistua eri tahot, kuten itse toimialan operoijat, heidän asiakkaansa tai vaikkapa tavaran toimittajat. (Kongsberg 2017.)

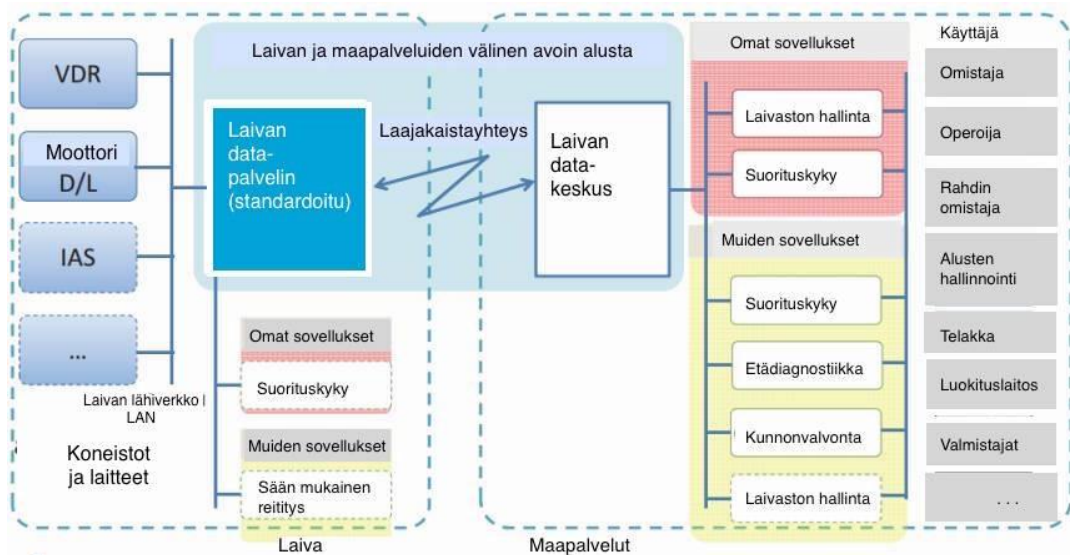
Japanissa on meneillään projekti, joka on teollisen internetin kaltainen sovellutus merenkulkuun. Projekti kulkee nimellä Smart Ship Application Platform Project (SSAP Project). Siinä on tarkoituksena tehdä erilaisten sovellusten avulla laivan navigoinnista, kulusta, huollosta, koneiden käytöstä, käytön tehokkuudesta ja etänä tapahtuvasta huollosta entistä älykkäämpää ja tehokkaampaa. Tärkeänä osana on nimenomaan datan analysointi ja yhdistely. Järjestelmä perustuu laivassa olevaan päätietokantaan ja maissa olevaan datakeskukseen, joihin dataa kerätään sovellusten hyödynnettäväksi (kuva 3). Tietoja voidaan siirtää erillisen suojatun datakeskuksen ja muiden toimijoiden välillä, josta ne ovat käytettävissä esimerkiksi koneiden käytön optimoimiseksi tai etäkunnossapidon suorittamiseksi. (Ando 2014.)



Kuva 3. Laivan ja muiden toimijoiden rajapintojen havainnollistaminen SSAP-projektissa. (Muokattu lähteestä Ando 2014)

Edellä kuvatussa projektissa on sovellettu joitain standardeja tietoliikenteen osalta. Esimerkiksi käytössä olevista standardeista mainitaan projektiin sovelletun IEC 61162-450 ja ISO 16425 -verkkoliikenteen standardeja. Projektissa on tehty testejä erilaisilla aluksilla vuosien 2014 – 2015 välisenä aikana. (Ando 2014.)

Mielenkiintoinen SSAP on saanut edelleen jatkoa, ja sitä on viety teollisen internetin tai IoT-maailman suuntaan yhä enemmän. Projektissa on tarkoitus tehdä parannuksia nimenomaan tietoliikenteen turvallisuuteen ja standardointiin. Idean suuri kuva ei tule muuttumaan kovinkaan paljon (kuva 4).



Kuva 4. Aluksen ja muiden toimijoiden vuorovaikutus SSAP2-projektin mukaan. (Muokattu lähteestä Ando 2016)

Aluksen dataan on mahdollista päästä käsiksi erityisen laivan datakeskus -portaalin kautta, jota voi sovitusti hyödyntää erilaiset toimijat, kuten koneistojen valmistajat. Osa datasta hyödynnetään laivassa, kuten aikaisemmassa projektin kuvauksessa kerrottiin. Projektin mukaan datakeskus pitäisi olla käytössä jo tänä vuonna. (Ando 2016.)

3.3 Pilvipalvelut, Big Data, analysointi ja tekoäly

Teollisen internetin keskiössä on kattavat pilvipalvelut, joihin valtavat määrät dataa tallennetaan analysointia varten. Ilman datan tallentamista sitä ei voi analysoida, eikä siitä voida muodostaa muutoksen ilmaisevia trendejä. Nykyiset, erityisesti laivoissa käytettävät valvontajärjestelmät, lähinnä näyttävät sen hetkisen tilan kultakin sensorilta, mutta varsinaista analysointiin soveltuvaa tiedon tallentamista ei yleisesti tehdä.

Big data eli massadata tarkoittaa käsitteenä suurta määrää tietoa, jota on kerätty jostain lähteestä tai eri lähteistä. Big data käsitteessä on oleellista se, että sitä kertyy suuria määriä suurella nopeudella. Tiedon paikkansapitävyys pitää pysyä luotettavana sitä siirrettäessä lähteestä tallennuspaikkaan tai analysointiin. (Lindholm 2016.)

Valtavan datamäärän analysointi vaatii suuren määrän työtä. Tällainen työ on hyvä ulkoistaa tietokoneiden hoidettavaksi. Analysoinnin tukena on esimerkiksi oppiva koneäly, erilaiset algoritmit tai tekoälypohjaiset sovellukset. Analysointityökalut voidaan integroida osaksi suurempaa kokonaisuutta, kuten esimerkiksi ennakoivan huollon tarpeen ilmaiseeseen. Tällaisissa analyysisovelluksissa voidaan saavuttaa säästöjä sekä huoltokuluissa että välttää ennakoinnattomia tuotannon pysähdyksiä. (Collin & Saarelainen 2016, 36.)

Tekoäly ja algoritmit ovat tekemässä monella tapaa ihmisten perustyöstä lopun. Tekoäly voi tulevaisuudessa tehdä suuren osan rutiininomaisesta valvonnasta konehuoneessa. Tekoälyä on jo nyt kehitetty ajamaan voimalaitoksen osaprosesseja, jolloin ihmisille jää reagoiminen poikkeustilanteisiin (Melli 2009). Tekoälyn hyödyntäminen vaatii laajaa datan keräämistä ja tehokasta analysointia. Ajan myötä tekoäly voi oppia säätämään prosessia tehokkaammin kuin ihminen. Tekoälyä käytetään jo hyvin paljon esimerkiksi päivittäin käyttämämme palvelujen taustalla, kuten hakukoneissa, tietoturvaohjelmissa, internetmarkkinoinnissa ja terveydenhuollossa (Forbes 2016).

3.4 Älykkäät sensorit

Teollisen internetin keskiössä tulee olemaan älykkäät sensorit. Puhutaan jopa sensoriverkoista, joissa verkostoituneet, langattomat, sensorit ikään kuin keskustelevat keskenään vallitsevista asiantiloista (IEC 2014). Yhdessä tekoälyn kanssa älykkäät sensorit voivat ohjata ja säätää esimerkiksi teollisia prosesseja. Langattomia sensoriverkkoja (WSN) on kehitetty tavallaan teollisen tai esineiden internetin rinnalla ja niissä onkin paljon samanlaisia piirteitä. Merkittävimpänä erona pidetään kuitenkin sitä, että IoT-sensoreilta ei odoteta kommunikointivaa luonnetta, kun taas langattomilla sensoriverkon sensoreilla se on välttämättömyys (IEC 2014, 13).

Sensoreiden koko on pienentynyt, ja niiden hinnat ovat laskeneet merkittävästi. Yhä useammin sensorit ovat integroitu mikroantureiksi tai -systeemeiksi (MEMS, Micro Electro Mechanical Systems). Yhdellä sensorilla voidaan mitata useampaa muuttujaa, ja dataa voidaan käsitellä jo itse sensorisysteemissä. Lisäksi sensoreiden virrankulutus on pienentynyt mikroampeeri luokkaan, joten sensoreita on mahdollista käyttää paristolla jopa vuosia. (Bosch 2017a.)

Sensoreiden virrankulutus on pudonnut niin pienelle tasolle, että niiden tarvitsema energia on mahdollista saada ympäristöstä. Esimerkiksi liikkeestä, ääri-
nästä, valosta tai jopa lämpötilaerosta saatava energia voi riittää sensorin toi-
mintaan. Saksalainen yritys EnOcean on kehittänyt useita erilaisia langattomia
IoT-antureita, jotka saavat energiansa ympäristöstään. Brittiläisellä Perpetuum
-yrityksellä on vastaavia langattomia antureita, jotka saavat energiansa ääri-
nästä. Molemmilla yrityksillä on valmiita ratkaisuja myös antureiden yhdistämi-
sestä internetiin ja pilvipalveluun analysointia varten.

4 TODELLISUUDEN ERI TASOT

Virtuaalinen todellisuus on nykyään esimerkiksi kuluttajatuotteissa hyvin suosittu ja pinnalla oleva aihe. Myös muita todellisuuden tasoja, kuten lisättyä to-
dellisuutta ja sekoitettua todellisuutta on nykyajan älylaitteiden avulla mahdol-
lista käyttää. Yksi, erittäin suosittu, lähes kaikkia ihmisiä jollain tasolla liikutta-
nut lisätyn todellisuuden sovellus on Pokemon Go. Se on kuluttajalähtöinen
esimerkki lisätyn todellisuuden mahdollisuuksista. Toinen suosittu kuluttaja-
tuote on virtuaaliset lasit tai älypuhelimien pidike, jolla voidaan muodostaa vir-
tuaalinen todellisuus silmien eteen. Nykyään julkisuudessa tunnetuimmat lisä-
tyn tai sekoitetun todellisuuden tuotteet lienevät Googlen Glass ja Microsoftin
HoloLens. Molemmat ovat näkökenttään lisätyn todellisuuden elementtejä li-
sääviä laitteita. Lisätyn todellisuuden mahdollisuuksiin ja esimerkkeihin tutus-
tuminen on parasta tehdä katselemalla aiheeseen liittyviä videoita YouTu-
bessa. Asiasta kirjoittaminen, lukeminen tai kuvien katsominen ei avaa lisätyn
todellisuuden kaikkia mahdollisia näkökulmia ja mahdollisuuksia.

Yhtä lailla vastaavia lisätyn todellisuuden sovelluksia on ollut myös muissa
tuotteissa, joita ei ehkä tule ajatelleeksi. Lisätyn todellisuuden eräs varhaisim-
pia sovellutuksia on ollut HUD-näytöt (Heads Up Display). Niiden kehittäminen on
lähtenyt ilmailusta, niinkin aikaisin kuin 1950-luvulta (Popular Mechanics
1955). Erityisesti ilmailussa tällainen lisätyn todellisuuden käyttö on ehdoton,
koska lentäjä joutuu tekemään päätöksiä hyvin nopeasti. Tällöin keskittyminen
erillisiin mittareihin ei haittaa itse suoritusta, kun tärkein mittaridata esitetään
näkökentän kohdalla. HUD-näyttöjä on myös käytössä autoissa, ja niillä saa-
daan kuljettajalle näkyviin esimerkiksi nopeus, reittiohjeita tai olosuhdetietoja.

Ivan Sutherland esitteli jo vuonna 1965 idean lisätyn tai virtuaalisen todellisuuden näytöstä, jonka hän oli nimennyt ”The Ultimate Display” -nimellä (Sutherland 1965). Kehittelemänsä virtuaalisen ja lisätyn todellisuuden laite, päähän asennettava HMD (Head Mounted Display) kykeni näyttämään reaalisien ja lisätyn todellisuuden yhdistelmiä (Rabbi & Ullah 2013, 32). Laite oli uraauurtava, vaikkakin se oli hyvin rajoittunut ominaisuuksiltaan ja käytettävyydeltään. Joidenkin tutkijoiden mukaan lisätyn todellisuuden (AR) kriteerinä on nimenomaan näkökentän edessä oleva laite tai näyttö kuten esimerkiksi HMD (Azuma 1997, 356).

Milgram & Kishino (1994) esittivät jaottelun erilaisista todellisuuden tasoista suhteessa todelliseen ja virtuaaliseen maailmaan (kuva 5). Heidän mukaansa lähes kaikki saadaan sovitettua käsitteen sekoitettu todellisuus (MR) alle.



Kuva 5. Todellisuuden eri tasot suhteessa todelliseen ja virtuaaliseen maailmaan. (Muokattu lähteestä Milgram & Kishino 1994)

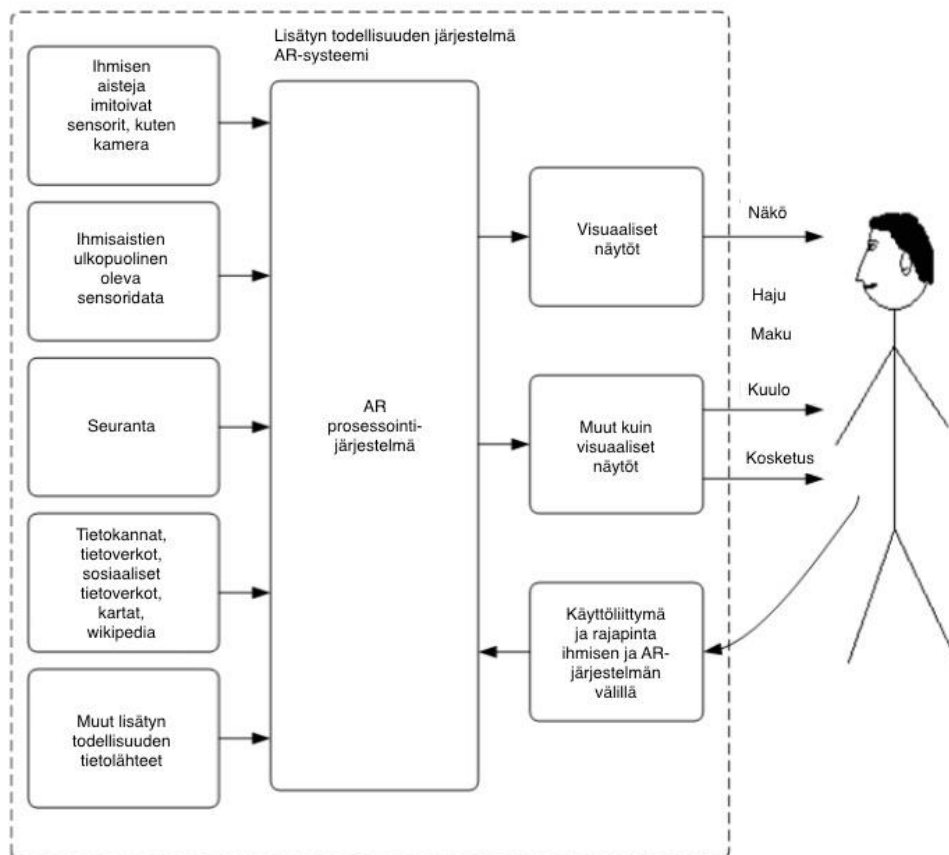
Osa uusia, tulevaisuuden todellisuuden tasoja voi olla myös ajattelulla tapahtuva sovellusten tai laitteiden ohjaaminen (Billinghurst, Clark & Lee 2014, 176-177). Jo nykyään on saatavilla kaupallisia laitteita ja sovelluksia, joissa esimerkiksi pelin ohjaaminen perustuu aivoilla tapahtuvaan ohjaamiseen (NeuroSky 2017a ja b).

Lisätyn todellisuuden markkinat tulevat olemaan lähitulevaisuudessa merkittävät ja virtuaalista todellisuutta suuremmat. Konsulttiyhtiö Digi-Capitalin mukaan lisätyn ja virtuaalisen todellisuuden markkinoiden taloudellinen arvo vuoteen 2021 mennessä tulee olemaan noin 108 miljardia dollaria. Heidän ennusteensa mukaan virtuaalisen todellisuuden osuus on 25 miljardia ja lisätyn todellisuuden osuus 83 miljardia dollaria. (Digi-Capital 2017).

Termien suomenkieliset vastineet ovat vielä muotoutumassa. Esimerkiksi lisätulle todellisuudelle (AR) on synonyymi laajennettu todellisuus, ja itse käyttämästäni sekoitetusta todellisuudesta (MR) käytetään myös nimeä yhdistetty todellisuus tai hybriditodellisuus. (Kotola 2017.)

4.1 Lisätty todellisuus

Lisätty todellisuus tai laajennettu todellisuus, englanniksi Augmented Reality (AR), on todellisen ja virtuaalisen maailman kombinaatio. Siinä yhdistyy näkymä todellisesta maailmasta, jonka päälle lisätään näkymä virtuaalisesta maailmasta tai lähteestä, jotka kohdistetaan oikein keskenään (Milgram & Kishino 1994). Oleellista lisätyssä todellisuudessa on reaalisen maailman näkeminen, jonka näkymän päälle voidaan liittää erilaisia teknisiä tietoja, kuvia tai anturiarvoja (kuva 6).



Kuva 6. Lisätyn todellisuuden toteutuksen periaatekuva. (Muokattu lähteestä Vasilijevic, Borovic & Vukic 2011, 137)

Lisätyssä todellisuudessa ihminen voi käyttää omia aistejaan havaitsemisen tukena (kuva 6). Erityisesti laivaympäristössä aistihavaintojen teko on tärkeä osa poikkeamien havainnoinnissa.

Lisätyn todellisuuden haasteena on se, kuinka laite tai esimerkiksi lasit saadaan orientoitumaan oikeaan suuntaan ja kohtaan (tracking, seuranta), jotta haluttu lisätty todellisuus nähdään oikeassa kohdassa. Erityisesti sisätiloissa tämä on haaste. Ulkona voidaan käyttää esimerkiksi GPS-signaalia, jolla seu-

ranta tai orientaatio voidaan osaksi toteuttaa. Lisätyn todellisuuden seurannan ja orientaation haasteisiin on olemassa erilaisia ratkaisuja, kuten sensoreihin perustuva seuranta, näkymään perustuva seuranta tai erilaisia edellisten yhdistelmiä (Rabbi & Ullah 2013, 34-40). Nykyään kehittyneet 3D-kuvaukset tai 3D-seuranta ovat tuoneet uuden mahdollisuuden sisätiloissa navigointiin tai laitteen orientaation seurantaan. Myös kehittyneet ja hyvin pienet sensorit, kuten esimerkiksi inertiasensori (IMU, Inertial Measurement Unit), ovat hyvin merkittävässä osassa lisätyn todellisuuden seurannassa, vaikkakaan pelkällä inertiasensorilla ei saavuteta hyvää tarkkuutta (Billinghurst, Clark & Lee 2014, 122, 123-124). Kolmiulotteisella kuvauksella tai konenäöllä voidaan luoda malli, jossa on seurantapisteitä, joiden avulla sisätiloissa voidaan siirtyä virtuaalisesti navigoiden. Tällöin reitille tai haluttuihin paikkoihin voidaan laittaa lisätyn todellisuuden elementtejä, ja ne havaitaan oikeissa kohdissa (Rehman & Cao 2017). Tehokkaimmaksi osoittautunut tai soveltuvuudeltaan paras on hybridiin perustuva seuranta, jossa käytetään hyödyksi monesta eri lähteestä saatavaa informaatiota lisätyn todellisuuden näkymän prosessoinnin tukena (Billinghurst, Clark & Lee 2014, 123-125).

Lisättyä todellisuutta on käytetty myös muussa huolto- ja asennustoiminnassa jo niinkin varhain kuin vuonna 1997 (Azuma 1997, 358-359). Lisätyn todellisuuden apuvälineet ovat käteviä esimerkiksi hyvin hankalissa ja ahtaissa kohdeissa, joissa ei ole mahdollisuutta käyttää perinteisiä apuvälineitä, kuten paperisia ohjeita, tablettia tai tietokonetta. Myös ohjeiden kolmiulotteinen visualisointi, kuten esimerkiksi oikean huoltokohteen osan osoittaminen helpottaa työtä tekevää henkilöä (Azuma 1997, 359). Esimerkiksi taisteluvaunujen korjauksessa AR-tekniikkaa on hyödynnetty jo vuosia sitten. Huoltohenkilön saadessa ohjeet suoraan näytölle, voi hankalassa tai ahtaassa paikassa työstä suoriutua myös aiempaa nopeammin (Henderson & Feiner 2011).

Suomessa VTT on ollut vahvasti mukana lisätyn todellisuuden teknologian kehittämisessä. VTT aloitti lisätyn todellisuuden kehittämisen ja tutkimisen vuonna 2000 (VTT 2017). Nykyään lisätyn todellisuuden kehitys- ja tutkimustoiminta on keskittynyt arkkitehtuurin, suunnittelun ja teollisten sovellusten ympärille. VTT:llä on oma projekti ja avoimet ohjelmakirjastot (SDK) nimeltä ALVAR. Projektissa on tuotettu ohjelmistoja ja apuvälineitä, joilla lisätyn todellisuuden

lisuuden laitteen seuranta voidaan toteuttaa. Tekniikassa voidaan hyödyntää 2D- tai 3D-tekniikkaa. 2D-toteutuksessa voidaan käyttää esimerkiksi kuvia, erityisiä 2D-kuvia tai markkereita. 3D-tekniikassa käytetään muotojen havaitsemista ja kuvista tehtäviä pistemalleja. (VTT 2017.)

Lisätyn todellisuuden laitteita löytyy nykyään markkinoilta useita. Tätä opinnäytetyötä tehdessäni löysin reilu kymmenkunta eri valmistajaa, joiden tuotteita ja niiden ominaisuuksia esitellään liitteen 1 taulukossa. Osa valmistajista on luokitellut laitteensa sekoitetun todellisuuden kategoriaan. Kuitenkin otin myös ne mukaan tähän taulukkoon, koska ne ovat hyvin lähellä lisätyn todellisuuden tekniikkaa. Olemassa on myös sivusto, johon on koottuna markkinoilta saatavia virtuaalisen tai lisätyn todellisuuden välineitä hintatietoineen (Graphiq 2017).

Lisätyn todellisuuden laitteissa on oleellista näkymä lasien läpi (kuvat 7 – 9). Näkökentässä sijaitsevaan näyttöön tai lasiin lisätään reaali maailman dataa, virtuaalista informaatiota, ohjeita, olosuhdeinformaatiota tai esimerkiksi video-puheluyhteys. Kuvissa 7–9 on eri valmistajien näkemyksiä lisätyn todellisuuden laitteista.



Kuva 7. Daqri Smart Glasses. (Daqri 2017a)



Kuva 8. ODG R7. (Osterhout Design Group 2017)



Kuva 9. Vuzix M3000. (Vuzix 2017)

Monille laitteille on tyypillistä käden liikkeen seuranta ja eri toimintojen ohjaus käden erilaisilla liikkeillä. Joitakin laitteita ohjataan liikelevyllä (trackpad) tai erillisellä ohjaimella, mutta joissakin on myös puheohjaus. Tyypillistä kaikille laitteille on useat erilaiset sensorit. Lähes kaikissa on kiihtyvyy-, asento-, korkeus-, kosteus- ja valoisuusanturit. Tyypillinen anturi kaikille on inertiasensori (Inertial measurement unit, IMU), jolla saadaan havaittua ja mallinnettua esimerkiksi pään kolmiulotteista liikettä ja asentoa ohjelmistoille. Inertiasensorissa on kiihtyvyyssanturi ja gyroskooppi sekä usein myös magnetometri. Nykyiset inertiasensorit ovat erittäin pieniä: liikutaan millimetriluokassa ja niitä käytetään hyvin yleisesti esimerkiksi älypuhelimissa (Bosch 2017).

Tärkeänä ominaisuutena kaikissa on kamera tai kaksi kameraa. Lisäksi lähes kaikista löytyy GPS-siru. Joistakin laitteista löytyy myös läheisyysanturi. Suurta vaihtelua löytyy lisätyn todellisuuden näytön koosta ja sen laajuudesta näkökentässä. Lisäksi laitteen ohjaustavoissa on eroja.

Tulevaisuudessa lisätyn todellisuuden näyttö saattaa olla jopa integroitu piilolinssiin. Sen eteen on tehty kehitystyötä ja kokeita, mutta myös ongelmia on kohdattu esimerkiksi datan- ja sähkönsiirrossa piilolinssiin. Myös silmään toimintaan, kuten hapen saantiin, liittyviin ongelmiin on törmätty. (Billinghurst, Clark & Lee 2014, 231).

4.1.1 Esimerkkejä lisätyn todellisuuden sovellutuksista

Wärtsilä on ottanut käyttöönsä lisätyn todellisuuden huoltotukipalvelut (Maritime Executive 2015). Huoltohenkilöllä on jatkuva videoyhteys huoltokeskuksen asiantuntijaan, joka näkee todellisen tilanteen huoltokohteessa. Tukihenkilö voi antaa etänä neuvoja ja ohjata, kuinka tilanteessa edetään ja huoltohenkilö

voi saada reaaliaikaisia kuvia tai ohjetietoja AR-lasien näyttöön sekä myös ohjeita ihan puhuttuna.

Monet liitteen 1 taulukossa luetelluista AR-lasien valmistajista on tehnyt yhteistyötä eri alojen yritysten kanssa. Melko yleinen käyttösovellus AR-laseille on logistiikassa ja varastokeräilyssä. Keräilijä voi lasien avulla saada tietoa kerättävistä tavaroista, sopivasta reitistä, hyväksyä kerätyn tavaran skannaamalla AR-laseilla esimerkiksi QR-koodin ja edelleen keräilyn päätyttyä vahvistaa sen päättyneeksi skannaamalla koodin (DHL 2014).

Sony on kehittänyt AR-laseihin etähuoltotukisovelluksen. Huoltokohteessa oleva henkilö voi välittää kuvaa tukikeskukseen neuvontaa varten, ja laitteen kamera skannaa kohdetta löytäen vaihdettavan osan.

Daqri on kehittänyt Kazakstanilaiseen terästehtaaseen (KSP Steel) hajautetun tehtaan valvonnan lisätyn todellisuuden tekniikalla (IoTOne 2017). Prosessinvalvojat näkevät AR-laseissaan näkymiä tehtaan eri prosesseista ja niiden arvoista ilman, että heidän täytyy siirtyä erikseen valvomoon katsomaan niitä.

Kuluttajille on kehitetty lukuisia älypuhelimella tai tabletilla käytettäviä lisätyn todellisuuden sovelluksia. Älypuhelimien lisätyn todellisuuden ohjelma käyttää laitteen kameraa markkerin tai tietyn kuvan tunnistamiseen. Kuvan tunnistuksen jälkeen älypuhelimien tai tabletin näyttöön ilmestyy kolmiulotteinen kuva, jota voi katsoa eri kuvakulmista laitetta kääntämällä. Esimerkki tällaisesta sovelluksesta on opetuskäyttöön soveltuva Daqri Anatomy 4D (Daqri 2017b). Sovellus tarkastaa markkerikuvan, jonka jälkeen näytölle saadaan 3D-kuva. Tällä hetkellä on Daqrilta saatavilla anatomiset kuvat sydäimestä ja ihmisvartalosta.

Lisättyä todellisuutta on myös hyödynnetty ja kokeiltu laivanrakennukseen liittyvissä sovellutuksissa (Lukas, Vahl & Mesing 2014). Edellä mainitussa tapaustutkimuksessa esimerkkeinä olivat myynti- ja esittelytilaisuudet sekä venetaavetin mallintaminen AR-tekniikan avulla CAD-malliksi.

4.2 Virtuaalinen todellisuus

Virtuaalinen todellisuus, englanniksi Virtual Reality (VR), tarkoittaa täysin virtuaalista näkymää, johon ei ole välttämättä sekoitettu mitään todellisen maailman elementtiä (Milgram & Kishino 1994). Virtuaalinen todellisuus voidaan

toteuttaa esimerkiksi älypuhelimien ja erityisen silmien eteen asennettavan piikkeen avulla (kuva 10). Tällaisia malleja on ollut jo joitakin vuosia kuluttajille myynnissä.



Kuva 10. Virtuaalisen todellisuuden lasit, Samsung Gear VR. (Samsung 2017)

Virtuaalisella todellisuudella voidaan toteuttaa helposti esimerkiksi simulaatioita, havainnollistaa suunnitelmia tai hyödyntää viihteellisiä sovelluksia. Virtuaalisen todellisuuden lasien tai kuten kuvan 10 pääpantaan yhdistetyn älypuhelimien kanssa käytetään usein erillistä ohjainta toimintojen käyttämiseen (Samsung 2017).

4.3 Sekoitettu todellisuus

Sekoitettu tai yhdistetty todellisuus, englanniksi Mixed Reality (MR) on esimerkiksi todellista maailmaa sisältävä ja virtuaalista näkymää sekoittava todellisuuden muoto. Näkymään sekoitetaan sekä todellisen maailman kohteita että virtuaalisesti tehtyjä keinotekoisia objekteja tai virtuaalista tietoa (Milgram & Kishino 1994). Esimerkki tällaisesta on vaikkapa komentosiltasimulaattori. Reaalisen maailman ilmentymänä ovat ohjaamon rakenteet, pulpetit ja muut järjestelmät ja virtuaalisena osana ovat maisemat, reitit tietokoneella ja muu data mikä tulee järjestelmän tietokoneilta. Microsoft on kategorisoinut oman tuotteensa, Hololensin, sekoitetun todellisuuden laitteeksi (kuva 11).



Kuva 11. Sekoitetun todellisuuden lasit, Microsoft Hololens. (Microsoft 2017)

Hololens on läpi katseltava, kuten kuvasta 11 selviää, ja sillä nähdään reaali-
nen maailma täysin. Tiettyyn osaan näkökenttää on lisätty näyttö, johon tuo-
daan virtuaalisia näkymiä, erilaisia tietoja tai reaalisen maailman lisättyä in-
formaatiota.

4.3.1 Esimerkkejä sekoitetun todellisuuden sovellutuksista

Eräs sekoitetun todellisuuden sovellus on huollon etätuki asentajalle tai lait-
teen käyttäjälle. Käytännön esimerkki sellaisesta on metsäkonevalmistaja
Ponssen ja VTT:n huoltotukidemo (VTT 2016). Tällaisessa tekniikassa huollon
tukihenkilö käyttää virtuaalitodellisuutta sekä liikkeen ja aseman tunnistavia
apukeinoja käsien käyttämiseksi kolmiulotteisessa mallissa. Tukihenkilö näyt-
tää kolmiulotteisesta Auto-CAD-kuvasta kohteet tai osat, jotka asentajan tai
laitteen käyttäjän tulee vaihtaa. Käyttäjä tai huoltohenkilö näkee esimerkiksi
älypuhelimesta tai tabletista kameran välityksellä kuvan todellisuudesta ja sii-
hen lisätyn todellisuuden kuvan huoltotukihenkilön 3D-mallista. Tällöin koneen
luona oleva henkilö saa apua monimutkaisten laitteiden korjaamiseen ja ikään
kuin näkee fyysisen, todellisen, korjattavan kohteen sisälle.

Kaupallinen sovellutus sekoitetun todellisuuden laitteesta on Microsoftin noin
vuosi sitten esittelemä Hololens (Microsoft 2017). Hololens mahdollistaa esi-
merkiksi lisättyjen virtuaalisten hologrammien lisäämisen käyttäjän haluamiin
kohteisiin. Laitteessa on myös hyvin kehittynyt 3D-skannaus, jolla tiloja voi-
daan skannata ja tarkastella jälkikäteen virtuaalisesti. Laitteessa yhdistyy sekä
viihde että hyöty. Lasien avulla esimerkiksi suunniteluun ja visualisointiin
avautuu aivan uusi maailma. Paras tapa tutustua ominaisuuksiin on aihee-
seen liittyvät videot joko valmistajien kotisivuilla tai Youtube-sivuilla.

Hololensia käytetään esimerkiksi suunnitellun tukena. Trimble käyttää Hololensia havainnollistaakseen rakennetun ympäristön ja rakennusten suunnitelmia kolmiulotteisessa muodossa (Trimble 2017). Kaksiulotteisista tai kolmiulotteisista suunnitelmakuvista saadaan luotua kolmiulotteisia, hyvin realistisia näkymiä Hololensin avulla, joita voi jopa muokata suoraan hologrammista.

5 TULEVAISUUDEN SOVELLUKSIA LAIVATEKNIKASSA

Seuraavissa luvuissa esitellään kirjoittajan omia näkemyksiä tulevaisuuden konehuoneen ja laivan valvonnasta. Kaikki esitellyt ideat ovat kirjoittajan omia näkemyksiä. Niiden käytännön toteuttamisesta ja teknologisista toteutuksista ei anneta konkreettisia ohjeita vaan esitellään uusia ideoita.

Tärkein ajatus kaikessa on laivan sensoroinnin liittäminen kattavasti laivan tietoverkkoon, josta se voidaan edelleen siirtää pilveen eli ulos laivasta. Laivan laitteet ja koneet saavat uuden virtuaalisen elämän älykkäiden sensoreiden avulla, kun ne saadaan osaksi tietoverkkoa ja niiden data kerätään ja analysoidaan.

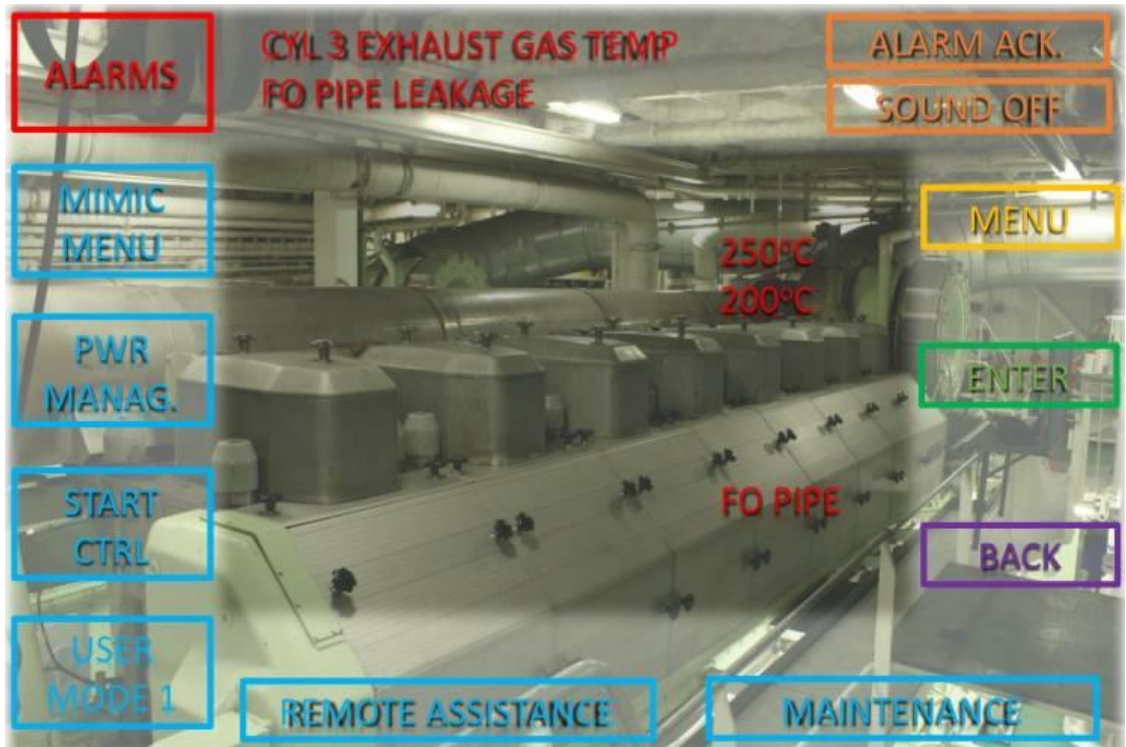
Tässä opinnäytetyössä puhutaan lisätystä todellisuudesta (AR) uusien ideoiden kohdalla, vaikka ne menisivät lähemmäs sekoitettua tai yhdistettyä todellisuutta (MR). Käsitteiden alle sijoittuvat tekniikat ja sovellukset ovat hyvin lähellä toisiaan, eikä niiden kesken voi mielestäni tehdä täysin eksaktia rajanvetoa.

5.1 Lisätyn todellisuuden mahdollisuudet konevalvonnassa

Perinteisesti laivassa konevalvonta tapahtuu yhdessä paikassa, konevalvomossa. Se asettaa tiettyjä rajoitteita valvonnalle ja tekee konevalvomosta elintärkeän paikan. Mikäli konevalvomo menetetään tai valvonta- ja hallintajärjestelmään tulee merkittäviä vikoja, on koko konehuone lähes käyttökelvoton. Laivaa voi edelleen operoida, mutta käsi- ja paikalliskäyttöisyys lisää operoinnin epävarmuutta ja vaatii henkilöstöresursseja kohtuuttomasti. Nykyään konevalvontaa on myös hajautettu ja edellytetään kriittisten järjestelmien osalta redundanttisuutta, tietysti riippuen luokituslaitoksen ja viranomaisten vaatimuksista.

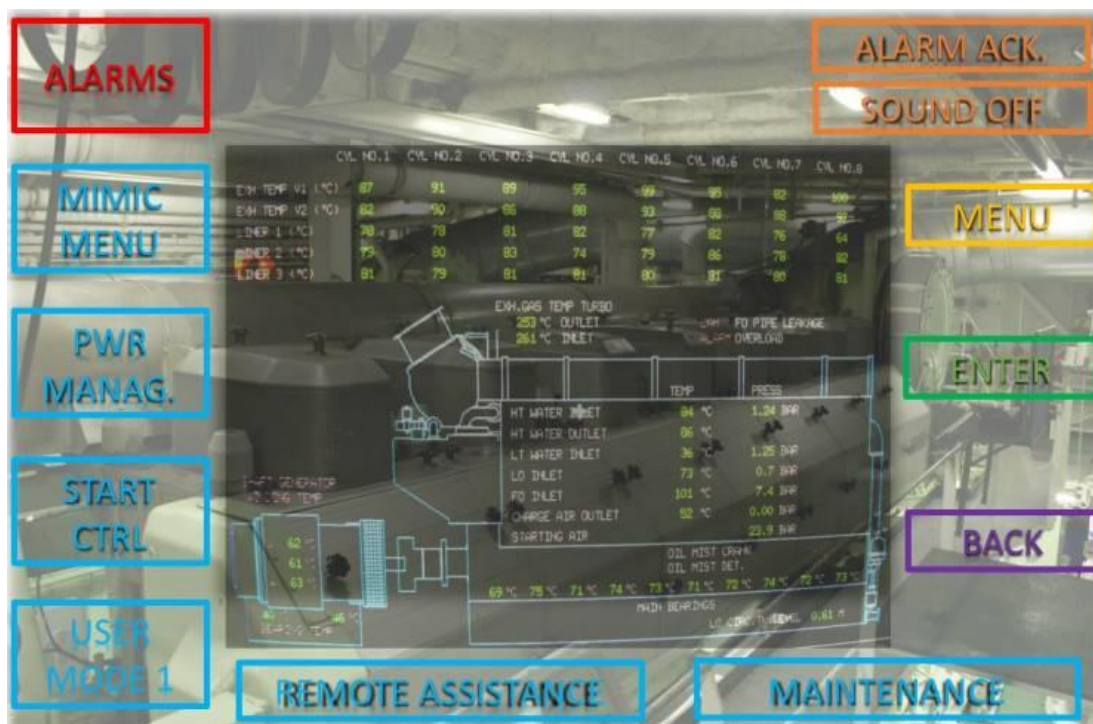
Lisätty todellisuus on teollisuuslaitoksissa jo käytössä olevaa tekniikkaa (IoTOne 2017). Oman näkemykseni mukaan lisätyn todellisuuden konehuo-

neessa valvomo on jokaisen operaattorin tai konemestarin silmien edessä koko ajan. Erityisillä hologrammilaseilla nähdään sekä fyysinen maailma että lisätyn todellisuuden elementit (kuva 12).



Kuva 12. Kirjoittajan havainnekuva lisätyn todellisuuden näkymästä konehuoneessa.

Lisätyn todellisuuden elementit ovat esimerkiksi sensoreiden tuottamaa dataa, paikallisia arvoja, indikoiteja poikkeamista trendeissä, hälytyksiä, huoltokehoituksia, huolto-ohjeita, kolmiulotteisia kuvia huollettavasta kohteesta tai vaikka näkymiä laivan rakenteista (kuva 13). Tällaista lisättyä todellisuutta voisi myös käyttää esimerkiksi tabletilla. Siinä tapauksessa näkymää katsotaan tabletin näytöltä kameran kautta, jolloin reaalin maailma ja lisätty todellisuus yhdistetään.



Kuva 13. Kirjoittajan havainnekuva lisätyn todellisuuden näkymästä konevalvontaikkunassa.

Visiot voivat vaikuttaa hyvin futuristiselta, mutta nykyteknologia mahdollistaisi monet esitetyt ideat jo nyt. Aiemmissa luvuissa esiteltyjen laitteiden ja tekniikoiden avulla lisätyn todellisuuden tuominen konehuoneeseen olisi mahdollista. Lähitulevaisuudessa ne ovat mielestäni jo totta, kun astutaan yhä lähemmäs tekoälyn operoimiin tai itsenäisesti operoiviin etäohjattuihin laivoihin.

Haasteena lisätyn todellisuuden mallissa on esimerkiksi anturidatan saaminen juuri oikeassa kohdassa konehuonetta, moottoria tai laivaa näkyviin. Maalla ja muussa avoimessa paikassa orientaatioon voi käyttää esimerkiksi GPS-signaalia (Billinghurst, Clark & Lee 2014, 122-123). Se, että näkymä puuroutuu mittauspisteistä tai tulee liikaa dataa, aiheuttaa lähinnä turhautumista. Eräs ratkaisu voisi olla sensoreiden bluetooth-tekniikka. Kun sensorin lähetysteho ja vastaanotto AR-laseissa on säädetty oikealle tasolle, olisi mahdollista nähdä arvot tietyltä etäisyydeltä. Toinen tapa olisi esimerkiksi skannaus tiettyjen antureiden esivalintojen avulla. Myös antureiden valitseminen AR-lasien antaman syötteen mukaan on eräs mahdollisuus. On varmasti olemassa muitakin tekniikoita, mutta nämä ovat omat ehdotukseni. Erilaisilla asennon ja liikkeen tunnistavilla sensoreilla sekä näiden yhdistelmillä saadaan myös tarkkuutta lisätyn todellisuuden sovelluksissa (Billinghurst, Clark & Lee 2014, 123-125; Rabbi & Ullah 2013, 41). Kameran tai useamman kameran yhdistelmällä AR-laseissa voidaan hyödyntää myös hahmontunnistusta ja syvyyden hah-

mottamista. Yksi tapa saada tilan hahmotusta järjestelmälle on 3D-mallinnuksesta tehtävä suunnistuskartta, tilan hahmotusmalli tai pistemalli (Rehman & Cao 2017; VTT 2017). Liikuttaessa eri tiloissa vertaa järjestelmä esimerkiksi AR-lasien kameran kautta saatavaa kuvaa tietokantaan, joka on tehty kolmiulotteisista muodoista ja kuvista. Tällä tavalla saadaan oikea informaatio oikeassa tilassa tai paikassa.

Esittämäni lisätyn todellisuuden konevalvonta edellyttää konevalvonta- tai laivanvalvontajärjestelmän sijoittamista palvelimelle ja pilveen. Laivaympäristön luonteesta ja tietoliikenneyhteyksien rajallisuudesta johtuen on tiedot tallennettava ensin laivan palvelimelle, josta ne voidaan käyttää hyödyksi pilvitallennukseen tai maissa sijaitsevaan datakeskukseen, kuten luvun 3.2.1 SSAP2-projektissa on esitetty (Ando 2016). Hajautetulla ja lisätyn todellisuuden valvonnalla kaikki laivan valvonta ja käyttö tekniikan osalta olisi tehtävissä mistä päin laivaa tahansa esimerkiksi tabletilla tai muulla älylaitteella, kunhan se on yhteydessä laivan sisäiseen verkkoon ja palvelimeen. Tällaisessa tapauksessa esimerkiksi konevalvomo tai muu vastaava kiinteä valvontapaikka laivassa menettää merkityksensä, kun valvoa voi mistä tahansa. Vastaavia laivan su-lautettuja tai yhdistettyjä valvontajärjestelmiä löytyy markkinoilta (Wärtsilä 2014).

Suurimman hyödyn AR-laseista saisi erilaisten esiasetettujen näkymien esiva-linnoilla tai jopa valikoilla, joita ohjataan esimerkiksi vaatteisiin kiinnitetyltä ohjauslevyltä tai käsien liikkeen tunnistavalla järjestelmällä. Tällöin kaikki valvontajärjestelmän toiminnot olisivat käytössä koko ajan. Ohjauksia venttiileihin, pumppuihin tai muita järjestelmän säätöjä voisi tehdä suoraan laitteen läheisyydessä.

Laitteiden ja koneiden huoltoja tehdessä AR-laseihin voisi saada sekä ohjeita että 3D-kuvia laitteen rakenteesta, kuten lukujen 4.1 ja 4.1.1 esimerkeissä on todettu. Laite, kone tai koneenos pitää tunnistaa, jotta saadaan oikea informaatio. Tällainen tunniste voi olla lähes mikä tahansa ohjelmoitava ja lähetettävä sensori, RFID-tunniste, tasokuva eli niin kutsuttu markkeri tai QR-koodi (VTT 2017). Kolmiulotteisia kuvia voisi myös näkymässä kiertää ja pyöritellä haluamallaan tavalla. Huoltotoimien päätteeksi voisi raportoinnin suorittaa suoraan huoltojärjestelmään AR-lasien kautta. Myös etäneuvonta olisi mah-

dollista, kuten Wärtsilän huoltopalvelussa jo nykyään on käytössä (Maritime Executive 2015).

Konehuonevalvonnassa AR-laseihin hyvä lisäosa olisi lämpökamera. Lämpökamera on tehokas ja kätevä tapa havainnoida ympäristöstä poikkeamia. Yhdistettynä kerättyyn dataan, voisi lämpökamerasovellus antaa tarkkailijalle huomautuksia, mikäli tietyissä kohteissa on tapahtunut merkittäviä muutoksia. Lämpökameraa on jo sovellettu Daqrin valmistamassa laitteessa nimeltä Smart Helmet (Daqri 2017c.)

5.2 Virtuaalisen todellisuuden mahdollisuudet etävalvonnassa

Laivojen ja monien erilaisten teollisten kohteiden kunnossapidon etävalvontaa suoritetaan nykyään jonkin verran ja palvelun tarjoajia löytyy jo eri aloille (Wärtsilä 2017b). Analyysiin ja massadataan perustuva valvonta on vielä vahvasti tulossa. Täysin virtuaalinen valvomo ja etävalvonta olisi kuitenkin oman näkemykseni mukaan mahdollista toteuttaa siten, että kolmiulotteisessa mallissa olisi myös mahdollista liikkua. Ilman kuvayhteyttä ei saada reaaliaikaista tietoa suoraan paikalta, mutta antureiden antama data olisi mahdollista havaita liikkeussaan 3D-mallissa kuten paikan päällä. Esitetty tekniikka edellyttää tilojen laajaa kolmiulotteista kuvausta tai mallintamista.

Tällaiseen etävalvontamalliin voisi yhdistää myös kamerayhteyden, jolloin saadaan tehokas työkalu etävalvontaan. Kuva voisi tulla näkemykseni mukaan kiinteistä valvontakameroista, robotin kuljettamasta kamerasta tai paikalla olevan henkilön kuljettamasta kamerasta. Konehuoneen tai laivan muiden tilojen koosta riippuen niitä olisi näkemykseni mukaan mahdollista tarkkailla myös etäohjatulla ja videokuvayhteydellä varustetulla pienoiskopterilla. Pienoiskoptereita käytetään jo esimerkiksi tankkien ja laivan rakenteiden tarkastamisessa (Flyability 2016). Tällaisella tavalla säästetään tarkastukseen kuluva aikaa ja se myös parantaa tarkastajan työturvallisuutta (DNV GL 2015a).

Oman näkemykseni mukaan laivaa olisi mahdollista valvoa virtuaalisesti esimerkiksi kolmiulotteisen mallin kautta. Koko laivasta tehty 3D-malli sisältäisi kaiken laivan tuottaman sensoridatan, ja 3D-malliin voisi ikään kuin sukeltaa sisään ja liikkua ja pyöritellä mallia miten vain haluaa. Päättä kääntämällä näkisi kuten oikeassakin maailmassa. Valvontahenkilön omilla valinnoilla tai eri-

laisilla esiasetuksilla saisi tarvittavan sensoridatan, huoltodatan, laitteen tai koneen tiedot näkyville.

5.3 Teollinen internet laivatekniikassa

Teollinen internet mahdollistaa aivan uudenaikaisen laivan kunnossapidon ja valvontatavan (Wärtsilä 2017b). Koska teollisen internetin keskiössä on datan kerääminen ja analysointi, kannattaa ne työkalut ottaa tosissaan käyttöön. Pelkästä datan siirtämisestä ja arvojen katselusta ei saada tavoitteellista hyötyä. Erityisen arvokasta tietoa voidaan saada laitteiden kunnosta ja niiden viikaantumisen alttiudesta. Turhilta varmuuden vuoksi tehtäviltä huolloilta vältytään ja toisaalta voidaan säästää ennakoivan ilmoituksen ansiosta laitteen viikaantuessa ennen varsinaista huoltoaikaikkunaa.

Teollinen internet on jo joissakin laivoissa käytössä, mutta lähinnä konevalvonnan osalta. Koko laiva käytön ja operoinnin kannalta olisi järkevää saada teollisen internetin sovellutusten piiriin. Aluksen operointikustannuksissa, reitien optimoinnissa, polttoainekustannuksissa ja huoltokustannuksissa olisi saatavissa merkittäviä säästöjä, kuten luvun 2.2.1 esimerkissä on todettu. Analysoitaessa dataa voi paljastua yllättäviä asioita, joita normaalissa käytön-aikaisessa toiminnassa tulee ottaneeksi huomioon.

Teollisen internetin alustoja ja sovelluksia löytyy jo markkinoilta (Kongsberg 2017). Markkinat ovat vielä hyvin alkutekijöissä, joten oikean alustan ja sovellusten löytäminen voi olla vielä haastavaa. Kuten jo käytössä olevilla sovelluksilla on todistettu aiemmissa luvun 2.2.1 esimerkeissä, on teollisen internetin mahdollisuudet suuret, joskin vielä hieman tuntemattomat.

5.4 Tekoälyn mahdollisuudet koneosastolla

Tekoälyn avulla laivan konehuoneesta voi tehdä kohtuullisen pitkälle itsenäisesti operoivan. Tekoälyn voi opettaa, tai se voi jopa itse oppia prosessien kulun ja ohjauksen esimerkiksi malliin asetettujen raja-arvojen perusteella (Melli 2009). Nykyään suurin osa laitteista on elektronisesti ohjattuja ja usein isot kuluttajat taajuusmuuttajalla käytettäviä, joten prosessien optimointi voisi kokonaan tekoälyn harteille. Tekoäly ei tietenkään tee mekaaniseen huoltoon liitty-

vää työtä, mutta se vähentää perustyön ja pätkäilyn määrää, jolloin ihmiset voivat keskittyä varsinaiseen tekevään työhön tai huoltoon.

Eräs itse kehittäessäni idea tekoälyn mahdollisuudesta on vaikkapa polttoaineen tilaaminen. Prosessia ja tankkien tilavuuksia tutkimalla tekoäly tekee tilauksen joko täysin automatisoidusti tai sen tilauksen vahvistettavaksi. Mikäli laivan järjestelmät ovat sulautettuja ja ohjelma tietää laivan seuraavan sataman, se osaa tehdä tilauksen suoraan oikeaan paikkaan. Edelleen nykyteknikka mahdollistaa halvimman hinnan vertailun tietokannoista tai internetistä, mikäli tällaiset tiedot ovat järjestelmän käytettävissä.

Kehittynyt tekoäly mahdollistaa huollon ennakoimisen ja huoltoilmoitusten antamisen riittävän ajoissa (Melli 2009). Se voisi oman näkemykseni mukaan olla kehitetty niin, että se myös ehdottaa reittiä tutkittuaan sopivan paikan missä huolto voidaan suorittaa, mistä tilataan varaosat ja minne ne saadaan toimitettua. Tekoälyn ja sulautetun järjestelmän mallissa voisi varaosien hankinta olla pitkälle automatisoitua. Vikaantuva tai huollon tarpeesta ilmoittava laite tilaisi itsenäisesti tarvittavat varaosat, mikäli niitä ei löydy riittävää määrää aluksen varastosta.

5.5 Esineiden internet laivaympäristössä

Esineiden internet voi olla jo lähitulevaisuudessa etenkin matkustaja-aluksilla hyvin merkittävä osa esimerkiksi risteilyä. Erilaisten IoT-sovellusten avulla matkustajat voivat älylaitteilla lukea turvallisuustietoutta, saada erilaisia tarjouksia, tietoa laivan sijainnista, kamerakuvaa suoraan omaan älylaitteeseen tai vaikka tehdä virtuaalisen kierroksen laivan konehuoneessa. Käyttäjän ei tarvitse ladata varsinaisesti mitään erillistä sovellusta käyttääkseen IoT-ominaisuutta älypuhelimella tai tabletilla. Suurin osa toiminnoista voidaan näyttää suoraan laitteen internet-selaimessa, jolloin varsinainen ohjelma tai sovellus on pilvessä tai palvelimella. Visualisointi ja tietyt käytettävyyden ominaisuudet näkyvät loppukäyttäjälle selaimessa.

Oman näkemyksen mukaan eräs suosittu esineiden internetin kaltainen sovellus on Marinetraffic-sivusto, jossa voi seurata laivojen liikkumista sekä saada niistä muutakin AIS-järjestelmän dataa. Tällaisessa palvelussa yhdistetään

laivoista saatava tieto yhteen tietoverkon kanssa ja visualisoidaan se loppukäyttäjälle. Vastaavalla tavalla voidaan muitakin asioita tai esineitä saattaa internetiin ja saada niistä ikään kuin eläviä.

6 HAASTEET JA RAJOITTEET

Teollisen internetin ja lisätyn todellisuuden käyttöön laivaympäristössä liittyy vielä jonkin verran teknologisia haasteita. Suurimmat ovat rajoittuneet yhteydet ja kattava tietoturva. Myös muita teknologisia haasteita on liittyen esimerkiksi laivan sisäiseen tiedonsiirtoon, langattomaan anturointiin ja näiden luotettavuuteen. Esimerkiksi täysin langattomien sensoreiden käytössä laivassa on varmasti vielä haastetta ja epävarmuustekijöitä. Siksi todennäköisesti monet kulkukoneistoon liittyvät sensorit tulevat olemaan vielä melko pitkään myös kaapeliyhteydellä varustettuja. (Lindholm 2016.)

6.1 Tiedonsiirto ja tietoturva

Laivaympäristössä ja liikuttaessa merellä haasteeksi nousevat tietoliikenneyhteyksien kattavuus ja niiden nopeus. Rannikkoliikenteessä voidaan hyödyntää esimerkiksi mobiilitiedonsiirtoa tai muita vastaavia yhteyksiä, mutta avomerellä käytännössä ainoa vaihtoehto on satelliittiyhteys. Niiden yhteysnopeuksien kasvattaminen on kehityksen alla ja tulee varmasti lähitulevaisuudessa nousemaan tasolle, jolla voidaan toteuttaa esimerkiksi videokuva- tai kuvalähetykseen perustuvaa etävalvontaa ja -neuvontaa. Luokituslaitos DNV GL näkee myös kehityksen suuriksi haasteiksi yhteysnopeudet ja etenkin niiden luotettavuuden yhteyden jatkuvuuden kannalta (DNV GL 2015b).

Tietoturva on eräs merkittävimmistä haasteista ja kysymyksistä liittyen etenkin laivojen etäohjaukseen. Myös etävalvonnassa tietoturvaa tarvitaan, jotta korruptoitunut data ei pääse sekoittamaan valvontaa ja jotta korruptoitunutta dataa ei lähetetä laivan suuntaan.

Tässä opinnäytetyössä nämä ongelmat ja haasteet tunnustetaan, mutta niitä ei lähdetä arvioimaan sen laajemmin. Tietoliikenneyhteyksiä ja tietoturvaa ja siihen liittyviä haasteita on pohdittu kattavasti vuonna 2016 valmistuneessa opinnäytetyössä (Lindholm 2016).

6.2 Teknologiset haasteet

Erityisesti luotettavien antureiden saamisessa markkinoille ja niiden hyväksymisessä laivakäyttöön kohdataan vielä varmasti haasteita. Haasteet ovat kuitenkin kehittäjille hyvästä, jotta saadaan riittävän koeteltua tekniikkaa. Onkin vain ajan kysymys milloin langattomat anturit yleistyvät toden teolla laivatekniikassa. Itse näkisin, että täysin langattomat anturit tulevat ensin käyttöön vähemmän tärkeissä, aluksen operointiin liittymättömissä kohteissa. Tällaisia voivat olla esimerkiksi valaistus, lämmitys ja muu mukavuuteen liittyvä tekniikka. Langattomia antureita käyttämällä säästettäisiin huomattavasti taloudellisia kustannuksia ja rakenteelliset ratkaisut helpottuisivat kaapeleiden vetojen osalta (Kdouh ym. 2013).

Koneosastolla teknologialle esiin astuvia haasteita luovat ympäröivät olosuhteet. Laivassa, etenkin konehuoneessa, sensoreita ympäröivän maailman tärinä voi haitata luotettavaa mittausta ja esimerkiksi merenkäynti ja laivan jyskintä voivat vaikuttaa saatavan mittausdatan luotettavuuteen. Lisätyn todellisuuden teknologisenä haasteena näkisin sen, miten tilan oikea hahmotus ja suunnistaminen laivassa toteutetaan suhteessa saatavaan lisätyn todellisuuden näkymään. Uskon, että nämäkin haasteet ovat ratkaistavissa yllättävän nopeallakin aikataululla.

Laivassa teräsrakenteet muodostavat myös katveja ja esteitä langattomille signaaleille. Siksi esimerkiksi langattomia lähettämiä ja vastaanottimia pitää olla melko tiheästi, mikäli halutaan riittävä kattavuus (Kdouh ym. 2013). Tiedon siirron pitää olla luotettavaa, mikäli siirrytään käyttämään sulautettuja ja langattomaan teknologiaan perustuvia ratkaisuja.

6.3 Haasteet henkilöstölle ja koulutukselle

Siirryttäessä mihin tahansa uuteen teknologiaan tarvitaan koulutusta ja uusien asioiden omaksumista. Usein muutosvastarinta kumpuaa pelokkuudesta uutta kohtaan tai urautuneista näkemyksistä. Nykyaikana mukautuminen ja uuden oppiminen ovat avainasemassa lähes kaikilla aloilla, koska tekniikka kehittyä valtavasti. Erityisesti teknisillä aloilla kuten merenkulku, on jatkuva kouluttautuminen ja uusiin asioihin perehtyminen avainasemassa. Tekniset järjestelmät kehittyvät nopeasti ja niiden taustalla olevat tekniikat tai tietotekniset

sovellukset ovat monimutkaisia, vaikka loppukäyttäjälle näkyvä käyttöliittymä olisi helppokäyttöinen. Sen takia pitää järjestelmien luonteesta ymmärtää kuitenkin perusteet. Käyttäjiltä ei voida edellyttää sellaista tietoteknistä osaamista, joita ohjelmistojen tai teknologioiden kehittäjiltä vaaditaan.

Merenkulun koulutuksessa pitäisi oman näkemykseni mukaan opettaa yhä enemmän tietotekniikkaan ja automaatioon liittyviä asioita. Nykyaikaiset laivat ovat hyvin pitkälle automatisoituja, lähes itsenäisesti toimivia kokonaisuuksia. Sen takia automaatiotekniikasta pitäisi ymmärtää edes perusteet. Tulevaisuudessa ohjausjärjestelmät ja tekoälyyn perustavat systeemit ovat entistä monimutkaisempia ja vaativat yhä parempaa asiantuntemusta. Samaa tahtia onneksi kehittyä etävalvonta ja erityisesti tärkeä etäneuvonta, jolla saadaan asiantuntija-apua tai vaikka päivityksiä etäyhteydellä suoraan järjestelmiin.

Teknisten järjestelmien kehittyessä jää varsinainen koneiden valvonta ja aistiminen vähemmälle. Samoin laivojen liikkumisen automatisoiminen vähentää tarvetta esimerkiksi laivan ohjailulle. Tulevaisuudessa voikin olla pulaa alan osaajista, jotka todella ymmärtävät moottoritekniikan ja konehuoneen luonteen päälle, koska prosessien säätäminen ja säätöjen haku käsituntumalla sekä ammattitaidolla tulee vähenemään. Sen takia tarvitaan myös käytännön osaamista ja mielestäni laivojen automatisointi täysin itsenäisesti operoiviksi on konemestareiden ja konemiesten ammattitaidon kannalta riskialtista. Poikkeustilanteiden takia tarvitaan vahvaa ammatillista osaamista ja kokemusta.

Uudet teknologiat ja kehittynyt automatisointi sekä etävalvonta tulevat varmasti karsimaan merenkulun perinteisiä työpaikkoja. Kuitenkin seuraavat tulevaisuuden työmahdollisuudet merenkulkijoille voivat olla uudelleen koulututtamisen kautta juuri etävalvonnassa ja -operoinnissa. Lisäksi työmahdollisuudet automatisoinnin siirtynevät yhä enemmän satamassa tai maissa tapahtuvaan huoltotoimintaan. Edelleen tarvitaan laivojen merellä tapahtuvien liikkeiden ja konehuoneessa tapahtuvien toimintojen valvontaa. Toki tekoälyn tullessa todella käyttöön, se vähentää valvontaan tarvittavia resursseja, jolloin yhdellä operaattorilla voi olla esimerkiksi useamman aluksen laivasto valvottavana. (Lindholm 2016, 62-65.)

7 TULEVAISUUDEN VISIO

Elämme tällä hetkellä mielenkiintoista teknologian kehittymisen aikaa. Sekä teollinen internet että lisätty todellisuus tulevat mullistamaan tapaamme toimia ja tehdä työtä. Se tulee muuttamaan myös monia arkipäiväisiä asioita ja käsitteitä. Itse ennustan, että kuluttajalaitteiden puolella lisätty todellisuus tulee olemaan seuraava suuri käänne internetin ja älylaitteiden jälkeisessä ajassa. Tällä hetkellä lisätyn todellisuuden laitteet ovat kalliita, ja niitä ei ole vielä yleisesti helposti saatavilla. Ennustan, että seuraavan kymmenen vuoden aikana ne lyövät erityisesti kuluttajien keskuudessa läpi ja yleistyvät samoin kuten kävi älypuhelinien ja tablettien kanssa. Oman näkemykseni mukaan kymmenen vuoden päästä kuljemme kaduilla AR-lasit päässä ja liikutamme käsiä tehdäksemme mitä mielikuvituksellisempia asioita erilaisilla sovelluksilla. Tänä aikana älypuhelimet on jo hylätty, ja se, mikä oli ennen kädessä ja korvassa on nyt silmien edessä ja pään ympärillä. On jopa mahdollista integroida tällaisiin laitteisiin terveyttä seuraavia laitteita, jopa aivotoiminnan aktiivisuutta olisi mahdollista seurata jo nykyisillä laitteilla ja tekniikoilla. Osa AR-lasien sovelluksista tai toiminnoista lienee tulevaisuudessa mahdollista ohjata ajattelun keinoilla.

Teollinen internet on eräs mielenkiintoisimpia kehityssuuntia merenkulun, teollisen tuotannon, liikenteen, logistiikan, valmistavan teollisuuden ja energian tuotannon saralla. Kuten on ennustettu, se tulee olemaan seuraava suuri teollinen vallankumous. Kehitys kohti teollista internetiä kiihtyy koko ajan, kun tietoisuus ja teollisen internetin aikaansaamat hyödyt realisoituvat yhä useampien yritysten päättäjien tietoisuuteen.

Laivatekniikan kohdalla siirtyminen kohti teollista internetiä sekä laivoissa tapahtuva valvonta ja etävalvonta muuttavat toimintatapoja lähitulevaisuudessa paljon. Yhä enemmän ja yhä kiihtyvällä tahdilla laivoja ja niiden valvontatekniikkaa liitetään osaksi tietoverkkoja. Muutoksen nopeus on vielä pieni, mutta teollisen internetin tekniikan ja erilaisten alustojen kehittyessä se tulee kiihtymään. Itse näen, että käytössä olevia vanhojakin aluksia varustetaan etävalvonnan ja teollisen internetin keinoilla. Onhan jokaisessa laivassa sensorteekniikkaa, ja sitä seurataan lähes poikkeuksetta jonkinlaisella tietokonepohjaisella valvontajärjestelmällä. Tarvitaan lisäksi teknologia ja rajapinnat, joilla data

kerätään ja siirretään analysointiin sekä etävalvontaan. Tulevaisuudessa suurin osa valvonnasta ja käytönaikaisesta tarkkailusta siirtyy tekoälyn tehtäväksi. Tietokonepohjainen ja tekoälyyn perustuva valvonta on väsymätön apuri, kun se on opetettu oikein.

Yhä kehittyvä tekniikka voi mahdollistaa jopa robottien hyödyntämisen konehuoneen käytössä ja valvonnassa. Etäohjatulla robotilla voidaan suorittaa tehtäviä ja saadaan samalla live-kuvaa paikanpäältä. Voi olla jopa mahdollista, että robotiikka integroituu osaksi ihmisen toimintaa siinä määrin, että etäyhäteydellä robotti toistaa ihmisen virtuaalisessa ympäristössä tekemät liikkeet. Ihminen tekee huoltotoimet virtuaalisesti, virtuaalisilla työkaluilla, ja todellisessa maailmassa robotti toistaa nämä liikkeet oikeilla työkaluilla tehden huoltotoimet. Tuskin ihan lähitulevaisuuden näkymä, mutta muutaman kymmenen vuoden päästä saatetaan olla jo näin pitkällä.

Muutoksessa on vielä kuitenkin teknologisia haasteita. Suurimmat kysymykset ja epävarmuudet liittyvät laivan ulkopuolisiin tietoliikenneyhteyksiin ja tietoturvaan. Tietoturva haasteet ovat jo nykyisillä keinoilla ratkaistavissa, sen sijaan yhteysnopeuksien ja -kapasiteetin kasvattaminen ovat vielä lähitulevaisuuden haasteita. Tietoturva toimii jo nykyisissä tietoverkoissa hyvin, kun siihen suhtaudutaan riittävän vakavasti jokaisella tasolla. Tietoturva edellyttää erityisesti jokaisella käyttäjätasolla koulutusta ja etenkin oikeaa asennetta. Yksittäisen käyttäjän tekemä harmiton vahinko saattaa johtaa vakaviin seurauksiin. Näen, että erityisesti luokituslaitokset tulevat panostamaan niin laivojen sisäisten tietoverkkojen ja laivoista ulkopuolelle lähtevien yhteyksien tietoturva vaatimuksiin. Niin ikään kansainvälinen merenkulun järjestö IMO varmasti esittää omat perusvaatimuksensa merenkulun tietoliikenteen tietoturvalle. Koska koko teollinen internet on vielä hyvin elävässä tilassa eikä ole muodostunut varsinaisia standardeja, on jokainen toimija tällä hetkellä vielä oman työnsä paras asiantuntija.

Erilaiset todellisuuden tasot ovat tulevaisuutta. Sekoitettu tai lisätty todellisuus erilaisten laitteiden ja tekniikoiden kautta tulee oman näkemykseni mukaan muuttamaan monen alan työtapoja. Nykyään käytetään jo esimerkiksi sekoitetun todellisuuden apukeinoja rakennusten ja muun rakennetun ympäristön suunnittelussa. Uskon, että ei ole kuin ajan kysymys, milloin vastaavat suun-

nittelun apuvälineet tulevat myös laivanrakennukseen. Nykyisin saadaan luotua hyviä kolmiulotteisia näkymiä paperille tai tietokoneenruudulle. Sekoitetun ja lisätyn todellisuuden mahdollisuudet mullistavat visualisoinnin ja suunnittelun, kun päästään suoraan virtuaalisesti tutkimaan suunnittelun kohdetta ja muokkaamaan sen ominaisuuksia suoraan 3D-mallin sisällä.

Lisätyn todellisuuden keinoja käytetään jo jonkin verran teollisuuden huollossa ja kunnossapidossa. Joitakin valvontaan liittyviä sovellutuksia on myös käytössä. Lisätyn todellisuuden mahdollisuudet yhdistettynä älykkäisiin sensoreihin ja teolliseen internetiin ovat huikeat. Esimerkiksi koko laivan tekniikan valvonta voidaan hajauttaa AR-lasien näytölle. Kulkiessaan konehuoneessa konemestari saa halutessaan reaaliaikaista dataa, hälytyksiä tai muuta tarvittavaa informaatioita näkökenttäänsä. Huoltotoimien aikana on mahdollista saada etäneuvontaa, kirjallisia tai 3D-kuvaohjeita suoraan kohteen kohdalla työskenneltäessä.

Tulevaisuuden muutokset ovat suuria ja vaativat sopeutumista niin käyttäjiltä kuin tekniikan kehittäjiltä. Alkuvaiheessa korostuu toimijoiden huolellinen yhteistyö etenkin tietoturvaan liittyvissä asioissa. Alalta puuttuu vielä standardeja ja vaatimuksia uusien tekniikoiden suhteen. Myös käyttäjien koulutus on erittäin tärkeää. Ilman riittävää opastusta minkä tahansa uuden tekniikan hyöty jää saavuttamatta, mikäli käyttäjä turhautuu uuden sovelluksen tai laitteen edessä.

Teollisen internetin älykkäiden sensoriverkkojen ja lisätyn todellisuuden yhdistämällä saavutettaisiin näkemykseni mukaan ja lähdeaineistoon perustuen huomattavia etuja sekä käytönvalvonnassa että ennakoivassa huollossa. Käytönvalvonta olisi kaikkialla tapahtuvaa ja operointi olisi mahdollista laitteiden läheisyydessä ilman jatkuvaa siirtymistä valvomon ja kohteen välillä. Huoltoilmoituksia tai -tarpeita voisi tarkastaa laitteiden luona. Indikaattoreita voi olla esimerkiksi värähtelyantureiden tuottama data, paine-erot, virtauksen muutos, lämpötilojen muutokset tai muu vastaava muutokseen perustuva data.

Teollisen internetin mahdollisuudet koneiden valvonnassa ja jopa itsenäisessä käytössä ovat huikeat. Tekoäly yhdistettynä älykkäisiin sensoreihin pystyisi hoitamaan laivan toimintoja melko pitkälle. Tilanteessa, jossa laivan halutaan

siirtyä satamasta toiseen, annetaan koneistolle ajankohta, jolloin halutaan lähteä satamasta ja aluksen navigointijärjestelmälle kerrotaan kohdesatama sekä ajankohta, jolloin pitää olla perillä. Kaiken koneistojen käytöstä edelleen reitin suunnitteluun suorittaa tekoäly. Periaatteessa tämä vastaa itsenäisesti operoivan, etäohjatun laivan mallia, mutta oman näkemykseni mukaan ihmisen pitää säilyä edelleen laivassa mahdollisten poikkeustilanteiden varalta.

Teollisen internetin sensorit voivat antaa suoraan informaatiota lisätyn todellisuuden laseille, kuten aiemmin on esitetty. Teollisen internetin sensorin tai IoT-majakan lähetteen voisi saada suorana informaationa käytettäväksi eri laitteilla. Esimerkiksi matkustaja-aluksessa voisi älypuhelimella tai tabletilla tutkia laivan eri osastoja lisätyn todellisuuden kuvista, kun tietty markkerikuva luetaan sovelluksen kautta.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimusongelmaa tarkasteltaessa voidaan todeta, että nykyisillä ja olemassa olevilla tekniikoilla on mahdollista toteuttaa kirjoittajan näkemyksen mukainen lisätyn todellisuuden ja teollisen internetin yhdistävä laivan- ja konehuoneenvalvontajärjestelmä. Useat esimerkit ja opinnäytetyössä käytetyt lähdemateriaalit tukevat tätä näkemystä.

Uuden teknologian kehittäminen on aina haastavaa ja aikaa vievää, jotta hyväksi havaittavat tekniset ratkaisut saadaan valmiiksi ja toimiviksi. Tässä opinnäytetyössä esitetty idea teollisen internetin ja lisätyn todellisuuden yhdistämisestä vaatii laajaa kehitystyötä ja suurta asiantuntemusta. Tähän opinnäytetyöhön löydetyt lisätyn todellisuuden esimerkit ovat vielä kehitysasteella. Näiden tekniikoiden mahdollisuudet ovat kuitenkin hyvin suuret ja mielenkiintoiset ajatellen laivatekniikan tulevaisuutta.

Lopputyössä esitellyn vision toteuttaminen edellyttää laajaa osaamista ja yhdistettyä osaamista niin laivatekniseltä kuin tietoteknisten järjestelmien puolelta. Uuden tekniikan vision yhdistäminen käytännön toteutumaan vaatii aluksi suuren selvitystyön sekä tekniseltä että hallinnolliselta puolelta. Opinnäytetyössä esitetty uusi konevalvontamalli yhdistää monia olemassa olevia tekniikan osa-alueita, sovelluksia ja toimintatapoja yhdeksi uudeksi sovellutukseksi.

Olemassa oleviin järjestelmiin lisätty yhteys tietoverkkoihin mahdollistaa monia uusia tapoja saada lisäarvoa koneistojen ja koko laivan käytön tehostamiseen. Uusien laivateknisten järjestelmien osalta voidaan toteuttaa yhä monimutkaisempia ja esimerkiksi tekoälyyn perustuvia ratkaisuja.

Opinnäytetyössä esitetty konevalvontamalli vapauttaa myös laivakoneistoja valvovan ja käyttävän henkilöstön resursseja suorittavaan työhön. Konehuoneen ja valvontahuoneen välinen kulkeminen sekä riippuvaisuus yhdestä valvontapaikasta sekä edistää työn sujuvuutta että tehostaa valvontaa. Ohjeiden ja etätuen saaminen suoraan huoltokohteessa voi auttaa työn suorittamisessa paljon.

Esitellyn tekniikan edistämiseksi pitäisi aiheesta tehdä vielä jatkotutkimusta. Käytännön kokeilu tai esimerkki lisätyn todellisuuden ja teollisen internetin yhdistämisestä yhdeksi sovellutukseksi kertoisi käytännön tasolla kuinka järkevää uutta konevalvonnan visiota olisi kehittää pidemmälle.

9 LOPUKSI

Opinnäytetyö on luonteeltaan hyvin ennustava ja spekuloiiva. Lähdeaineiston ja nykyisen tietoteknisen kehityksen pohjalta ei voida kuitenkaan täysin varmasti sanoa, että mitkä visioista tulee toteutumaan ja mitkä kaatumaan. Tulevaisuuden kehityskulun ennustaminen on aina haastavaa, mutta selviä merkkejä on jo siitä, että teollinen internet on tullakseen myös merenkulkuun. Eri todellisuuden tasojen integroiminen valvontaan ja esimerkiksi laivojen etäohjaus tai robotiikka ovat vielä suuria kysymyksiä. Tekniikan kehittyessä ja yleistyessä johtaa kehitys kuitenkin vääjäämättä kohti edellä mainittuja visioita. Toteutumisen aikataulu on myös hyvin avoin. Se riippuu niin alan toimijoiden innokkuudesta ja tietoisuudesta kuin ohjelmistojen, alustojen, laitteiden ja digitaalisten palveluiden tuottajien halukkuudesta kehittää uutta.

Opinnäytetyön aikana tuli selväksi, että valittu aihe ja sen otsikon alle kerääntyvät tietomäärät ovat erittäin laajat. Pelkästään teollisesta internetistä merenkulussa tai eri todellisuuden tasojen hyödyntämisestä merenkulussa olisi saanut tehtyä opinnäytetyön. Halusin kuitenkin jollain tavalla nivoa yhteen näke-

myksiäni molemmista mielenkiintoisista aiheista ja tulevaisuuden visioista. Kuten Lindholmin (2016) merenkulun digitalisaatiota käsittelevässä opinnäytetyössä todettiin, on tulevaisuuden merenkulussa ja digitalisaatioon liittyvissä aiheissa vielä erittäin paljon tutkittavaa ja hyviä aiheita opinnäytetöiksi. Itse olisin halunnut paremmin paneutua älykkäiden sensoreiden maailmaan ja etenkin sensoriverkkojen kysymyksiin, koska ne tulevat olemaan yksi merkittävä osa-alue tulevaisuuden älykkään laivatekniikan saralla. Myös laivan navigointiin ja ohjailuun liittyvissä lisätyn todellisuuden sovellutuksissa olisi paljon tutkimuskohteita ja kehitysmahdollisuuksia.

Kaiken kaikkiaan olemme tällä hetkellä tekniikan suuren muutoksen alkuvaiheessa. Teollinen internet, IoT ja erilaiset todellisuuden tasot ovat vielä monille tuntemattomia asioita. Kehitys on kuitenkin kiihtymässä kohti teollista internetiä, jolloin se väkisinkin heijastuu kaikille teknisille aloille kuten esimerkiksi merenkulkuun. Vielä ei ole odotettavissa suuria mullistuksia laivojen käyttöön ja operointiin, mutta niihinkin on hyvä valmistautua seuraamalla alan kehitystä ja pitämällä omaa oppimista ajan tasalla esimerkiksi itsenäisesti tutkimalla uusia asioita.

LÄHTEET

- ABlresearch. 2014. The Internet of Things Will Drive Wireless Connected Devices to 40.9 billion in 2020. 20.8.2014. Internetsivusto. Saatavilla: <https://www.abiresearch.com/press/the-internet-of-things-will-drive-wireless-connect/> [viitattu 30.3.2017].
- ABlresearch. 2017. IoE vs. IoT vs. M2M, What's The Difference? Internetsivusto. Saatavilla: <https://www.abiresearch.com/pages/what-is-internet-things/> [viitattu 30.3.2017].
- Ando, H. 2014. Smart Ship Application Platform Project. Esitelmä 11.4.2014. Japan Ship Machinery & Equipment Association. Saatavilla: https://www.monohakobi.com/ja/wp-content/uploads/2015/03/pdf-smartship_application_platform02.pdf [viitattu 11.4.2017].
- Ando, H. 2016. SSAP2: Smart Ship Application Platform 2 Project. Esitelmä 15.4.2016. Japan Ship Machinery & Equipment Association. Saatavilla: <http://www.mlit.go.jp/common/001127905.pdf> [viitattu 11.4.2017].
- Ashton K. 2009. That 'Internet of Things' Thing. In the real world, things matter more than ideas. RFID Journal. 22.6.2009. Saatavilla: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986> [viitattu 30.3.2017].
- Azuma, R. T. 1997. A Survey of Augmented Reality. Teleoperators and Virtual Environments 6, 4 (August 1997). p. 355-385. Saatavilla: <http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf> [viitattu 7.4.2017].
- Billinghurst, M., Clark, A. & Lee, G. 2014. A Survey of Augmented Reality. Foundations and Trends in Human-Computer Interaction. Volume 8, No. 2-3 (2014). p. 73-272. University of Canterbury, Christchurch, New Zealand. Saatavilla: https://is.muni.cz/el/1433/podzim2015/PA198/um/59482554/A_Survey_of_Augmented_Reality.pdf [viitattu 7.4.2017].
- Blackduck. 2015. Industrial Internet of Things in The Maritime Industry. 11.2.2015. Internetsivusto. Saatavilla: <http://blog.blackducksoftware.com/industrial-internet-of-things-in-the-maritime-industry/> [viitattu 31.3.2017]

Bosch. 2017a. Bosch Sensortec, Environmental Sensing. Internetsivusto. Saatavilla: https://www.bosch-sensortec.com/bst/products/environmental/overview_environmental [viitattu 7.4.2017].

Bosch. 2017b. Bosch Sensortec, BMI160. Internetsivusto. Saatavilla: https://www.bosch-sensortec.com/bst/products/all_products/bmi160 [viitattu 6.4.2017].

Collin J. & Saarelainen A. 2016. Teollinen internet. 1. painos. Liettua, Balto Print. Talentum Media Oy.

Daqri. 2017a. Daqri Smart Glasses. Internetsivusto. Saatavilla: <https://daqri.com/products/smart-glasses/> [viitattu 6.4.2017].

Daqri. 2017b. Anatomy 4D. Internetsivusto. Saatavilla: <http://anatomy4d.daqri.com/> [viitattu 6.4.2017].

Daqri. 2017c. Smart Helmet. Internetsivusto. Saatavilla: <https://daqri.com/products/smart-helmet/> [viitattu 26.4.2017].

DHL 2014. Augmented Reality in Logistics. DHL Customer Solutions & Innovation. Saatavilla: http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/csi_augmented_reality_report_290414.pdf [viitattu 10.4.2017].

Digi-Capital. 2017. After mixed year, mobile AR to drive \$108 billion VR/AR market by 2021. January 2017. Internetsivusto. Saatavilla: <http://www.digi-capital.com/news/2017/01/after-mixed-year-mobile-ar-to-drive-108-billion-vrar-market-by-2021/> [viitattu 7.4.2017].

DNV GL. 2015a. Surveys without scaffolds – DNV GL conducts drone inspection of ship tanks. 17.12.2015. Internetsivusto. Saatavilla: <https://www.dnvgl.com/news/surveys-without-scaffolds-dnv-gl-conducts-drone-inspection-of-ship-tanks-51628> [viitattu 26.4.2017].

DNV GL. 2015b. Ship Connectivity. DNV GL Strategic Research & Innovation Position Paper 04-2015. Saatavilla: <https://www.dnvgl.com/publications/ship-connectivity-28107> [viitattu 11.4.2017].

Flyability. 2016. Internal Tank Inspection Partnership for Oil & Gas. 04, 2016. Internetsivusto. Saatavilla: <http://www.flyability.com/internal-tank-inspection-partnership-for-oil-gas/> [viitattu 26.4.2017].

Forbes. 2016. The Top 10 AI and Machine Learning Use Cases Everyone Should Know About. 30.9.2016. Internetsivusto. Saatavilla: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/09/30/what-are-the-top-10-use-cases-for-machine-learning-and-ai/#19daaad094c9> [viitattu 26.4.2017].

Google. 2017. Physical Web. Internetsivusto. Saatavilla: <https://google.github.io/physical-web/> [viitattu 30.3.2017].

Graphiq. 2017. Compare Virtual Reality Headsets. Internetsivusto. Saatavilla: <http://virtual-reality-headsets.specout.com/> [viitattu 4.4.2017].

GTAI. 2017. Germany Trade & Invest. Industrie 4.0. Saatavilla: <https://industrie4.0.gtai.de/INDUSTRIE40/Navigation/EN/industrie-4-0>. [viitattu 30.3.2017].

Henderson S. & Feiner S. 2011. Exploring the Benefits of Augmented Reality Documentation for Maintenance and Repair. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Volume 17, No. 10, October 2011. p. 1355-1368. Saatavilla: <http://graphics.cs.columbia.edu/projects/armar/pubs/hendersonFeinerTVCG2011.pdf> [viitattu 6.4.2017].

IEC. 2014. Internet of Things: Wireless Sensor Networks. International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland. Saatavilla: <http://www.iec.ch/whitepaper/pdf/iecWP-internetofthings-LR-en.pdf> [viitattu 5.4.2017].

IEC. 2015. Factory of future. International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland. Saatavilla: <http://www.iec.ch/whitepaper/pdf/iecWP-futurefactory-LR-en.pdf> [viitattu 10.4.2017].

IoTOne. 2017. KSP Steel Decentralized Control Room. Internetsivusto. Saatavilla: <https://www.iotone.com/casestudy/daqri-ksp-steel-decentralized-control-room/c234> [viitattu 5.4.2017].

Juhanko, J. (toim.), Jurvansuu, M., (toim.), Ahlqvist, T., Ailisto, H., Alahuhta, P., Collin, J., Halen, M., Heikkilä, T., Kortelainen, H., Mäntylä, M., Seppälä, T., Sallinen, M., Simons, M. & Tuominen, A. (5.1.2015). Suomalainen teollinen internet – haasteesta mahdollisuudeksi: taustoittava kooste. ETLA Raportit No 42. Saatavilla: <http://pub.etla.fi/ETLA-Raportit-Reports-42.pdf> [viitattu 30.3.2017].

Kdouh, H. Brousseau, C. Zaharia, G. Farhat, H. Grunfelder, G. & El Zein, G. 2013. On the Use of Wireless Technologies for Shipboard Monitoring Systems. *Wireless Personal Communications*, Springer Verlag, 2013, 72 (3), p. 1755 – 1769. Saatavilla: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00872320/document> [viitattu 27.4.2017].

Kongsberg. 2017. Konginifai. Internetsivusto. Saatavilla: <https://www.kognifai.com/> [viitattu: 31.3.2017].

Kotola, J. 2017. Virtuaalinen ja laajennettu todellisuus. Sovelto aamiaisseminaari 31.3.2017 Tampere. Saatavilla: https://www.sovelto.fi/application/files/1914/9095/9317/Sovelto_Aamiasseminaari_Virtuaalitodellisuus_JariKotola_20170331.pdf [viitattu 11.4.2017].

Lindholm M. 2016. Älylaiva. Digitalisaatio laivatekniikassa ja merenkulkualalla. Opinnäytetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Saatavilla: <https://publications.theseus.fi/handle/10024/106713> [viitattu 31.3.2017].

Lukas, U., Vahl, M. & Mesing B. 2014. Maritime Applications of Augmented Reality – Experiences and Challenges. *Applications of Virtual and Augmented Reality. 6th International Conference, VAMR 2014, Proceedings Part II.* p. 465-475. Springer International Publishing Switzerland 2014. Saatavilla: https://books.google.fi/books?id=xBe6BQAAQBAJ&pg=PA475&lpg=PA475&dq=lukas+u+virtual+and+augmented+reality&source=bl&ots=2JNMJgPx0I&sig=_vBE_8dt6P2H7_PWOSjFWbUM5jk&hl=fi&sa=X&ved=0ahUKEwjeiumK5o_TAhXilpoKHV_YAvsQ6AEIFzAA#v=onepage&q=lukas%20u%20virtual%20and%20augmented%20reality&f=false [viitattu 6.4.2017].

Maritime Executive. 2015. The Internet Big Things 3.10.2015. Internetsivusto. Saatavilla: <http://www.maritime-executive.com/features/the-internet-of-big-things> [viitattu: 15.3.2017].

McKinsey. 2015. The Internet of Things: Mapping the Value Beyond the Hype. McKinsey&Company, 6, 2015. Internetsivusto. Saatavilla:

http://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20The%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/Unlocking_the_potential_of_the_Internet_of_Things_Executive_summary.ashx [viitattu 31.3.2017].

Melli, R. 2009. Present Applications of Artificial Intelligence to Energy Systems. Energy, Energy System Analysis and Optimazation Vol. III. p. 93-104.

EOLSS Publishers, Oxford, United Kingdom. Saatavilla:

https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=U9SUCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA93&dq=PRESENT+APPLICATIONS+OF+ARTIFICIAL+INTELLIGENCE+TO+ENERGY+SYSTEMS&ots=bp8RIHn4bT&sig=Mfyy5aa2alJQz8JdNPXZib-Mbw&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false [viitattu 10.4.2017].

Microsoft. 2017. Microsoft HoloLens. Internetsivusto. Saatavilla

<https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us> [viitattu 5.4.2017].

Milgram, P & Kishino, F. 1994. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays.

IEICE Transactions on Information Systems, Vol E77-D, No. 12.12.1994. Saatavilla: https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram_IEICE_1994.pdf [viitattu 31.3.2017].

NeuroSky. 2017a. ThinkGear AM. Internetsivusto. Saatavilla:

<http://neurosky.com/biosensors/eeg-sensor/biosensors/> [viitattu 7.4.2017].

NeuroSky. 2017b. MindWave Mobile. Internetsivusto. Saatavilla:

<https://store.neurosky.com/pages/mindwave> [viitattu 7.4.2017].

Osterhout Design Group. 2017. ODG Online Store, R-7 Smartglasses System.

Internetsivusto. Saatavilla: <https://shop.osterhoutgroup.com/products/r-7-glasses-system> [viitattu 6.4.2017].

Popular Mechanics Magazine. 1955. Numero 3, Windshield TV Screen to Aid Blind Flying s. 101-102. Saatavilla:

https://books.google.fi/books?id=fNwDAAAAMBAJ&pg=PA101&dq=1954+Popular+Mechanics+January&hl=en&sa=X&ei=R9ZJT9CsO4WcgQeiuL2IDg&redir_esc=y#v=onepage&q=1954%20Popular%20Mechanics%20January&f=true [viitattu 31.3.2017].

Rabbi, I., & Ullah S. 2013. A Survey on Augmented Reality Challenges and Tracking. Acta Graphica 24(2013)1-2, 29-46. University of Zagreb, Croatia.

Saatavilla:

http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=150828 [viitattu 30.3.2017].

Rehman U. & Cao S. 2017. Augmented Reality-based Indoor Navigation: A Comparative Analysis of Handheld Devices vs. Google Glass. IEEE Transactions on Human-Machine Systems, 47(1), 140-151. Saatavilla:

https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/11295/Cao_Shi-Augmented%20Reality-based%20Indoor%20Navigation.pdf?sequence=2&isAllowed=y [viitattu 3.4.2017].

Saarikangas, A-P. 2012. Wärtsilä. Esitelmä. Saatavilla:

<http://www.hel.fi/static/kanslia/elo/saarikangas-wartsila.pdf> [viitattu 30.3.2017].

Samsung. 2017. Samsung Gear VR. Internetsivusto. Saatavilla:

<http://www.samsung.com/global/galaxy/gear-vr/> [viitattu 6.4.2017].

Sutherland, I. E. 1965. The Ultimate Display. Proceedings of IFIP Congress 506-508, 1965. Saatavilla:

<http://www8.informatik.umu.se/~jwworth/The%20Ultimate%20Display.pdf> [viitattu: 3.4.2017].

Trimble. 2017. Trimble and Microsoft HoloLens: The Next Generation of AEC-O Tehnology. Internet-sivusto. Saatavilla: <http://buildings.trimble.com/hololens> [viitattu 6.4.2017].

Tuomivaara, T. 2005. Tieteellisen tutkimuksen perusteet. Luentomoniste kursilla Y125. Helsingin Yliopisto. Saatavilla:

<http://www.mv.helsinki.fi/home/ttuomiva/Y125luku6.pdf> [viitattu 25.4.2017]

Vasilijevic, A., Borovic, B. & Vukic, Z. 2011. Augmented Reality in Marine Applications. Brodo Gradnja 62(2011)2, 136-142. Saatavilla:

http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=106490 [viitattu 30.3.2017].

VTT. 2016. Remote Maintenance Assistance. Internetsivusto. Saatavilla:

<http://virtual.vtt.fi/virtual/proj2/multimedia/videos/2016/001-remote->

maintenance-assistance.html. Artikkelin video saatavilla

https://www.youtube.com/watch?v=_vnqNrK1jLg [viitattu 30.3.2017].

VTT. 2017. Augmented Reality / 3D Tracking. Internetsivusto. Saatavilla:

<http://virtual.vtt.fi/virtual/proj2/multimedia/> [viitattu 4.4.2017].

Vuzix. 2017. M3000 Smart Glasses. Internetsivusto. Saatavilla:

<https://www.vuzix.com/Products/m3000-smart-glasses> [viitattu 6.4.2017].

Wärtsilä. 2014. The Wärtsilä 3C Control & Communication Centre. Saatavilla:

<http://cdn.wartsila.com/docs/default-source/product-files/ea/automation/brochure-o-ea-3c.pdf?sfvrsn=8> [viitattu 26.4.2017].

Wärtsilä. 2017a. Wärtsilä online services. Internetsivusto. Saatavilla:

<http://cdn.wartsila.com/docs/default-source/services-documents/w%C3%A4rtsil%C3%A4-online-services.pdf?sfvrsn=4> [viitattu 30.3.2017].

Wärtsilä. 2017b. Wärtsilä Condition based maintenance services. Internetsi-

vusto. Saatavilla: <http://www.wartsila.com/services/areas-of-expertise/services-catalogue/wartsila-genius-services/condition-based-maintenance-services> [viitattu 26.4.2017].

TAULUKKO LISÄTYN TODELLISUUDEN LAITTEISTA

Valmistaja tai kehittäjä	Mallinimi	Käyttöjärjestelmä	Proessori	Kameran tarkkuus	Yhteydet	Anturit	Kuuloke	Ohjaus	Olemus
Metavision	Meta 2	Meta	Ei tiedossa	720p	Ei kerrottu	Ei kerrottu	4 kaiutinta	Käden liike	Pään ympärille
Immy	NEO iC 60	Ei tiedossa	Ei tiedossa	720 p, 8 MP	Bluetooth, Wlan, HDMI	Inertia anturi kiihtyvyyys, gyro, magnetometri	Erillinen	Käden liike	Silmälasi
Osterhout Design Group	R7, R8, R9	Android pohjainen	Qualcomm Snapdragon 2.45 GHz	1080p, 13 MP	WLAN, GNSS	Inertia anturi, korkeus, kosteus, valoisuus	Stereo kaiutin	Käden liike	Silmälasi
Optinvent	ORA-2	Android pohjainen		5 MP	Bluetooth, Wlan	Inertia anturi, valoisuus anturi	Erillinen	Ohjauslevy	Silmälasiin kiinnitettävä
Sony	SmartEyeglass	Ei tiedossa	Ei tiedossa	3 MP	Bluetooth, Wlan, Nfc	Inertia, valoisuus	Kaiutin	Ohjauslaite	Silmälasi

Vuzix	M100, M300, M3000, M2000AR, Star 1200 XLD, Blade 3000	Android pohjainen	Ei tiedossa	Monia vaihtoehtoja	Bluetooth, Wlan, GPS	Inertia, valoisuus, monia vaihtoehtoja	Kaiutin tai erillinen	Ohjauslaite, päännliike, käden liike	Silmälasi, silmalasiin kiinnitettävä
Recon Instruments	Jet, Snow2, Jet Pro	ReconOS	Ei tiedossa, mahdollisesti Intel	Monia vaihtoehtoja	Bluetooth, Wlan, GPS	Inertia	Ei tiedossa	Optinen ohjauslaite tai tunnistin	Silmälasi, lasihin kiinnitettävä
Atheer	AiR	Android pohjainen AiR OS	NVIDIA Tegra K1	2 x 4 MP, 720p	Bluetooth, Wlan, LTE	Inertia	Stereo kaiutin	Käden liike	Pään ympärille, panta
Google	Glass	Glass OS	OMAP 4430	5 MP, 720 p	Wlan, Bluetooth	Inertia, valoisuus, läheisyys		Ohjauslevy, äänikomento	Silmälasit tai lasihin kiinnitettävä
Microsoft	HoloLens	Windows 10	Intel 32-bit, 1 GHz	2,4 MP. 6 kpl kameroita.	Bluetooth, Wlan	Inertia, syvyys kamera / anturi	Tilaa imitoiva kaiutin	Käden liike	Pään ympärille, panta
Daqri	Smart helmet, Smart glasses, Smart HUD	Ilmeisesti Android	Intel Core m7			Syvyyskamera / anturi, inertia, lämpökamera		Käden liike	Pään ympärille, panta tai kypärä tai HUD-näyttö
Epson	Moverio BT-300	Android 5.1	Intel Atom x5, 1.44 GHz	5 MP	Bluetooth, Wlan	Inertia, valoisuus, GPS		Ohjauslevy, näppäimiä	Silmälasit

KUVALUETTELO

Kuva 1. Esineiden internetin jakautuminen kuluttajien ja teollisuuden maailmaan (Collin & Saarelainen 2016).

Kuva 2. Teollisten vallankumousten aikakaudet (Collin & Saarelainen 2016, 33).

Kuva 3. Laivan ja muiden toimijoiden rajapintojen havainnollistaminen SSAP-projektissa. (Muokattu lähteestä Ando 2014). Saatavilla: https://www.monohakobi.com/ja/wp-content/uploads/2015/03/pdf-smartship_application_platform02.pdf [viitattu 11.4.2017].

Kuva 4. Aluksen ja muiden toimijoiden vuorovaikutus SSAP2-projektin mukaan. (Muokattu lähteestä Ando 2016). Saatavilla: <http://www.mlit.go.jp/common/001127905.pdf> [viitattu 11.4.2017].

Kuva 5. Todellisuuden eri tasot suhteessa todelliseen ja virtuaaliseen maailmaan. (Muokattu lähteestä Milgram & Kishino 1994). Saatavilla: https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram_IEICE_1994.pdf [viitattu 31.3.2017].

Kuva 6. Lisätyn todellisuuden toteutuksen periaatekuva. (Muokattu lähteestä Vasilijevic, Borovic & Vukic 2011, 137). Saatavilla: http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=106490 [viitattu 30.3.2017].

Kuva 7. Daqri Smart Glasses (Daqri 2017a). Kuvakaappaus yrityksen internetsivuilta. Saatavilla: <https://daqri.com/products/smart-glasses/> [viitattu 6.4.2017].

Kuva 8. ODG R7 (Osterhout Design Group 2017). Kuvakaappaus yrityksen internetsivuilta. Saatavilla: <https://shop.osterhoutgroup.com/products/r-7-glasses-system> [viitattu 6.4.2017].

Kuva 9. Vuzix M3000 (Vuzix 2017). Kuvakaappaus yrityksen internetsivuilta. Saatavilla: <https://www.vuzix.com/Products/m3000-smart-glasses> [viitattu 6.4.2017].

Kuva 10. Virtuaalisen todellisuuden lasit, Samsung Gear VR (Samsung 2017). Kuvakaappaus yrityksen internetsivuilta. Saatavilla: <http://www.samsung.com/global/galaxy/gear-vr/> [viitattu 6.4.2017].

Kuva 11. Sekoitettun todellisuuden lasit, Microsoft Hololens (Microsoft 2017). Kuvakaappaus yrityksen internetsivuilta. Saatavilla <https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us> [viitattu 5.4.2017].

Kuva 12. Kirjoittajan havainnekuva lisätyn todellisuuden näkymästä konehuoneessa. Kirjoittajan itse ottama ja muokkaama kuva.

Kuva 13. Kirjoittajan havainnekuva lisätyn todellisuuden näkymästä konevalvontaikkunassa. Kirjoittajan itse ottama ja muokkaama kuva.