



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

AKSELI RANTANEN

# Venttiilivällysten säätö AR-tekno- logian mahdollistamana

MERENKULUN TUTKINTO-OHJELMA  
2024

## TIIVISTELMÄ

Rantanen, Akseli: Venttiilivälysten säätö AR-tekniologian mahdollistamana  
Opinnäytetyö, AMK  
Merenkulun tutkinto-ohjelma, insinööri  
Maaliskuu, 2024  
Sivumäärä: 28

Opinnäytetyössä käsiteltiin AR-tekniologian, eli lisätyn todellisuuden käytettävyyttä satamahinaaja Apollonin pääkoneen imu- ja pakoventtiilivälysten säädössä. Käyttötapauksen avulla suoritettussa tutkimuksessa kiinnitettiin huomiota käytettävyyteen, laatuun, luotettavuuteen ja kustannustehokkuuteen.

Tarkoituksena oli selvittää älylasien tuottamaa lisäarvoa etäneuvontaan ja todentaa huoltotoimintapiteen onnistuminen etäyhteyden avulla. Opinnäytetyössä suoritettiin myös vertailu käyttämällä älypuhelin etäneuvonnassa. Käyttäjäkokemuksen perusteella saatiin tietoa laitteiden eroavaisuuksista ja todettiin älylasien hyöty esimerkiksi työergonomiassa.

Tulokset perustuivat käyttäjän kokemukseen ja havaintoihin. Tulosten perusteella päästiin kuitenkin todentamaan AR-laitteen lisäarvo ja todettiin se riittävän luotettavaksi asennuskohteisiin.

Avainsanat: AR-tekniologia, kunnossapito, hinaajat, lisätty todellisuus

## Abstract

Rantanen, Akseli: Valve clearance adjustment enabled by AR technology  
Bachelor's thesis  
Maritime Engineering  
March 2024  
Number of pages: 28

The thesis dealt with the usability of AR technology in technical maintenance work. The study conducted with the use case paid attention to usability, quality, reliability, and cost-effectiveness.

The purpose was to find out the added value of Smart Glasses for remote counselling and to verify the success of the maintenance operation by means of remote access. A comparison was also made using a smartphone for remote counseling. Based on user experience, information was obtained on the differences between the devices and the benefits of smart glasses were found, for example, in work ergonomics.

The research method was qualitative because the results of the study were based on the user's experience and observations. However, based on the results, it was possible to verify the added value of the AR device and found it to be reliable enough for the installation sites.

Keywords: AR-technology, augmented reality, maintenance, tug

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS .....	6
3 KIRJALLISUUSKATSAUS .....	7
3.1 Lisätty todellisuus .....	7
3.2 AR-laitteiden tietoturvariskit .....	8
3.3 AR-lasien käytettävyys .....	8
3.4 Etätyöskentely teollisuudessa .....	9
4 LAITTEISTO JA KÄYTTÖTAPAUKSEN ESITTELY .....	10
4.1 Real Wear HMT-1 .....	10
4.1.1 Käytettävyys teknisessä ympäristössä .....	11
4.1.2 Kamera ja videoyhteys .....	11
4.1.3 Tallennustila ja dokumenttien hallinta .....	12
4.1.4 Verkkoyhteys .....	12
4.2 Real Wear Explorer .....	12
4.3 Satamahinaaja Apollon .....	14
4.4 Wärtsilä Vasa 8R22C .....	15
4.5 Käyttötapauksen esittely .....	16
4.6 Käyttötapauksen suunniteltu kulku .....	17
5 TUTKIMUS .....	18
5.1 Kunnossapito .....	18
5.2 Käyttötapauksen suorittaminen .....	18
5.3 Käyttötapauksen testaus älypuhelimella .....	22
6 KESKUSTELU .....	24
7 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	26
LÄHTEET .....	27

## SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

- AR = Augmented Reality/Lisätty todellisuus
- HMT=Head Mounted Tablet
- HUD=Heads-UP Display/Heijastusnäyttö
- YKK=Yläkuolokohta
- AKK=Alakuolokohta

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia AR-tekniikan tuottamaa lisäarvoa teknisessä ympäristössä ja selvittää AR-tekniikan käyttöä vaihtoehtona asennuksissa ja huolloissa. Opinnäytetyön hyödyt painottuvat laitetoimittajien ja teknisten yritysten välillä.

Opinnäytetyön tavoite on avata uusia näkökulmia AR-tekniikan hyödyllisyydestä ja käytettävyydestä. Opinnäytetyö pysyy puolueettomana ja siitä syystä tutkimus tarttuu myös ongelmakohtiin, jotta päästään todenmukaisiin tuloksiin.

Digitalisaatio on vallannut tilaa myös tekniikan aloilta ja samaan aikaan huolto- ja kunnossapitotöistä on tullut yhä haastavampia. AR-tekniikan avulla saadaan lisättyä reaaliaikaista kuvaa ja ääntä avuksi erilaisiin tekniikan alan asennus- ja huolto kohteisiin. Opinnäytetyö pohjautuu Relar- hankkeeseen, jossa tutkittiin AR-lasien toimivuutta merenkulun toiminnoissa.

Opinnäytetyön loppuvaiheessa toteutetaan käyttötapauksena venttiilivälysten säätö Wärtsilän Vasa 8R22C moottoriin AR-lasien ja niihin muodostetun etäyhteyden avustuksella. Vertailutulosten saamiseksi käyttötapauksessa testattiin myös vaihtoehtoisia tapoja etäneuvontaan, joka toteutettiin älypuhelimella soitetulla videopuhelulla. Tutkimustulosten avulla analysoidaan älylasien tuottamaa lisäarvoa käyttötapauksessa.

## 2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS

Opinnäytetyön tavoitteena on vastata tutkimuskysymykseen kirjallisuuskatsauksen, tutkimusmenetelmien ja käyttötapauksen avulla.

Tutkimuskysymyksenä on, voidaanko etäyhteyden avulla toteuttaa huoltotoiminpide, joka on luotettava ja kustannustehokas.

Käyttötapauksena tullaan suorittamaan satamahinaaja Apollonin pääkoneen nro. 2, imu- ja pakovoiventtiilivälyksien säätö älylaseja hyödyntäen. Säätö suoritetaan todellisessa ympäristössä hinaajan ollessa satamassa. Etäyhteys muodostetaan älylaseja käyttävän suorittajan ja tietokoneella toimivan avustajan välille, Teams palvelulla.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia Real Wear älylasien tuomaa lisäarvoa huolto- ja kunnossapitotöissä ja sitä, kuinka laadukkaasti työ voidaan suorittaa etäyhteyden avulla. Käyttötapauksen tavoitteena havainnoida älylasien hyviä puolia ja mahdollisia kehityskohteita. Käyttötapauksessa testataan myös perinteistä älypuhelinta etäneuvonnassa vertailun vuoksi. Vertailulla pyritään näyttämään älylasien mahdollista hyötyä käytettävyydessä.

### 3 KIRJALLISUUSKATSAUS

Kirjallisuuskatsauksessa käydään läpi kirjallisuutta, artikkeleita, verkkojulkaisuja ja tutkimuksia. Kirjallisuuskatsauksella luodaan kokonaiskuvaa opinnäytetyön tutkimuskentästä ja siitä mitä asiasta jo tiedetään. (Salminen, 2023, s. 3.)

#### 3.1 Lisätty todellisuus

Lisättyllä todellisuudella (Augmented Reality) tarkoitetaan virtuaalisen sisällön lisäämistä todelliseen ympäristöön. Se on yhdistelmä virtuaalisesta ympäristöstä, jossa käyttäjä näkee todellisen ympäristön sekä siihen lisätyn virtuaalisen sisällön. Ajatuksena on, ettei käyttäjältä korvata todellista ympäristöä vaan lisätään siihen haluttuja elementtejä, joita ovat esimerkiksi työhöjeet tai video. (Azuma 1997.) Azuman (1997) mukaan lisätyn todellisuuden on täytettävä

kolme peruseriaatetta: Sen on oltava yhdistelmä todellista sekä virtuaalista maailmaa, reaaliaikaisessa vuorovaikutuksessa sekä kolmiulotteista.

AR-teknologiaa voidaan käyttää monilla erilaisilla laitteilla, jotka tuovat sisältöä käyttäjän näkyviin. Esimerkiksi käyttäjän päähän asetettava heijastusnäyttö eli HUD-näyttö tai perinteisempi silmälasimainen ratkaisu, keskittyvät pelkästään AR-teknologiaan. Tätä teknologiaa on ollut saatavilla jo 1990-luvulta lähtien, mutta se ei ole vielä saavuttanut suurta suosiota kuluttajien keskuudessa. Näytöt ovat yleensä läpinäkyviä linssejä, joihin kuva tuodaan, mutta käyttäjä näkee silti ympäristönsä lähes normaalisti, ikään kuin ilman näyttöä. (Kipper, Rappolla 2012, s.44–45.)

### 3.2 AR-laitteiden tietoturvariskit

Mattila (2021) kertoo kandidaatin tutkielmassaan, että AR-laitteissa on useita liikettä seuraavia ja tunnistavia sensoreita sekä kameroita, jotka välittävät tietoa. Tämän vuoksi yritysmaailmassa näiden laitteiden tietoturvariskit on arvioitava ja niihin on puututtava pienelläkin kynnyksellä. Tietoturvaohjeita voi ilmetä esimerkiksi laitteiden keräämässä datassa ja sen siirrossa. Lisäksi tietoturvaohjeita voi olla tietojen manipulointi tai niiden käyttö vakoilu ja kopiointi mielessä. Erityisesti kameran välittämä kuva on olennainen suojattava materiaali, sillä siitä voi paljastua salaista tietoa, kuten tehtaan pohjapiirroksia, salasanoja tai muuta luottamuksellista tietoa. Lisäksi hakkerit voivat manipuloida laitteiden näyttämää dataa aiheuttaakseen haittaa yrityksille, huoltotyöntekijöille tai huollettaville laitteille esimerkiksi antamalla vääriä ohjeita.

### 3.3 AR-lasien käytettävyys

Koskisen (2022) pro gradu -tutkielmassa käy ilmi, että teollisuuden tarpeet asettavat korkeita vaatimuksia teknologian käytettävyydelle ja luotettavuudelle reaali maailman objektien paikantamisessa ja seuraamisessa. On erittäin tärkeää saada virtuaaliset ja fyysiset objektit sovitettua tarkasti samaan sijaintiin, tämä onkin yksi AR-teknologian suurimmista haasteista tällä hetkellä. Yksi



yleisesti tunnettu ongelma AR-lasien näytöissä on niiden hyvin rajoittunut näkökenttä, johon virtuaalista sisältöä voidaan sijoittaa. Toisin sanoen näkökentän reunoilla esiintyy alueita, joille virtuaalista sisältöä ei voida heijastaa läpinäkyvissä AR-laseissa. Se hankaloittaa virtuaalisen sisällön havaitsemista tai voi estää sen näkemisen kokonaan. Tämä vaikeuttaa työtehtävien suorittamista ja saattaa aiheuttaa vaaratilanteita, mikäli tärkeä informaatio jää rajoitetun näkökentän ulkopuolelle. (Koskinen, 2022.)

Linturin (2017) mukaan AR-lasien käytössä on havaittu myös paljon käyttömukavuuteen liittyviä ongelmia. Lasien istuvuus, varsinkin pidempiaikaisessa työsuorituksessa on haastavaa ja voi aiheuttaa päänsärkyä. Käyttäjät myös joutuvat seuraamaan tarkasti näytöllä näkyviä kuvia tai ohjeita, joka puolestaan väsyttää silmiä hyvin voimakkaasti. AR-lasien käyttö voi aiheuttaa jopa hui- mausta, kun silmät yrittävät tarkentaa useampaan eri kohtaan samanaikai- sesti.

### 3.4 Etätyöskentely teollisuudessa

Taimisto (2022) kuvailee kandidaatin työssään etätyöskentelyä paikasta riip- pumattomaksi työskentelytavaksi yrityksen määräämin reunaehdoin. Työ voi olla kokonaisuudessaan etätyötä tai hybridimuotoista eli yhdistelmä toimisto- ja etätyötä. Asiantuntijatyössä on usein asiakkuussuhteita globaalilla tasolla ja silloin etätyöllä on suurempi merkitys myös kustannustehokkaana tapana suo- rittaa työtehtäviä. (Taimisto, 2022.)

Teollisuuden digitalisaatio johtaa prosessien jouhevuuteen ja osaksi sen siir- tymisen verkkoon. Samalla teollisuuden koneet ja niiden huoltotoiminpiteet monimutkaistuvat yhä entisestään. Ongelmien ratkaisemiseen tarvitaan enemmän asiantuntijätietoa ja -taitoa, jota ei aina ole saatavilla paikan päällä. Tästä syystä virtuaaliteknologiasta on tullut teollisuusyrityksille yhä kiinnosta- vampaa, jotta asiantuntijuus olisi helpommin saatavilla esimerkiksi etäyhtey- dellä. Etäyhteyden välityksellä suoritettulla ongelmanratkaisulla voitaisiin vält- tää matkustuskustannuksia ja viivästyksiä laitteiden korjauksissa ja

huoltotoimissa. COVID-19-pandemian vuoksi matkustamista rajoitettiin ja työt teollisuuden alalla vaikeutui huomattavasti. Tämä toi etätyön myös entistä enemmän teollisuuteen. Tämä tarkoittaa, että ulkopuolisten palveluiden, kuten huollon ja kunnossapidon, on pitänyt sopeutua uusiin toimintatapoihin. (Vorraber;Gasser;Webb;Neubacher;& Url, 2021.

## 4 LAITTEISTO JA KÄYTTÖTAPAUKSEN ESITTELY

Opinnäytetyön pääasiallinen tutkimusmenetelmä on kvalitatiivinen, koska käyttötapauksen tutkimustulokset tulevat olemaan havainnollisia. Opinnäytetyössä tukeudutaan lisäksi vertailevaan konstruointiin peilaamalla käytössä olevia huoltomenetelmiä AR-teknologiaan. Käyttötapauksessa hyödynnetään Real Wearin HMT-1 AR-älylaseja, satamahinaajana Apollonia ja toista sen pääkoneista.

### 4.1 Real Wear HMT-1

Real Wear HMT-1 (Head-Mounted Tablet 1) on älykäs AR-laite, joka on suunniteltu erityisesti teollisuuteen ja ammattikäyttöön. Android 10.0 järjestelmän avulla toimiva laite on suunniteltu pitämään käyttäjän molemmat kädet vapaana ja tarjoamaan sitä käyttävälle henkilölle mahdollisuuden saada tietoa ja ohjeita reaaliaikaisesti. HMT-1:ssä on pieni läpinäkyvä näyttö, joka heijastaa tietoa käyttäjän näkökenttään. HMT-1 toimii, vaikka se ei olisi yhteydessä internettiin, mutta silloin sen käyttö on hyvin rajattua. Yhdistettynä verkkoon sovellukset saadaan käyttöön ja näin ollen laite toimii tabletin omaisesti. Erona muihin älylaitteisiin on AR-laitteen toiminnot äänikomennoilla. (Real Wear, 2024.)

#### 4.1.1 Käytettävyys teknisessä ympäristössä

HMT-1 laite on suunniteltu kestävään teknisessä ympäristössä ja sen luvaan kestävän pölyä, kosteutta ja iskuja. Laite on varustettu valinnaisilla lisäkiinnittimillä, jotka helpottavat käyttöä työskennellessä esimerkiksi alueella, jossa kypärän käyttö on pakollista. (kuva 1.) Laitteen IP-luokitus on 66. (Real Wear, 2024.) IP luokituksessa, ensimmäinen numero kertoo pölytiivyyden ja toinen veden kestävyuden. IP66 kertoo laitteen olevan täysin pölytiivis ja suojattu kaikenlaisilta vesisuihkuilta. (Haas, 2014.) HMT-1 laite kestää myös pudotuksen korkeintaan kahdesta metristä esimerkiksi betonille tai muulle kovalle alustalle (Real Wear, 2024).



Kuva 1. HMT-1 Laite kiinnitettynä kypärään (Dustin Home, 2022)

#### 4.1.2 Kamera ja videoyhteys

Laite on varustettu sisäänrakennetulla kameralla (16MP), joka tallentaa kuvia ja videoita. Kuvien ja videon tallentamisen lisäksi laitteella voidaan muodostaa etäyhteys muun muassa Zoom- tai Teams-palvelun välityksellä. Tämä on

hyödyllistä esimerkiksi vikadiagnostiikassa ja huoltoprosesseissa. (Real Wear, 2024.)

#### 4.1.3 Tallennustila ja dokumenttien hallinta

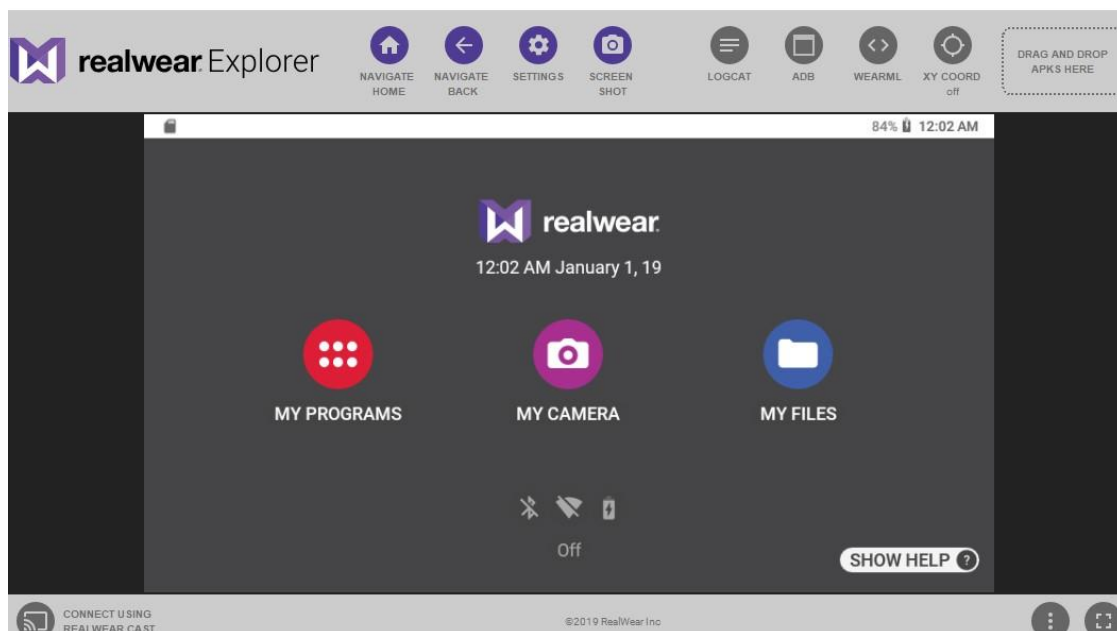
HMT-1 laitteessa on sisäistä tallennustilaa 16 Gt ja 2 Gt RAM-muistia lisäksi siinä on paikka ulkoiselle Micro SD kortille, jonka muistitila voi olla maksimissaan 256 Gt (Real Wear, 2024). Suuri muistitila mahdollistaa dokumenttien ja asennuskuvien tallentamisen. Teknisiä piirustuksia ja dokumentteja on mahdollista avata niille luoduista kansioista normaaliin totuttuun tapaan aivan kuten muiltakin älylaitteilta. (Hitch, 2022.)

#### 4.1.4 Verkkoyhteys

HMT-1 laite on yhdistettävissä internetiin muiden älylaitteiden tavoin ja se onkin hyvin tärkeä osa laitteen käytettävyyttä. Käytettäessä laitetta esimerkiksi ohjeistukseen ja ongelmien ratkaisuun, huolto- tai kunnossapitotöissä on etäyhteyden luominen välttämätöntä. Interaktiivinen ohjeistus onkin laitteen parhaita puolia, koska silloin voidaan yhdistää reaaliaikaista kuvaa ja ääntä. Usein laitteet teollisuuslaitoksissa ovat hyvin teknisiä ja näin ollen etäyhteys laitetoimittajan huoltoinsinööriin saattaa olla ratkaiseva osa ongelman selvittämistä. (Hitch, 2022.)

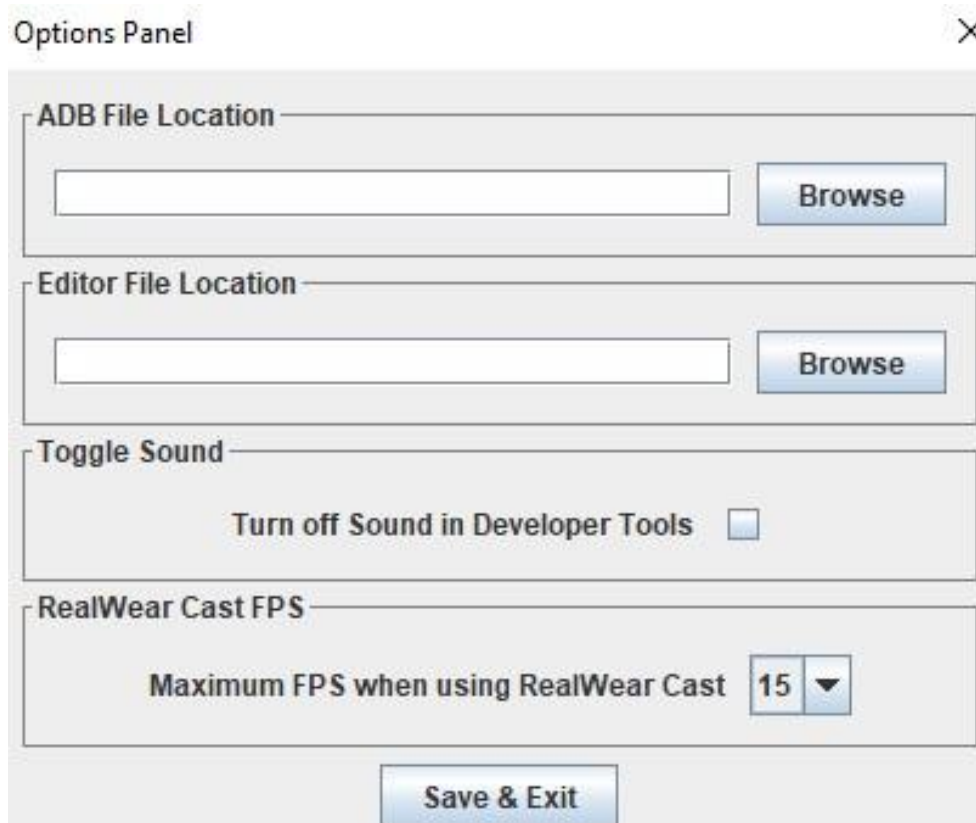
#### 4.2 Real Wear Explorer

Real Wear Explorer on työkalu, joka peilaa Real Wear-laitteen näytön (kuva, 3) Windows- tai Mac-tietokoneeseen, kun laite on yhdistetty tietokoneeseen USB-kaapelilla. Explorerissa käytetään tietokoneen hiirtä ja näppäimistöä äänikomentojen sijasta. (Real Wear, 2024).



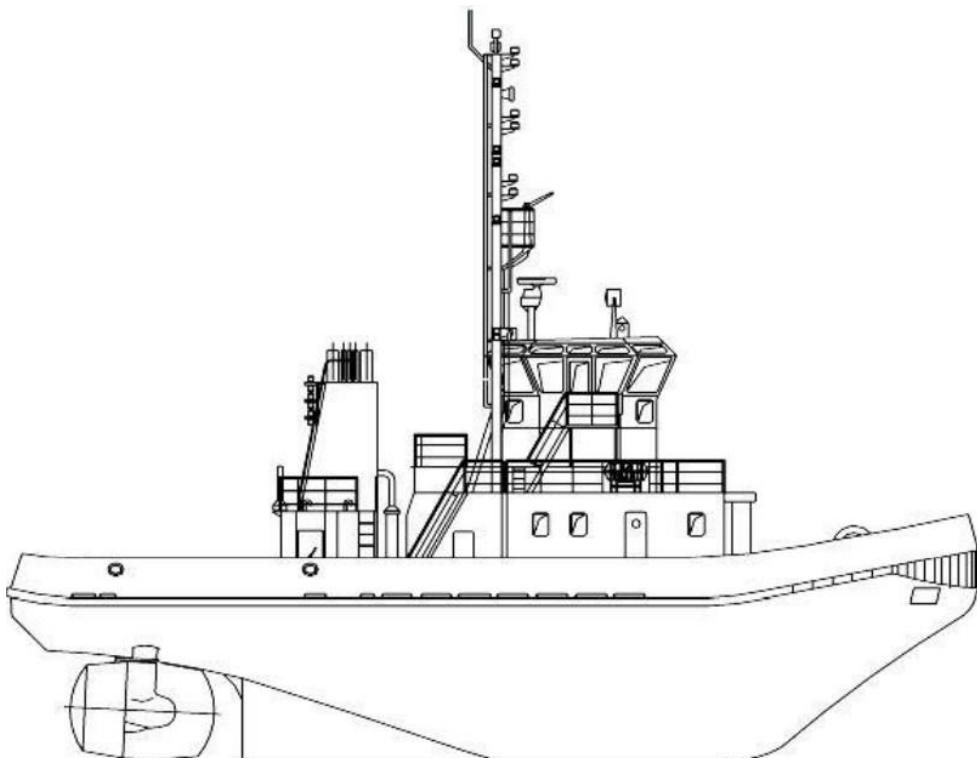
Kuva 2. Näkymä työpöytäohjelmassa. (Real Wear, 2024)

Real Wear Explorer on yhteensopiva kaikkien tällä hetkellä julkaistujen Real Wear laitteiden kanssa, ja sen avulla voi tarkastella laitetta työpöytäohjelmalla ja asentaa uusia sovelluksia tai ladata tiedostoja laitteeseen. (kuva 4.)



Kuva 3. Tiedostojen lataus näkymä. (Real Wear, 2024)

### 4.3 Satamahinaaja Apollon



Kuva 4. ASD-hinaaja Apollon (Apollon lohko- ja runkopiirustukset)

ASD-hinaaja Apollon (ex. Aulis) on rakennettu Raumalla, Rauma Repolan telakalla. Alus valmistui vuonna 1981 satamahinaajaksi, mutta muutettiin vuonna 1989 puskuhinaajaksi, jolloin aluksen rakenteita rakennettiin vastaamaan puskuhinaajan tarpeita ja esimerkiksi hyttejä lisättiin rakentamalla kokonaan uusi kerros. (Lindroos, 2016.)

Alus toimi puskuhinaajana aina vuoteen 2011 asti kunnes Rederi Ab Fakir osti sen ja alus palautettiin satamahinaaja käyttöön. Silloin uudeksi nimeksi tuli Apollon. Muutostöissä poistettiin aikaisemmin lisätty asuinkerros, jotta aluksen vakavuus palautui satamahinauksen vaatimalle tasolle. ASD-hinaajat ovat haluttuja avustuksiin asiakkaiden kannalta, koska niissä on suuri vetokyky ja hyvä ohjailtavuus. (Lindroos, 2016.)

ASD (Azimuth Stern Drive) nimityksellä viitataan aluksen propulsiojärjestelmään, johon kuuluu kaksi suulakkeellista potkuria. Potkurilaitteita on

mahdollista ohjalla portaattomasti 360 asteen säteellä. Apollonissa potkurilaitteet ovat Aquamasterit ja käyttövoimansa ne saavat pääkoneilta akselin ja vaihdelaatikon välityksellä. (Tikkala, 2011.)

#### 4.4 Wärtsilä Vasa 8R22C

Vasa 8R22C on 8-sylinterinen, ahdettu 4-tahti rivimoottori, joka näkyy alempana viidennessä kuvassa. Alla käydään läpi sen teknisiä tietoja:

Malli: Wärtsilä 8R22C

Teho: 1270 kW / 1600 hp

Kierrosluku alue: 600-1200rpm

Turboahdin: BBC Brown Boveri

Säätäjä: Woodward UG-8L

Polttoaine: MDO (Marine Diesel Oil)

Polttoaineena moottori käyttää MDO:ta, joka on käytännössä kevyttä polttoöljyä. Sylintereiden ja turbojen jäähdytys tapahtuu suljetulla piirillä, jossa kiertää lisäaineistettu makea jäähdytysvesi. Merivesi jäähdyttää moottorin eri järjestelmiä, kuten ahtoilmaa, voiteluöljyä ja vaihteistoöljyä. Merivedellä jäähdytetään myös suljetussa piirissä käytettävää makeaa vettä. Jäähdytys tapahtuu lämmönvaihtimien avulla. (Palviainen, 2014.)

Moottori toimii täysin mekaanisesti, eikä sen käynnin kannalta ole riippuvainen sähköstä tai ulkoisista pumpuista. Sähkönjakelun häiriötilanteessa on kuitenkin otettava huomioon, että moottori saa riittävästi käymisilmaa, koska konehuoneen tuuletuspuhaltimet toimivat sähköllä. (Palviainen, 2014.)

Normaalitilanteessa sähköä tarvitaan pääasiassa moottorin käyntitietojen valvontaan ja paineilmakompressoreille. Koneen kierrosluvun säätö tapahtuu pneumaattisesti säätäjällä. Moottorin meri- ja makeavesipumput, polttoaineen etupainepumppu sekä voiteluöljypumppu toimivat kaikki konevetoisesti moottorin käydessä. Lisäksi potkurilaitteen kääntöhydrauliikan pumppu toimii

konevetoisesti. Hydraulikkapumpun konevetoisuus on toteutettu kiilahihnavedolla potkuriakselilta. Kaikilla näillä pumppuilla, paitsi polttoaineen etupainepumpulla ja potkurin kääntöhydrauliikan pumpulla, on rinnalla sähköinen varapumppu. (Palviainen, 2014.)



Kuva 5. Wärtsilä Vasa 8R22C (Palviainen, 2014)

#### 4.5 Käyttötapauksen esittely

Käyttötapauksessa tullaan suorittamaan satamahinaaja Apollonin pääkoneen nro. 2 imu- ja pakovoventtiilivälyksien säätö AR-lasien avustuksella. Tarkoituksena on muodostaa kuva- ja ääniyhteys työn suorittajan ja etäyhteydellä avustavan tukihenkilön välille Microsoft Teams yhteistyöalustan avulla. Älylasien mahdollista lisäarvoa arvioidaan myös testaamalla ohjeistuksen antamista videopuhelulla, joka soitetaan älypuhelimella WhatsApp viestisovelluksen kautta.

Pääkoneeseen suoritettava imu- ja pakovoventtiilivälyksien säätö on osa aluksen kunnossapitosuunnitelman mukaista huoltoa. Ajatuksena on todentaa, että henkilö, joka ei ole koskaan säätänyt kyseisen moottorin venttiilivälyksiä pystyisi suoriutumaan työstä etäneuvonnan välityksellä. Käyttötapauksessa säädettävä pääkone on teollisuusmoottori valmistaja Wärtsilän ja sen malli on



8R22C. Aluksilta yleisesti ottaen löytyy kaikkiin teknisiin laitteisiin käyttö- ja huolto-ohjeita ja tässäkin tapauksessa niitä tullaan hyödyntämään, jotta työ tu- lee suoritettua laitevalmistajan määräämällä tavalla.

Työn suorittajaksi on lupautunut 4. vuoden, merenkulun insinööriopiskelija, joka toimii moottorimiehenä suomalaisessa varustamossa opiskelujen ohella. Aikaisempi työkokemus alukselta sopii käyttötapauksen suorittamiseen hyvin, koska normaalitilanteessa suorittajalla tulisi olla yleistuntemusta teknisen alan huolto- ja kunnossapitotöistä, vaikka kyseisestä huoltotoiminpidettä ei olisi- kaan aikaisemmin suorittanut.

#### 4.6 Käyttötapauksen suunniteltu kulku

Ensimmäisenä muodostetaan yhteys työtä suorittavan osapuolen ja ohjeista- jan välille ja testataan ääni- ja kuvayhteyden toimivuus. Suunnitelmana on muodostaa verkkoyhteys älylaseja käyttävän henkilön älypuhelimien avulla verkkojako toiminnolla, koska suorituspaikkana on konehuone, jossa ei ole erillistä vahvistinta, jotta aluksen omaa verkkoa pystyttäisiin käyttämään.

Tämän jälkeen suorittaja etenee etäyhteydellä avustavan tukihenkilön ohjeis- tuksella. Käyttötapauksessa kiinnitetään huomiota erityisesti älylasien käyttö- mukavuuteen, kuvan- ja äänenlaatuun. Avustavalle tukihenkilölle näkyvän ku- van reaaliaikaisuus tulee olemaan merkittävässä osassa laadukkaan lopputu- loksen saavuttamisessa. Käyttötapauksen aikana älylaseilla otetaan kuvia, jonka pitäisi onnistua, vaikka Teams puhelu on käynnissä. Kuvat siirretään tie- tokoneelle Real Wearin työpöytäsovelluksen kautta.

Älypuhelimella suoritettavassa vertailu testissä suorittajan ja avustajan roolit ovat samat ja sen aikana tarkastellaan samoja asioita eli verkkoyhteyden toi- mivuutta, kuva- ja äänyhteyttä ja käyttömukavuutta. Kuvat tallennetaan puhe- limeen ja myöhemmin tietokoneelle, jotta voidaan arvioida vertailemalla käyt- tötapauksen aikana tarkasteltuja asioita.

## 5 TUTKIMUS

Tutkimuksen tarkoituksena on tutkia Real Wear älylasien tuomaa lisäarvoa huolto- ja kunnossapitotöissä ja sitä, kuinka laadukkaasti työ voidaan suorittaa etäyhteyden avulla. Käyttötapausten tavoitteena havainnoida älylasien hyviä puolia ja mahdollisia kehityskohteita. Käyttötapauksessa testataan myös perinteistä älypuhelinta etäneuvonnassa vertailun vuoksi. Vertailulla pyritään näyttämään älylasien mahdollista hyötyä käytettävyydessä.

### 5.1 Kunnossapito

Kunnossapitoa voidaan pitää yleisterminä ja se sisältää monta osa-aluetta aina päivittäisestä oikeanlaisesta operoinnista, suurempiin ajoitettuihin huoltoihin ja tarkastuksiin. Ne voidaan kuitenkin jakaa kahteen pääryhmään, jotka ovat ehkäisevä kunnossapito ja korjaava kunnossapito. Kunnossapito on tärkeä osa teollisuuden, voimalaitosten, alusten ja energiantuotantolaitosten toimintaa. Kunnossapito on välttämätöntä, jotta toiminta pysyy tehokkaana ja turvallisena. (Järviö & Lehtiö 2012, s.13–20.)

### 5.2 Käyttötapausten suorittaminen

Käyttötapaus suoritettiin suunnitelman mukaisesti satamahinaaja Apollonissa sen ollessa Mäntyluodon satamassa Porissa 12.3.2024, klo. 12.30–14.30. Käytössä oli Real Wearin HMT-1 älylasit, älypuhelin ja tietokone. Suoritusvaiheessa hyödynnettiin Wärtsilä Vasa 8R22C:n ohjekirjaa, joka oli etäyhteydellä toimivan avustajan nähtävillä.

Älylasien yhdistäminen internetiin sujui mutkattomasti, koska laseilla oli jo aiemmin otettu yhteys samaan puhelimeen, jonka kautta yhteys jaettiin. Kokeimuksen kautta voidaan todeta, että jos yhdistäminen ei tapahdu automaattisesti ja verkon salasana joudutaan kirjoittamaan, on se silloin helpompaa ja nopeampaa tehdä Real Wear Explorerilla, jolloin voidaan hyödyntää tietokoneen näppäimistöä.

Äänikomennoilla kirjoittaminen havaittiin lähes mahdottomaksi seuraavassa vaiheessa, kun suorittaja yritti kirjautua Teams sovellukseen. Älylasit yhdistettiin tietokoneeseen USB-kaapelilla ja Explorer sovelluksen avulla kirjautuminen saatiin hoidettua.

Teams puhelu soitettiin tietokoneelta älylaseihin, koska se osoittautui helpommaksi kuin älylaseilla soittaminen, jota myös testattiin käyttötapauksessa. Ääni- ja kuvayhteydet todettiin toimiviksi, jonka jälkeen suorittava osapuoli lähti siirtymään konehuoneeseen. Konehuoneeseen siirryttäessä internet yhteydessä havaittiin pientä epävakautta, mutta tässä tapauksessa alus oli sata-massa ja yhteys oli riittävä työn suorittamiseksi.

Konehuoneessa suorittaja aloitti työn ohjeiden mukaisesti ja alkoi poistamaan venttiilikoppia. Kuvassa 6. venttiilikopat lähtötilanteessa ja kuvassa 10. näkyy venttiilikoppien alta paljastuva näkymä.



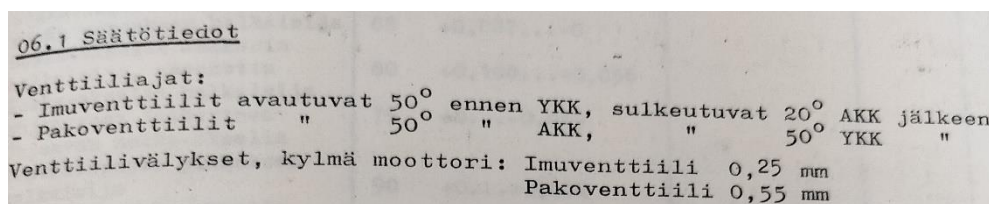
Kuva 6. Venttiilikopat kuvattuina älylaseilla (Akseli Rantanen)

Seuraavana työvaiheena oli moottorin pyörittäminen mekaanisesti vauhtipyörästä. Vauhtipyörään on merkattuna astelukuja sekä ala- ja yläkuolo kohta.



Kuva 7. Vauhtipyörä ja asteluvut. (Akseli Rantanen)

Vauhtipyörään merkattuja astelukuja seuraamalla suorittaja sai vapautettua venttiilit säädettävään asentoon ohjeistuksen avulla. Ohjeistus näkyy alla olevassa kuvassa 8, joka on otettu moottorin huoltokirjasta.



Kuva 8. Ohjekirjan ohjeistus astelukuihin. (Akseli Rantanen)

Imuventtiilit vapautettiin ensimmäisenä, jonka jälkeen suoritettiin välyksien mittaaminen. Imuventtiilien suositeltu välys on 0,25 mm ja pakoventtiileille arvo on 0,55 mm. Mittaus tehtiin rakotulkilla (kuva 10.), jossa on eri paksuisia lehdiksi kutsuttavia metalliliuskoja välyksien mittaamiseen.



Kuva 9. Rakotulkki 0,05–1,00 mm (ikh, 2024)

Käytössä oli rakotulkki, jonka mitta-alue oli 0,05–1,00 mm. Välys mitattiin ohjeiden mukaisesti sijoittamalla rakotulkki ikeen painepinnan ja keinuvivun palloistukan väliin, kuvassa 7. näkyy mittaus tapahtuma.



Kuva 10. Keinuvivut ja välyksen mittaus (Akseli Rantanen)

Suorittaja havaitsi liiallista väljyyttä muutamassa kohdassa ja avustajan ohjeiden avulla aloitti säädön. Säädössä lukitusmutteri avattiin 19 mm lenkkiavaimella ja säätöruuvia säädettiin. Suorittajan mukaan säätötapahtuman aikana älylasit pääsivät ominaisuuksiinsa, koska molempien käsien käyttäminen oli tarpeen.



Kuva 11. Venttiilivälkyksen säätöä älylasien avulla (Akseli Rantanen)

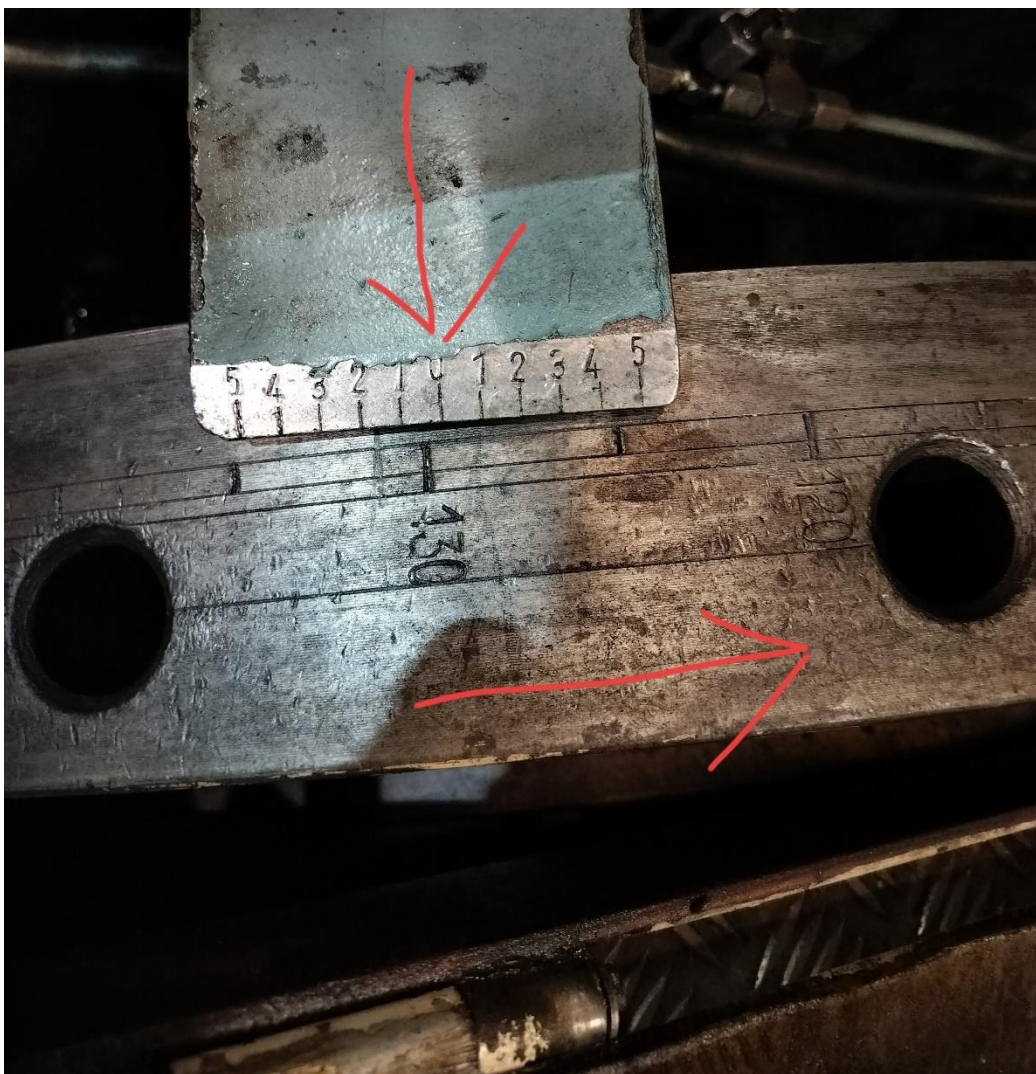
Imuventtiilien säätämisen ja varmistusmittauksen jälkeen moottoria pyöritettiin astelukujen mukaisesti, jotta pakoventtiilit saatiin vapautettua. Suorittaja teki samat mittaukset ja niiden perusteella hän suoritti säädön. Venttiilivälkyksen mittauksessa ja säädössä pätee sama periaate, joten niitä ei erikseen esitellä tässä opinnäytetyössä. Suorittajan tehtyä säädöt, jäljelle jäi venttiilikoppien asennus takaisin paikoilleen ja koekäyttö. Koekäyttö on aina välttämätön, jotta varmistutaan työn onnistumisesta.

### 5.3 Käyttötapausten testaus älypuhelimella

Käyttötapaus suoritettiin pää asiassa älylaseilla, mutta vertailuarvojen saamiseksi testattiin myös videopuhelua suorittajan ja avustavan tukihenkilön

välillä. Käytössä oli Whatsapp viestisovellus, jonka avulla videopuhelu suoritettiin.

Testin alkuvaiheessa havaittiin, että videopuhelu vaatii huomattavasti nopeamman verkkoyhteyden kuin äylaseilla soitettu Teams puhelu. Kuvan- ja äänenlaadun heikkoudesta huolimatta testiä voitiin jatkaa. Ajoittain selkeäksi muuttunut kuva mahdollisti kuitenkin ohjeiden antamisen, mutta katkoksien aikana avustaja jäi pimentoon konehuoneen tapahtumista. Älypuhelimien vahvuudeksi nousi kuitenkin kuvan parempi zoomaus mahdollisuus ja mahdollisuus piirtää kuvaan esimerkiksi nuolia, joilla suorittaja pystyi tarkemmin osoittamaan mitä osaa hän tarkkaan ottaen tarkoitti.

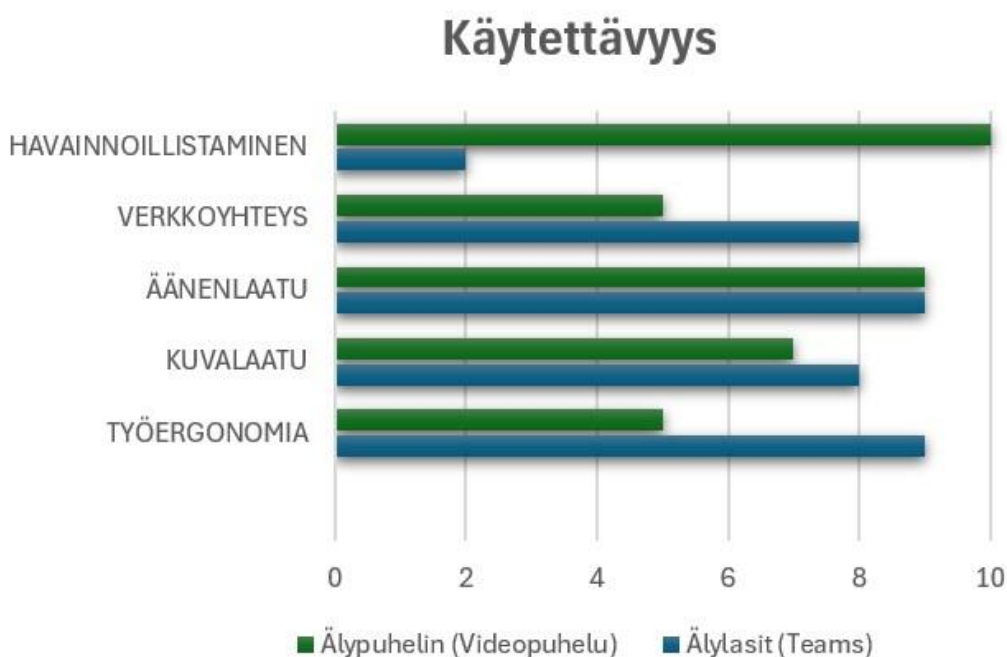


Kuva 12. Nuolien avulla havainnollistettu kuva (Akseli Rantanen)

## 6 KESKUSTELU

Tässä osiossa analysoidaan käyttötapauksen aikaisia havaintoja ja peilataan niitä kirjallisuuskatsauksessa esitettyihin havaintoihin. Käyttötapauksessa esiin nousseet asiat olivat havainnollisia ja näin ollen ne perustuvat älylaseilla toimineen suorittajan ja etäyhteydellä toimineen avustajan kokemuksiin.

Taulukko 1. Suorittajan käyttökokemuksen perusteella luotu taulukko vertailee älylasien ja älypuhelimien ominaisuuksia asteikolla 1-10. (Akseli Rantanen)



Kirjallisuuskatsauksessa viitattiin Linturin (2017) opinnäytetyöhön, jossa kerrottiin AR-lasien käyttömukavuuteen liittyvistä ongelmista istuvuuteen ja heijastusnäyttöön liittyen. Älylaseilla toimineen suorittajan mukaan älylasien käyttömukavuus oli hyvällä tasolla istuvuuden kannalta, koska käyttötapauksessa käytetyissä älylaseissa oli integroituna säädettävä panta, jolla istuvuus päähän varmistettiin (kuva 13.). Kuitenkin heijastusnäytön tarkastelun kannalta muutosta parempaan ei havaittu, koska esimerkiksi kuvien tarkastelu näytön kautta oli haasteellista ja zoomaus haluttuun kohtaan lähes mahdotonta. Suorittaja koki myös kameran ja heijastusnäytön samanaikaisen käytön haasteelliseksi, koska heijastusnäyttö tuli kameran eteen, kun kuvattavaa kohdetta oli tarkoitus tarkentaa.





Kuva 13. HMT-1-laite varustettuna Workband-pidikkeellä (Dustin Home, 2022)

Kirjallisuudessa tärkeäksi seikaksi älylasien käytettävyyden rinnalle nousi myös niiden luotettavuus (Koskinen, 2022). Opinnäytetyön käyttötapauksessa testaaminen keskittyi etäneuvontaan, joten asiaa voidaan analysoida vain sen asian tiimoilta. Älylasien avulla suoritettussa huollossa luotettavuusongelmat eivät olleet merkittäviä, koska kuva- ja ääniyhteys säilyi koko testin ajan vaikkakin kuva sumeni aina hetkellisesti verkkoyhteyden epävakauden myötä. Kuvan tarkentumisongelmien myötä kuitenkin avustaja ei tarkkaan pystynyt havaitsemaan pienimpiä komponentteja.

Vorraber ym. (2021) tutkimuksessa todettiin, että digitalisaatio tuo teolliselle alalle vaihtoehtoisia tapoja selvitä ongelmanratkaisusta. Käyttötapauksen tarkoituksena olikin osoittaa huoltotyön suorittaminen vaihtoehtoisella tavalla. Hyödyntämällä etäyhteydellä toimivaa asiantuntijaa voidaan säästää aikaa ja rahaa.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli vastata tutkimuskysymykseen kirjallisuuskatsauksen, tutkimusmenetelmien ja käyttötapauksen avulla. Tutkimuskysymyksenä oli, voidaanko etäyhteyden avulla toteuttaa huoltotoiminpide, joka on luotettava ja kustannustehokas.

Opinnäytetyötä kirjoittaessa AR-teknologiasta ja sen eri laitteista oli saatavilla tietoa paljon. Tämän vuoksi tutkittava materiaali rajoittui tekniikan ja teollisuuden aloille. Käyttötapaukseksi valikoituneella venttiilivälysten säädöllä saatiin luotua käytännön esimerkki AR-teknologian käytöstä myös aluksilla.

Saavutetut tutkimustulokset keskittyvät käyttötapauksessa havaittuihin seikkoihin ja ovat yksittäisen henkilön tuntemuksia, joka tulee ottaa huomioon tuloksia tarkasteltaessa. Niitä voidaan kuitenkin pitää varteen otettavina, koska käyttötapaus suoritettiin todellisessa ympäristössä eikä älylaseja käyttävä henkilö ollut käynyt aikaisemmin kyseisen aluksen konehuoneessa.

AR-teknologia on tällä hetkellä jo hyvin kehittynyttä ja se voidaan nähdä potentiaalisena vaihtoehtona ongelmanratkaisuun teknisillä aloilla. Potentiaalisuutta lisää laitteiden kustannustehokkuus varsinkin, kun huoltokohteet voivat sijaita pitkien välimatkojen päässä. Matkustuskustannuksien vähentämisen lisäksi etäyhteydellä voidaan säästää aikaa, kun asiantuntijuus on saatavilla verkon välityksellä.

Laitteiden luotettavuus on nykyhetkellä riittävällä tasolla työn suorittamiseen, ongelmat keskittyvät enemmänkin vakaiden yhteyksien saatavuuteen. Huoltokohteet voivat sijaita teollisuuden laitoksissa tai samankaltaisissa ympäristöissä. Näissä vakaan yhteyden saatavuus voi olla rajallista ja silloin toimivuutta ei saavuteta.

Jatkotutkimuksissa olisi hyödyllistä valikoida käyttötapauksen suorittamiseen eri ikäisiä testaajia, koska silloin voitaisiin arvioida paremmin erilaisten

käyttäjien kokemuksia. Lisäksi huoltotöiden vaatimustasoa voisi vaihtoehtoisesti nostaa tai laskea ja tarkastella sen avulla älylasien tuottamaa lisäarvoa.

## LÄHTEET

Apollonin runko- ja lohkopiiirustukset. (2011).

Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. Hughes Research Laboratories. <https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>

Haas, B. (2014). The Mysteries of IP65, IP66, and IP67 Rated Enclosures Explained. Budind. <https://www.budind.com/blog/2014/02/the-mysteries-of-ip65-ip66-and-ip67-rated-enclosures-explained/>

Hellsted, H. (2018). Voimalaitoksen kunnossapitojärjestelmän kehittäminen. [AMK-opinnäytetyö, Satakunnan ammattikorkeakoulu]. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201804255451>

Hitch, J. (2022). Hands-on maintenance gets assist from hands-free wearable computer. Fleet Maintenance. Haettu 9. 10 2023 osoitteesta <https://www.fleetmaintenance.com/in-the-bay/shop-equipment/article/21275723/handson-maintenance-gets-assist-from-handsfree-wearable-computer>

Dustin Home. (2022). HMT-1-laite varustettuna Workband-pidikkeellä [kuva]. <https://www.dustinhome.fi/>

Järviö, J.; & Lehtiö, T. (2012). Kunnossapito: tuotanto-ominaisuuden hoitaminen (toinen painos). KP-media Oy.

Kipper, G.; & Rampolla, J. (2012). Augmented reality an emerging technologies guide to AR. Syngress. <https://dokumen.pub/augmented-reality-an-emerging-technologies-guide-to-ar-978-1-59749-733-6-1597497339.html>

Koskinen, J. (2022). Lisätyn todellisuuden hyödyntäminen ja käyttöönotto teollisuudessa. [pro gradu -työ, Jyväskylän yliopisto]. JYX. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:ju-202205112630>

Lindroos, J.-K. (2016). ASD-hinaaja Apollonin Luokitustelakointi 2015. [AMK-opinnäytetyö, Satakunnan ammattikorkeakoulu]. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201605239364>

Linturi, A. (2017). Virtuaalitekniikka etäneuvonnassa: Katsaus VR- ja AR-tekniologiaan ja näiden mahdollisuuksiin vuorovaikutteisten etäneuvontapalveluiden kehittämiseksi. [AMK-opinnäytetyö, Metropolia ammattikorkeakoulu]. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2017103116430>

Mattila, M. (2021). Laajennetun todellisuuden hyödyntäminen valmistavassa teollisuudessa. [Kandidaatintyö, Tampereen yliopisto]. Trepo.  
<https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202112239524>

Palviainen, L.-M. (2014). Wärtsilä Vasa 8R22C-Koneen 80 000 Tunnin Huolto. [AMK-opinnäytetyö, Satakunnan ammattikorkeakoulu]. Theseus.  
<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201405137576>

ikh.fi (2024). Rakotulkki 0,05–1,00 mm [kuva]. Haettu 20. Maaliskuu 2024 osoitteesta <https://www.ikh.fi/fi/>

Real wear. (2024). Remote expert guidance with industrial head wearables. Haettu 13.3.2024 osoitteesta <https://www.realwear.com/>

Salminen, A. (2023). Mikä Kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja joihinkin hallintotieteellisiin sovelluksiin (2. tarkistettu painos). [Opetusjulkaisu, Vaasan yliopisto]. Vaasan yliopisto.  
<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-395-082-5>

Taimisto, H. (2022). Joustava etätyöskentely osana asiantuntijaorganisaation suorituskykyä. [Kandidaatintyö, Tampereen yliopisto]. Trepo.  
<https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202205134845>

Tikkala, J. (2011). Atk-pohjainen huollon ja kunnossapidon seurantaohjelma ASD-hinaaja M/S Ariekseen. [AMK-opinnäytetyö, Satakunnan ammattikorkeakoulu]. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2011093013410>

Vorraber, W., Gasser, J., Webb, H., Neubacher, D. & Url, P. (2021). Assessing augmented reality in production: remote-assisted maintenance. Graz University of Technology. Elsevier B.V. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827120303401>

Wärtsilä. (1981). Wärtsilä Vasa 8R22C huoltokirja.