



AR-tekniologian hyödyntäminen kunnos- sakitotehtävissä

Jaani Väisänen

Opinnäytetyö, AMK
Huhtikuu 2025
Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Väisänen Jaani

AR-tekniikan hyödyntäminen kunnossapitotehtävissä

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. **Huhtikuu 2025**, 38 sivua

Konetekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Tutkimuksessa kehitettiin kunnossapitotoimintaa AR-tekniikkaa hyödyntämällä. Tavoitteina oli selvittää, miten AR-tekniikan investointi voisi tukea kunnossapitotehtävien suorittamista ja helpottaa päivittäisten tuotannon häiriöiden vähentämistä. Tutkimustyön toimeksiantajayritys oli Componenta Oy, joka valmistaa metallikomponentteja. Työn tarkoituksena oli mahdollistaa tehokkaampi koneiden kunnossapito ja säästää resursseja. Nykyään monet yritykset ovat ottaneet käyttöön etäkunnossapitoa, jossa kunnossapitäjä ottaa yhteyden koneen käyttäjään internetyhteydellä.

Tutkimusmenetelmänä käytettiin kvalitatiivista tutkimusmenetelmää, joka toteutettiin syvähaastatteluilla. Tutkimustehtävät olivat AR-tekniikan soveltuvuuden arviointi kunnossapidossa, laitetoimittajien ja ratkaisujen kartoitus, ominaisuusvaatimusten ja käyttöympäristön määrittely ja konkreettisen investointiehdotuksen laatiminen. Haastattelut käytiin keskustelemalla kasvokkain tai internetyhteyden välityksellä. Haastateltaviksi valikoitui toimeksiantajayrityksen työntekijät, yrityksen johto, yrityksen laitteistojen myyjät ja heidän yhteyshenkilönsä, sekä toimeksiantoyrityksen kanssa toimiva IT-yritys. Tarjouspyyntöjä vertailtiin kriittisesti hinnan ja käyttötuen perusteella.

Tuloksena saatiin yritykselle perusteltu investointiehdotus laitteistosta, jolla pystytään ratkaisemaan kunnossapitoon liittyvät ongelmat. Haastatteluiden avulla saatiin vaatimusten yhteenveto, jota sovellettiin etsiessä yritykselle sopivia AR-laseja, joilla tuotetaan livekuvaa internetin avulla. AR-lasivalinta tehtiin parhaiten yrityksen tuotantoon soveltuvuuden perusteella. Jälleenmyyjäyritykseksi valikoitui yritys, jolla oli paras osaaminen laitteesta ja mahdollinen käyttöapu tulevaisuudessa. Investointiehdotus sisälsi laitteiston esittelyn, hyödyt, käytettävyyden, lisätietoja mitkä vaikuttivat ostopäätöksen tekoon, mitä säästöjä laitteistolla saavutetaan, laitteen haasteet, tarjouspyynnöt sekä laitteiston käytön tulevaisuuden kehittämismahdollisuudet.

Projektista oli konkreettista hyötyä toimeksiantajayritykselle. Luotettavuutta saatiin projektiin vertailutaulukoiden avulla, joissa vertailtiin, mikä laitteisto olisi sopivin tuotantoyritykseen. Myös haastatteluiden tuloksien yhteenveto on luotettava, sillä tutkimuksessa haastateltiin monia erilaisissa toimenkuissa työskenteleviä ihmisiä.

Avainsanat (asiasanat)

AR-tekniikka, etäkunnossapito, kunnossapito, RFI

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Ei ole

Väisänen Jaani

Utilizing AR-technology in maintenance tasks

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, April 2025, 38 pages.

Mechanical Engineering Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The research developed maintenance operations by utilizing AR technology. The goals were to determine how an investment in AR technology could support the performance of maintenance tasks and facilitate the reduction of daily production disruptions. The company commissioning the research was Componenta Oy, which manufactures metal components. The purpose of the work was to enable more efficient maintenance of machines and save resources. Today, many companies have introduced remote maintenance, in which the maintenance worker contacts the machine user via an internet connection.

The research method used was a qualitative research method, which was carried out using in-depth interviews. The research tasks were to assess the suitability of AR technology in maintenance, survey equipment suppliers and solutions, define feature requirements and the operating environment, and prepare a concrete investment proposal. The interviews were conducted face-to-face or via an internet connection. The interviewees selected were employees and company management of the commissioning company, the company's equipment vendors and their contact persons, and an IT company working with the commissioning company. The requests for quotations were critically compared based on price and operational support. The result was a justified investment proposal for the company for equipment that can solve maintenance-related problems. The interviews provided a summary of the requirements, which was applied when searching for suitable AR glasses for the company, which produce live images via the internet. The AR glass was selected based on the best suitability for the production company. The company with the best expertise in the device and possible future user support was chosen as the reseller company. The investment proposal included a presentation of the equipment, the benefits, how the device works, additional information that affects the purchase decision, what savings the equipment will achieve, the disadvantages / problem areas of the device, requests for quotations, and the possibilities for future development of the equipment's use.

The project was of concrete benefit to the client company. Reliability was achieved in the project through comparison tables, which compared which equipment would be most suitable for the production company. The summary of the interview results is also reliable, as many people working in different job descriptions were interviewed in the study.

Keywords/tags (subjects)

AR-technology, RFI, Maintenance, Remote maintenance

Miscellaneous (Confidential information)

Not included

Sisältö

1	Johdanto	6
2	Kunnossapito	7
2.1	Kunnossapidon määritelmä	7
2.2	Ennakoiva kunnossapito.....	8
2.2.1	Mitä on ennakoiva kunnossapito?.....	8
2.2.2	Miksi ennakoiva kunnossapito on tärkeää?	8
2.2.3	Kunnossapitostrategia ja -ohjelma	9
2.3	Etäkunnossapito	9
3	Lisätyn todellisuuden (AR = augmented reality) määritelmä	11
3.1	Hankinnan määritelmä.....	12
3.2	RFI.....	13
4	Toimeksiantaja	14
5	Tutkimusmenetelmät	15
5.1	Kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus	15
5.2	AR-tekniikan soveltuvuus kunnossapidossa	15
5.3	Tutkimusprosessin kulku	15
5.3.1	Haastateltavat.....	15
5.3.2	Haastattelujen ajankohta	16
6	Käyttöympäristö ja vaatimusten kuvaus	16
6.1	Käyttöympäristö.....	16
6.2	Vaatimukset	17
6.3	Vaatimusten yhteenveto.....	19
7	Tarjouspyyntöjen analyysi ja vertailu	20
8	Investointiehdotus yrityksen johdolle	25
8.1	Laitteiston esittely.....	25
8.2	Laitteiston hyödyt	26
8.3	Miten laitteisto toimii?.....	26
8.4	Lisätietoja	27
8.5	Säästöt.....	28
8.6	Laitteiston huonot puolet	29
8.7	Tarjousvertailu	30
8.8	Tulevaisuuden mahdollisuudet	31

9 Pohdinta	32
Lähteet	34
Liitteet	37
Liite 1. Liitteen otsikko	37
Liite 2. Liitteen otsikko	38

Kuviot

Kuvio 1 Fiktio kuva havainnollistamaan AR-teknologiaa (Adobe 2025)	12
Kuvio 2 Laitteiston esittely.....	25
Kuvio 3 Investoinnista saatavat hyödyt	26
Kuvio 4 Kuinka laitteisto toimii?	27
Kuvio 5 Huomioitavat lisätiedot.....	28
Kuvio 6 Mitä investoinilla saavutetaan rahallisesti?.....	29
Kuvio 7 Laitteiston ongelmakohdat	30
Kuvio 8 Laitteiston tarjousvertailu	31
Kuvio 9 Mahdollisuudet	32

Taulukot

Kuvaotsikkoluettelon hakusanoja ei löytynyt.

Taulukko 1 Toimeksiantajan vaatimukset.....	18
Taulukko 2 Huoltomiesten vaatimukset	18
Taulukko 3 Työntekijöiden vaatimukset/huomiot.....	18
Taulukko 4 Tutkimuksen tekijän huomiot/vaatimukset	19
Taulukko 5 Vaatimusten yhteenveto	20
Taulukko 6 Ohjelmiston mahdollisuudet	21
Taulukko 7 AR-lasien vertailutaulukko.....	23
Taulukko 8 Realwear 520 ominaisuudet.....	23

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin yrityksen kunnossapitotoiminnan kehittämistä hyödyntämällä lisätyn todellisuuden teknologiaa eli AR-teknologiaa. Yrityksessä toimivat omat kunnossapitäjät, jotka koostuvat kahdesta henkilöstä päivävuoressa. Tuotanto pyörii kolmessa, tai jopa neljässä vuorossa, sisältäen myös viikonlopputuotannon. Kunnossapidon resurssit eivät näin ollen ole riittävät kattamaan kaikkia vuoroja ja tuotannon joustavaa toimintaa. Tulevaisuudessa kunnossapitotehtäviä halutaan siirtää enemmän käyttäjien suoritettavaksi, ja älylasien hankinnan avulla tavoitellaan ratkaisua tähän ongelmaan. Lisäksi yritys tutkii mahdollisuutta etäkunnossapitoon, jotta kunnossapitoresursseja voidaan käyttää tehokkaammin ja reagoida nopeammin laitteiden rikkoutumisiin.

Tavoitteena oli selvittää, miten AR-teknologian investointi voisi tukea kunnossapitotehtävien suorittamista ja helpottaa päivittäisiä operaatioita tuotannon häiriöiden vähentämiseksi. Tutkimuksessa kartoitetaan useita eri toimittajia ja pyydetään vähintään kolme tarjouspyyntöä AR-laite ratkaisuihin. Samalla pyrittiin selvittämään tekniset ja toiminnalliset vaatimukset, joita järjestelmällä tulisi olla, jotta se täyttäisi yrityksen tarpeet kunnossapidossa. Erityistä huomiota kiinnitetään ominaisuuksiin, kuten älylaitteiden tarjoaman kuvan tarkkuuteen, tuotannon olosuhteissa käytettävyyteen ja etäyhteyksien laatuun.

Tämä opinnäytetyö tähtäsi konkreettisen investointiehdotuksen laatimiseen yrityksen johdolle, sisältäen valintaperusteet, vaatimusten määrittelyn sekä kattavan kuvaamisen käytön ympäristöstä. Valittavat ratkaisut perustuvat kriteereihin, kuten teknisiin ominaisuuksiin, hintaan, käyttötukeen ja helppokäyttöisyyteen. Tutkimukseen sisältyy myös asiantuntijoiden haastatteluja, joiden avulla voidaan tehdä vertailuja ja löytää paras ratkaisu yrityksen tarpeisiin.

Opinnäytetyön toimeksiantajayritys on Componenta Oy. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä Componentan johdolle perusteltu investointiehdotus uusista AR-laseista, sekä suunnitella lasien soveltuvuus esim. video-opas-pankkiin, jonne voidaan tallentaa videoita usein toistuvista ongelmista.

Työn tarkoituksena oli mahdollistaa tehokkaampi koneiden kunnossapito ja säästää resursseja. Koneen seisahtuessa, tuotanto hidastuu tai jopa pysähtyy, kunnes kone saadaan korjattua. Tämä aiheuttaa huomattavia kuluja yritykselle, koska työnteko mahdollisesti myös pysähtyy, mutta palkka on maksettava tehottomilta tunneilta. Lisäksi kunnossapitäjälle on maksettava kilometrikorvaukset ja palkka. Kunnossapitäjä saattaa tulla jopa sadan kilometrin päästä, jolloin kyseisellä koneella toiminta saattaa olla pysähtyneenä useita tunteja.

Nykyään monet yritykset ovat ottaneet käyttöön etäkunnossapidon, jossa kunnossapitäjä ottaa yhteyden koneenkäyttäjään internetyhteydellä. Näin hän voi neuvoa työntekijää ilman, että tarvitsee itse saapua paikan päälle. Yleisin toteutustapa on toiminut niin että, kunnossapitäjällä on tietokone ja työntekijällä on AR-lasit päässä, jonka avulla hän lähettää livenessä lähettä live dataa kunnossapitäjälle.

2 Kunnossapito

2.1 Kunnossapidon määritelmä

Kunnossapitoprosessien hallinta ja niiden integrointi tuotantoprosesseihin on yksi tämän päivän merkittävimmistä haasteista. Tiedetään, että kunnossapitoa on tehtävä tuotantoprosessien laadun ja jatkuvuuden takaamiseksi. Valmistusrutiinit, tuotannon pullonkaulat ja kunkin komponentin tai osan kriittisyys koko prosessissa tulisi ottaa huomioon tuotannonhallinnan lisäksi ja ylläpidon hallinnassa. Jälkimmäisessä tulee ottaa huomioon korjaus- (tai vaihto) kustannukset ja sekalaiset kulut, suunnitella huoltotyötä tehokkaasti, lyhentää korjausaikoja ja laatia selkeät korjausmenettelyt ja -ohjeet. Ylläpitoprosessien hallintaa voidaan ottaa käyttöön useilla tavoilla ja useita strategioita noudattaen riippuen toimialan tyypistä, koosta ja prosessien kriittisyydestä. Ainutlaatuisena yrityksenä on kuitenkin aina mahdollista hyödyntää muiden toimialojen kokemuksia ja niiden toteutuksia. Uusien teknologioiden (kuten automaatio, esineiden internet ja pilvilaskenta) sekä uusien tilastollisten ja tekoälytekniikoiden tulo on luonut Teollisuus 4.0:ksi kutsutun ympäristön, johon ylläpidon hallintajärjestelmät kuuluvat. (Lambert-Torres 2023.)

2.2 Ennakoiva kunnossapito

Opinnäytetyössä tutustutaan ennakoivaan kunnossapitoon ja mahdollisuuteen kehittää sitä projektin avulla toimeksiantajayrityksessä.

2.2.1 Mitä on ennakoiva kunnossapito?

SAP:in mukaan ennakoivaan kunnossapitoon sisältyy tarkka huoltosuunnitelma, jonka tarkoitus on käydä kaikki yrityksen laitteet läpi. Ennakoivassa kunnossapidossa arvioidaan jatkuvasti laitteiden kuntoa reaaliajassa. Koneiden huoltamisella saavutetaan koneille paras mahdollinen toimintakyky. (SAP 2020.)

Sen sijaan Pinjan Sales Manager Juha Nyholm määrittelee ennakoivan kunnossapidon seuraavasti: “Ennakoiva kunnossapito käsittää määrävlein suoritettavia tehtäviä, esimerkiksi aikaan perustuvia, kunnossapidollisesti kriittisiä toimenpiteitä. Menetelmä voi pitää sisällään tarkastustoiminnan tehtäviä, tarvepohjaisia toimenpiteitä, sekä kunnonvalvontaan liittyviä, silmämääräisiin tarkastuksiin perustuvia kunnossapitotoimenpiteitä. Ennakoivan kunnossapidon tavoitteena pyrkiä ehkäisemään vikoja tai havaitsemaan mahdolliset alkavat viat jo ennen kuin ne pääsevät yllättämään.” (Nyholm 2021.)

Toisin sanottuna, ennakoiva kunnossapito on ennaltaehkäisevää kunnossapitoa, jossa pyritään huoltamaan tuotteita suunnitellusti ennen vikojen ilmaantumista. Tämän vuoksi yritykset pitävät esimerkiksi seisakkeja muutaman kerran vuodessa, joissa kaikki koneet huolletaan suunnitellusti valmistajan ohjeiden mukaan.

2.2.2 Miksi ennakoiva kunnossapito on tärkeää?

Ennakoivasta kunnossapidosta on paljon hyötyjä. ABB listaa eduiksi: keskeytysten ja seisakkien minimoinnin, tuotannon luotettavuuden varmistamisen, laitteiden elinkaaren pidentämisen, yrityksen tuottavuuden parantamisen, investointien ennustettavuuden parantuminen ja kustannussäästöt lyhyellä ja pitkällä aikavälillä. (ABB 2024.) Aneo Software Oy:n kansainvälisen markkinoinnin johtaja Jorma Manninen kiteyttääkin ennakoivan kunnossapidon edut seuraavasti: “Vähennä

suunnittelemattomat huoltoseisokit nolnaan, minimoi ennaltaehkäisevän kunnossapidon kustannukset ja maksimoi tärkeimpien rakennusten, koneiden ja laitteiden tuottavuus." (Manninen 2023).

2.2.3 Kunnossapitostrategia ja -ohjelma

Ennaltaehkäisevään kunnossapitoon tulee valita oikeanlainen strategia ja ohjelma. Kunnossapito-ohjelmia on koneiden kuntoon perustuva ennaltaehkäisy, valvontajärjestelmän ja historiatietojen analysointi sekä tulevien vikojen ennustaminen. Ennaltaehkäisevän kunnossapidon voi viedä toiminnanohjausjärjestelmään ja osittain automatisoida. Ennaltaehkäiseväksi strategiaksi voi valita joko ennalta määrätyn kunnossapidon, kuntoperusteisen kunnossapidon, tai ohjeistavan kunnossapidon. (Manninen 2023.)

Ennalta määrätystä kunnossapidosta määritellään säännölliset huoltovälit käytön tai ajan mukaan. Kuntoperusteisessa kunnossapidossa kuntoa arvioidaan arviointien, tarkastusten ja havaintojen perusteella. Ohjeistavassa kunnossapidossa analysoidaan kuntotietoja ja käytetään tekoälyä ja algoritmeja, joilla ennustetaan tulevia vikoja ja niiden ajankohtaa. (Manninen 2023.)

Ennakoivan kunnossapidon prosessi etenee seuraavasti: Ensimmäiseksi kerätään reaaliaikaista dataa ja tietoa. Tiedot tallennetaan niin, että niitä on helppoa käsitellä, löytää ja analysoida. Kun tekoälyä käytetään datan analysoinnissa, saadaan kunnossapidosta ennakoivaa. Tämän jälkeen tiedot lähetetään reaaliajassa keskitettyyn toimintajärjestelmään. Tekoälyn käytöllä voidaan paljastaa tiedoista relevantit tiedot. Tietoihin reagoidaan nopeasti, joko automaattisesti tai niin että ihminen tulee väliin. (Manninen 2023.)

2.3 Etäkunnossapito

Etäkunnossapito koskee prosesseja, jotka toteutetaan tietokoneistetun laitteiston ja ohjelmiston avustuksella ja liitettävyydellä. Etäkunnossapidon avulla voi helposti hallita, suunnitella ja optimoida ylläpidon ajantasaisten tietojen perusteella.

Etäkunnossapidon avulla helpotetaan kunnossapidon hallintaa ja pyritään varmistamaan, että henkilöstö on oikeassa paikassa oikeaan aikaan, oikeilla työkaluilla ja tiedoilla. (VincitEAM 2025.)

Etäkunnossapitoa käyttäessä siihen on yleensä hankittu erillinen kunnossapitojärjestelmä. Kunnossapitojärjestelmiä on monilla eri yrityksillä myynnissä. Sen avulla saadaan hallittua jo tehtyjä töitä ja dokumentoitua niitä tulevaisuuden varalle. Sen avulla voi seurata milloin laitteeseen on tehty viimeksi huolto ja mihin ajankohtaan se tulee sijoittaa tulevaisuudessa. Kunnossapitojärjestelmän tärkein ominaisuus kuitenkin on saada reaaliaikaisia huoltokutsuja ja pyyntöjä yrityksen laitteistoille. Tämä tarkoittaa sitä, että järjestelmä osaa käsitellä laitetietoja ja ne on kerrottu järjestelmälle. Kehittyneemmillä järjestelmillä on myös mahdollisuus ottaa varaosia huomioon. Kun järjestelmille on kerrottu mikä toimenpide käyttää mitäkin varaosaa se osaa huomioida, että ne ovat loppu ja tilata osia lisää, tai lähettää tilauspyynnön yrityksen johdolle. (VincitEAM 2025.)

Etähuollon keskiössä on huoltoa tarvitseva organisaatio, ei palveluntarjoaja, joka työskentelee etänä. Tämä liittyy yleensä tietokoneistettujen laitteiden ja ohjelmistojen hallintaan, jotka ovat jollain tapaa yhteydessä toisiinsa. Tällaisia laitteita voivat olla esimerkiksi koko rakennuksen valaistusta ohjaava tietokonepäätte, hallinnollisiin tehtäviin käytettävä tietokone tai tehdaskone, jossa on oma keskusyksikkö. Käytännössä jokaisessa koneessa on ohjelmisto, ja usein ne ovat verkottuneet keskenään. Jotta laitteiden toiminta pysyy luotettavana, on toteutettava erilaisia tietoturva-toimenpiteitä, kuten virustorjunta, tehdasasetusten palautus ja säännölliset varmuuskopiot. (Argus 2020)

Monet huoltotoiminnot tapahtuvat automaattisesti paikallisesti asennettujen ohjelmistojen avulla, mutta osa vaatii manuaalista työtä asiantuntijoilta. Edistyneemmissä tilanteissa hyödynnetään etähuoltoa, joka voi tarjota asiantuntija-apua ja räätälöityjä ratkaisuja. Jotkin huoltotehtävät voidaan hoitaa paikan päällä, mutta vaativimmat tehtävät edellyttävät laajempaa asiantuntemusta ja yhteen toimivuutta eri järjestelmien ja verkkojen välillä. (Argus 2020)

Sisäisessä käytössä hyödynnetään intranet-ratkaisuja, kun taas ulkoisiin palveluihin tukeudutaan internetin kautta. Näitä palveluita kutsutaan usein pilvipalveluiksi, ja ne kattavat kaikki digitaaliset palvelut, jotka ovat saatavilla internetin välityksellä. (Argus 2020)

Turvallisuus on olennainen osa etähuoltoa, sillä kaikki verkkoon yhdistetyt järjestelmät ovat alttiita uhille. Tämä koskee myös paikallisia verkkoja ja esimerkiksi USB-laitteita, joita käytetään yrityksen

tietokoneissa. Etähallinnan avulla voidaan varmistaa turvallinen ja luotettava järjestelmien hallinta, jossa tasapaino älykkäiden ohjelmistojen ja asiantuntevien ammattilaisten välillä on avainasemassa. (Argus 2020)

3 Lisätyn todellisuuden (AR = augmented reality) määritelmä

Lisätty todellisuus (AR) on muunnelma virtuaalisesta ympäristöstä (VE), tai virtuaalitodellisuudesta (VR), kuten sitä yleisemmin kutsutaan. Virtuaalitodellisuusteknologiat upottavat käyttäjän täysin synteettiseen ympäristöön, ja upotettuna käyttäjä ei voi nähdä ympärillään olevaa todellista maailmaa. Sitä vastoin lisätty todellisuus ottaa digitaalista tai tietokoneella tuotettua tietoa ja peittää ne reaaliaikaisessa ympäristössä. Olipa kyse sitten kuvista, äänestä, videosta tai kosketuksesta. Lisättyä todellisuutta voidaan teknisesti käyttää parantamaan kaikkia viittä aistia, mutta sen yleisin käyttö nykyään on visuaalinen. Toisin kuin virtuaalitodellisuus, lisätyn todellisuuden avulla käyttäjä voi nähdä todellisen maailman virtuaalisten objektien ollessa päällekkäin todellisen maailman kanssa tai yhdistettynä siihen. Siksi AR täydentää todellisuutta sen sijaan, että se korvaisi sen kokonaan. Lisättyä todellisuutta voidaan pitää sekoituksena tai "välialueena" täysin synteettisen ja täysin todellisen välillä. (Rampolla & Kipper 2012, 1.)

AR:n ominaisuuksien perusmäärittelyn ja -kuvausten pohjalta voimme laajentaa hieman ja hahmotella kolme ominaisuutta, joiden on oltava todellisen lisätyn todellisuuden kannalta:

AR yhdistää todellista ja virtuaalista tietoa, on interaktiivinen reaaliajassa ja sitä käytetään 3D-ympäristössä. Lisätty todellisuus mahdollistaa sellaisen tiedon visuaalisen esittämisen, jota käyttäjä ei muuten pystyisi havaitsemaan. (Rampolla & Kipper 2012, 3.) Yksi laajennetun todellisuuden suurimmista mahdollisista käyttötavoista tulevaisuudessa on tehtävätuki. Lisättyä todellisuutta on käytetty ja käytetään jatkossakin auttamaan ihmisiä suorittamaan helpommin monimutkaisia tehtäviä, kuten kokoonpanoa ja huoltoa. (Rampolla & Kipper 2012, 14.) Tietotekniikka muuttaa koulutusta monin tavoin, alkaen yksinkertaisesti siitä tiedon määrästä, joka on nyt kaikkien saatavilla, joilla on pääsy Internetiin, verkko-oppimismenetelmiin ja interaktiivisiin käyttöliittymiin, kuten Promethean Board, jonka avulla opiskelijat voivat olla etänä vuorovaikutuksessa toistensa kanssa digitaalisen "liitutaulun" avulla. Lisätty todellisuus vetoaa koulutuslähestymistapaan, jossa opiskelijat oppivat eniten, kun he hallitsevat omaa oppimistaan ja ovat vuorovaikutuksessa todellisten ja

lisättyjen ympäristöjen kanssa. Lisätyn todellisuuden avulla opiskelijat voivat manipuloida virtuaalisia esineitä tai esityksiä todellisista kohteista. (Rampolla & Kipper 2012, 19.) AR-oppimisen etuna on, että siinä ei ole todellisia virheitä, vain eriasteisia oppimiskokemuksia. AR:llä on myös valtavat mahdollisuudet jatkokoulutukseen ja taitojen ylläpitämiseen. Esimerkiksi mekaanikot voisivat oppia tekemään korjaustoimenpiteitä uudelle laitteelle, palomies voisi oppia sammuttamaan tietyn tyyppisiä virtualisoituja tulipaloja. Harjoittelun sekalaisen luonteen lisäksi toinen arvo on, että virheistä ei ole pysyviä seurauksia. Mahdolliset virheet antaisivat mahdollisuuden reaaliaikaiseen palautteeseen ja autenttiseen oppimiseen vetoamalla useisiin oppimistyyliihin.

Myös optinen merkkien tunnistus on parantunut tasaisesti vuosien varrella, ja tämä on johtanut lisätyn todellisuuden Google-kääntäjän kehittämiseen. Käyttäjä osoittaa älypuhelimella tekstiä, jonka hän haluaa kääntää, ja vastaus tulee näkyviin näytölle. Word Lens on yksi tällainen AR-käännössovellus, joka lukee kameraikkunassa näkyvän tekstin, kääntää sen ja peittää sitten alkuperäisen tekstin käännöksellä. Toinen ohjelma, nimeltään Intelligent Eye, toimii samalla tavalla. (Rampolla & Kipper 2012, 20.) Kuvio 1 havainnollistaa AR-teknologiaa fiktiivisesti.



Kuvio 1 Fiktio kuva havainnollistamaan AR-teknologiaa (Adobe 2025)

3.1 Hankinnan määritelmä

Hankinta on yrityksen ulkopuolisten resurssien hallinnan prosessi, jonka tavoitteena on varmistaa tarvittavien tuotteiden ja palveluiden saanti mahdollisimman suotuisilla ehdoilla. Näitä tuotteita ja palveluja käytetään yrityksen operaatioiden toteuttamiseen, ylläpitämiseen, johtamiseen ja kehittämiseen. Tässä yhteydessä operaatioilla tarkoitetaan sekä ydintoimintoja että tukitoimintoja.

Hankinta on siis olennainen osa yrityksen tukitoimintoja, jotka edesauttavat ydintoimintojen sujuvaa toimivuutta ilman häiriöitä. Liiketoiminnan kannalta tehokas hankinta edistää yrityksen kilpailukykyä, mikä käytännössä merkitsee kustannusten hallintaa ja lisäarvon tuottamista asiakkaille koko toimitusketjussa. Hankinnalla tarkoitetaan käytännössä kaikkea, mistä yritys saa laskun ulkopuoliselta toimittajalta. (Nieminen 2016.)

Hankintaan liittyviä termejä suomen kielessä ovat muun muassa hankinta, osto, hankintatoimi, ostotoiminta, strateginen hankinta ja operatiivinen hankinta. Eri yrityksillä voi olla omat terminsä ja käytäntönsä. Termit hankinta ja osto voivat esiintyä synonyymeina, mutta tietyissä organisaatioissa voi olla tapana puhua aina hankinnoista tai toisissa pelkästään ostoista. (Nieminen 2016.)

Hankintatoimi ja ostotoiminta viittaavat yrityksen rakenteellisesti organisoituihin toimiin, jotka liittyvät hankintojen hallintaan. Erityisesti suuremmissa organisaatioissa hankintatoimi jaetaan usein strategiseen ja operatiiviseen hankintaan. Operatiivisesta hankinnasta voidaan käyttää myös termiä osto tai ostotoiminta. Strateginen hankinta keskittyy pitkän aikavälin tavoitteisiin, kuten uusien toimittajien etsimiseen ja sopimusneuvotteluihin. Tämä osa hankintatoimintaa keskittyy hankintojen suunnitteluun ja kehittämiseen liiketoiminnan strategian mukaisesti. Operatiivinen hankinta taas keskittyy päivittäisiin tehtäviin, kuten ostotilausten tekemiseen, toimitusten seurannan hoitamiseen, vastaanottoon, ostolaskujen tarkastamiseen ja toimittajien suorituskyvyn arviointiin. Liiketoimintakontekstissa hankinnan käsitteistöön kuuluu myös monia englanninkielisiä termejä, kuten purchasing, procurement tai sourcing. (Nieminen 2016.)

3.2 RFI

RFI (request for information) on muodollinen prosessi tietojen saamiseksi mahdollisilta tuotteiden tai palvelujen toimittajilta. RFI on tarkoitettu ostajalle kirjotettavaksi ja lähetettäväksi tuotteen tai palvelun tarjoajalle. Se on ensimmäisiä ja kattavimpia pyyntösarjoja, jonka tarkoituksena on pienentää tarjoajaehdokkaiden määrää. (Essex 2025.)

RFI on hyödyllinen, kun yrityksellä on vähän tietoa palvelutarjoajista ja haluaa vähentää heidän arvioimiseensa kuluvaan aikaan ja kustannuksiin. RFI:tä käytetään, esimerkiksi tehtäessä suuria IT-hankintoja. RFI:n käytön tavoitteena on kerätä tietoa markkinoilta muodollisesti ja jäsenellysti. Dokumenttien tulee yksilöidä organisaation vaatimukset ja pyytää samalla konkreettisia vastauksia siihen, kuinka toimittajan tulee täyttää ne. Toimittajien välisten erojen tunnistamisen helpottamiseksi hyvä RFI keskittyy myös vaatimuksiin, jotka ovat ainutlaatuisia tiedustelua tekeville yrityksille. Se osaa myös ottaa huomioon jotain asioita mitä kaikki ihmiset eivät välttämättä osaisi tai muistaisi. Vastaanottajia pyydetään yleensä toimittamaan vastauksensa vakio muodossa vertailun helpottamiseksi. (Essex 2025.)

4 Toimeksiantaja

Componenta on metallikomponentteja valmistava sopimusvalmistajayritys. Yrityksessä valmistetaan valu- sekä koneistusmetallikomponentteja, takeita, putkituotteita ja levyleikkeitä tilauksien vaatimusten mukaan.

Yrityksen toimipisteet sijoittuvat kaikki Suomeen. Valimot ovat Porissa sekä Karkkilassa. Koneistamot ovat Härmässä, Sastamalassa, Kurikassa ja Jyväskylässä. Jyväskylässä on myös valimo ja putkipalvelu sekä levypalvelu. Uusimpana Componenta osti Kalajoelta Fortaco Groupilta tehtaan, josta löytyy koneistus- ja hitsauspalveluita. Valimotoiminta Componentalla on kestänyt yli 200 vuotta ja koneistustoiminta noin 100 vuotta. Tämä opinnäytetyö on tehty Jyväskylän koneistuspalvelun yksikössä.

Jyväskylän koneistusyksikössä työskentelee noin 30 työntekijää ja yksikkö toimii kolmessa tai jopa neljässä työvuorossa.

Componentan liikevaihto on ollut vuonna 2022 noin 110 000 000 € ja 2023 noin 101 000 000 €. Liikevaihto jakautuu pääosin Suomeen, mutta myös noin 15 % liikevaihdosta on ulkomailla Euroopan alueella. (Componenta 2025.)

5 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmistä valitsin kvalitatiivisen tutkimusmenetelmän, joka toteutetaan syvähaastatteluilla.

5.1 Kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus

Kvalitatiivinen tutkimus tarkoittaa tieteellistä tutkimusta, jossa hankitaan tietoa jostakin kohteesta ja sen ominaisuuksista, laadusta ja merkityksistä.

Laadulliset tutkimukset voivat olla monia erilaisia, riippuen mitä aihetta tutkitaan tai minkälainen sen ympäristö, tausta tai tarkoitus on. (Laadullinen tutkimus. n.d.)

5.2 AR-tekniikan soveltuvuus kunnossapidossa

AR-tekniikan soveltuvuuden arvioinnissa kunnossapidossa selvitetään, miten lisätty todellisuus voi tehostaa kunnossapitotoimintaa, ja määritellään siihen liittyvät tekniset vaatimukset. Laittoimittajien ja ratkaisujen kartoituksessa tutkitaan eri laitoimittajien tarjoamia AR-ratkaisuja ja pyydetään vähintään kolme tarjousta vertailtavaksi. Ominaisuusvaatimusten ja käyttöympäristön määrittelyssä kuvataan ratkaisuun kohdistuvat ominaisuusvaatimukset sekä analysoidaan tuotantoympäristön erityispiirteet, joissa ratkaisu otetaan käyttöön. Konkreettisen investointiehdotuksen laatimisessa luodaan tarkka investointiehdotus yrityksen johdolle. Ehdotus sisältää valintaperusteet, tekniset kuvaukset ja kustannus-hyötyanalyysin.

5.3 Tutkimusprosessin kulku

Haastattelut käytiin joko keskustelemalla kasvokkain tai internetyhteyden välityksellä. Haastattelut nauhoitettiin ja litteroitiin.

5.3.1 Haastateltavat

Haastateltaviksi valikoituivat tässä projektissa toimeksiantoyrityksen työntekijät ja yrityksen johto. Ulkoisia haastateltavia olivat yritykset, joilta kysyttiin tietoa heillä jo käytössä olevasta AR-

teknologiasta tuotannossa. Ulkoisia haastateltavia olivat myös laitteistojen myyjät ja heidän yhteishenkilönsä sekä toimeksiantoyrityksen kanssa toimiva IT-yritys.

5.3.2 Haastattelujen ajankohta

Haastattelut käytiin suunnitellussa järjestyksessä. Ensin aloitettiin toimeksiantajayrityksen sisältä, selvitettiin mitä projektilta/laitteistolta oikeasti halutaan ja mitä tietoa löytyy jo entuudestaan.

Seuraavaksi siirryttiin haastattelemaan muita yrityksiä ja minkälaisia ratkaisuja heillä on ja mitä heillä on huomioitavana asiaan liittyen. Tässä kysyttiin kaikilta yrityksiltä samat kysymykset, jotta saataisiin tasapuolinen vastaus.

Sitten siirryttiin kysymään IT-tuelta apua, onko heillä kokemusta laitteistoon liittyen ja mitä tulee huomioida, että laitteisto saadaan toimimaan toimeksiantoyrityksessä.

Viimeiseksi kyseltiin yrityksiltä, jotka myyvät laitteistoja, kuinka laitteet toimivat ja minkälaisia laitteistoja juuri heillä on ja sopisivatko ne toimeksiantoyrityksen vaatimuksiin.

6 Käyttöympäristö ja vaatimusten kuvaus

6.1 Käyttöympäristö

Käyttökohde on Componentan Jyväskylän koneistusyksikkö. Koneistamon käyttöympäristö on pääosin siisti, mutta laitteisto tulee kunnossapidon käyttöön, jolloin olosuhteet voivat olla vaativat. Kunnossapito joutuu toimimaan koneiden sisällä, jotka ovat öljyisiä, pölyisiä ja lämpimiä. Täten laitteistolta odotetaan toimintamahdollisuutta vaativissa olosuhteissa.

6.2 Vaatimukset

Toimeksiantajan ongelmana oli huoltomiesten jatkuva tarve töissä. Tähän haluttiin ratkaisu, jolla saataisiin yritykselle mahdollisuus etäyhteyteen internetin avulla, sekä työpisteiden tietokoneille valmis videopankki. Videopankista työntekijät voivat perehtyä työhön sekä mahdollisiin korjaustöihin.

Ensimmäisenä heräsi ajatus älylaseista, jotka osaavat tuottaa livekuvaa internetyhteyden avulla. Laseilla pystyy valokuvaamaan perehdytysvideoita "handsfree" tilassa eli kädet vapaana, jotta laitteistosta ei ole työn loppuun saamisen kannalta haittaa.

Lasien tarve olisi yrityksessä kunnossapidon helpottamiseksi. Eli käytännössä kun huoltomies ei ole paikan päällä voi ongelmatilanteessa työntekijä ottaa puhelinyhteyden sijaan videoyhteyden kunnossapitäjään. Kunnossapitäjä neuvoo työntekijää, kuinka korjata vikaantunut laite tai kuinka päästä pois ongelmatilanteesta. Videoyhteyden avulla pystytään ratkaisemaan ongelma helpommin.

Myös älylaseilla saadaan kerättyä huoltotöistä videodataa, jota voi uusiokäyttää. Esimerkkinä omiin muistiinpanoihin voi tallentaa kuinka huoltotyö on viimeksi tehty. Kuitenkin tärkein mitä tällä saavutettaisiin, olisi edellä mainittu videopankki. Videopankki koostettaisiin videoista, joissa helpot ja usein toistuvat viat korjataan. Eli sellaiset huoltotyöt, jotka pystyvät koneenkäyttäjä tekemään ilman, että syntyy vaaratilanteita. Videopankkia käytetään myös uusien työntekijöiden perehdytyksen helpottamiseksi opasvideoilla, jotka kuvataan laseilla ja editoidaan tietokoneella.

Aloitin haastattelut, joissa kysyin erilaisissa työtehtävissä olevilta ihmisiltä heidän mielipidettään, mitä tarvitsisi ottaa huomioon tällaisella laitteistolla, ja mitä he siltä odottavat. Aloitin haastattelun yrityksen toimeksiantajan kanssa, josta saadut vaatimukset on listattu Taulukossa 1.

Toimeksiantajalta saatujen kriteerien jälkeen haastattelin kunnossapitäjiä. Kysyin myös heiltä onko joitain asioita, joita tarvitsee huomioida laitetta hankittaessa. Heidän kriteerinsä on listattu taulukossa 2. Tämän jälkeen kävin haastatteluja koneenkäyttäjien kanssa. Heiltä saadut kriteerit ovat taulukossa 3. Taulukkoon 4 lisäsin omia ajatuksiani ja huomioitani.

Taulukko 1 Toimeksiantajan vaatimukset

-Pystyy valokuvaamaan/videoimaan ja tallentamaan tiedostoja
-Pystyy ottamaan etäyhteyden Internetissä
-On kestävä tuotannon olosuhteissa (pöly, isku, öljy ja kuumuus)
-Helppokäyttöinen
-Handsfree

Taulukko 2 Huoltomiesten vaatimukset

-Handsfree
-Laitteen kestävyys
-Helppokäyttöinen

Taulukko 3 Työntekijöiden vaatimukset/huomiot

-Suomen kieli, kaikki eivät osaa englantia sujuvasti
-Käyttöympäristöä huomioiden laitteen tulee kestää iskua, öljyä, lämpöä, pölyä ja mahdollisia sivuääniä, joten kohinanvaimennus olisi suotava
-Hintaa ajatellen tulee huomioida yrityksen koko, joten laitteistoihin myytäviä kalliita ohjelmistoja tulee harkita tarkasti

Taulukko 4 Tutkimuksen tekijän huomiot/vaatimukset

-Hinta / laatu
-Helppokäyttöisyys
- Mistä toimittaja on ja kuinka saadaan tarvittaessa laitteelle huoltoapua
-Meluvaimennus

Seuraavaksi haastattelin yrityksen IT-puolen asiantuntijaa.

It-asiantuntija kertoi muutamasta yrityksestä, joilla on myynnissä ratkaisuja, jotka varmasti voisivat toimeksiantoyrityksessä toimia. Myös haastattelusta selvisi muutama ratkaisu, kuinka laitteisto voitaisiin saada toimimaan. Laitteistossa täytyisi olla sisäänrakennettu käyttöjärjestelmä esim. Android tai laitteiston rinnalle pitäisi hankkia tabletti/tietokone, josta saadaan Bluetooth-yhteys älylaseihin.

Myös muita yrityksiä, jotka toimivat yhteistyössä Componentan kanssa haastateltiin, olisiko heillä tehty jo samanlaista laiteratkaisua. Haastatteluista ei saatu hakemaamme vastausta. Kuitenkin saimme vinkkejä, että kannattaa huomioida juuri edellä mainitut olosuhteet, joissa laitteistoja käytetään. Muilla yrityksillä ei ollut tällaista laitteistoa ollut käytössä, mutta kuitenkin älylaseja joissain muissa tarkoituksessa.

6.3 Vaatimusten yhteenveto

Edellä mainituista kriteereistä keräsin itselleni ylös tärkeimmät vaatimukset laitteistolle. Kriteerit lueteltu taulukkoon 5. Yhteenvedon avulla laitteistoja pystytään vertailemaan ja tekemään päätös, mikä laitteisto valitaan.

Taulukko 5 Vaatimusten yhteenveto

-Pystyy valokuvaamaan/videoimaan ja tallentamaan tiedostoja
-Pystyy ottamaan etäyhteyden Internetissä
-On kestävä tuotannon olosuhteissa (pöly, isku, öljy ja kuumuus)
-Helppokäyttöinen
-Android
-Meluvaimennus
-Handsfree

7 Tarjouspyyntöjen analyysi ja vertailu

Olin yhteydessä AR-laseja myyviin yrityksiin, joilla oli myynnissä valmiita ratkaisuja tähän tilanteeseen. Yritykset olivat ulkomaalaisia, joten yhteydenpito välineenä toimi Teams- yhteys. Palaverissa saatiin tietoja yrityksiltä. Heillä oli tarjota 6 erilaista AR-lasi mallia ja niille toimiva softa. Lasit olivat malleiltaan erilaisia ja hintaisia 1500–3200 €. Mutta molemmilta yrityksiltä tuli selkeä mielipide mikä on heidän mielestään sopivin laadultaan, hinnaltaan sekä sopisi yrityksellemme.

Ollessani yhteydessä yrityksiin kävi ilmi, että yrityksen päätoimiala oli heidän ohjelmansa myyminen yrityksille. Ohjelmisto oli tarkoitettu toimimaan juuri AR-lasien kanssa yhteistyössä. Opin kuitenkin, että ohjelmistolla pystyy tekemään todella paljon erilaisia asioita ja saavuttamaan lasien parhaan mahdollisen käyttökokemuksen. Taulukossa 6 hieman listausta mitä kaikkea ohjelmistolla saavutettaisiin.

Taulukko 6 Ohjelmiston mahdollisuudet

-Todella hyvä videoyhteys työntekijän kanssa.
-Mahdollisuus editoida videon aikana, eli pystytään esim. ympyröimään esineitä videokuvaan ja AR-tekniikan avulla työntekijä näkee mikä esine on ympyröity.
-Pystytään lähettämään/avaamaan lasit päässä dokumentteja, jotka näkyvät työntekijällä myös halutussa kuvakulmassa. Tällä saadaan esim. huolto-ohje näkymään samaan aikaan kun huoltoa tehdään.
-Saadaan tallennettua keskustelut ja ohjelmassa on omat tallennuskansiot kaikille tiedostoille, joista ne voidaan uudestaan katsoa.
-Tarjoaa alustaratkaisun, joka tukee teknikoita ja työntekijöitä milloin tahansa ja missä tahansa, mikä poistaa matkustamisen tarpeen.
-Helpottaa tehtäviä, kuten MRO:ita, laadunvalvontaa, käyttöönottoa tai koulutusta etäohjauksella.
-Antaa työntekijöille vaihteittaiset ohjeet itseohjaukseen, jotka ovat käytettävissä myös offline-tilassa.
-Käyttäjät voivat seurata toimintasarjoja, käsikirjoja, ylläpitovaatimuksia tai muita prosesseja ja olla vuorovaikutuksessa tarkistuslistojen, kuvien, videoiden, lisätyn todellisuuden, raportoinnin jne. kanssa.
-Sen modulaarinen rakenne mahdollistaa intuitiivisten työntekijöiden helpon luomisen.
-Video-/äänisuorayhteyden asiantuntijoiden ja etäteknikkojen välillä. Tämä sisältää ominaisuuksia, kuten huomautukset reaaliaikaisiin ja jäädytettyihin videokuviin, lisätty todellisuus, sisällön - jakaminen, PDF-tiedostot, 3D-mallit jne. Digitoi osaamisesi dokumentoimalla ja arkistoimalla is-
-Alustaratkaisumme toimii tavallisissa selaimissa tai ladatussa sovelluksessa ja sitä voidaan käyttää olemassa olevissa laitteissa, kuten älypuhelimissa tai tableteissa, mm. älylasit.
Softan tarkoitus on toimia siten, että yksi huoltomies istuu konttorissa ja sieltä käsin päivystää jatkuvasti tuleviin puheluihin. Hän editoi ja avustaa työntekijöitä, kuinka heidän täytyy toimia.

Analysoidessa näitä tarjouksia totesin, että nämä ovat tarkoitettu paljon suurempaan kokonaisuuteen, kun kyseisellä toimeksiantajayrityksellä olisi tarve. Olisi eri asia, jos yrityksen jokainen yksikkö ottaisi tämän haltuun ja sitten yksi kunnossapitäjä tekisi ohjaavan työn. Kuitenkin toimeksiantaja on edellä mainitulla tavalla ottamassa käyttöön laseja vain hätätilanteita varten, sekä lasit tulisivat vain yhteen yksikköön käyttöön, jonka resurssit eivät riitä irrottamaan kunnossapitäjiä konttoriin. Myös ohjelmiston kuukausihinta oli liian suuri, jos sitä käytettäisiin vain muutaman kerran kuukaudessa.

Keskusteltaessa toimeksiantoyrityksen johdon kanssa ohjelmiston hankinnasta, he olivat samaa mieltä, ettei näin kallista ohjelmaa ole järkevä hankkia yritykselle. Mutta tieto, jota saatiin, oli tärkeää, että tällainen on mahdollista. Jos hankittavat lasit vaikuttavat todella toimivilta voisi tällaista suurempaa ratkaisua miettiä muiden yksiköiden yhteishankinnaksi.

Ohjelmistoyrityksiltä projektiimme selvitettiin ja etsittiin parhaiten sopivia laseja. Laseja myydään Suomessa, mutta ongelma on, ettei niistä löydy tietoja, kuinka ne saadaan toimimaan ilman kallista ohjelmistoa. Sopivia laseja yrityksen tarpeisiin löytyi Suomesta 5 kappaletta.

Taulukossa 7 vertailtiin eri lasimalleja ja päädyttiin Realwear 520 malliin. Se on hieman kalliimpi kuin muut, mutta helppokäyttöisempi, pitkäikäisin ja kestävin kyseisiin työolosuhteisiin. Realwear yrityksenä myös on keskittynyt tähän eniten ja heidän laitteitaan on käytössä monissa suurissakin yrityksissä ja se tuo luotettavuutta laitteen toimintakykyyn.

Taulukko 7 AR-lasien vertailutaulukko

kriteerit	realwear 520	vuzix M4000	ROKID Glass 2	Epson Moverio BT-45C	Moziware cimo
internet yhteys	Wi-Fi 5, Bluetooth, 3.5 mm headphone jack, USB-C	USB 3.1 Gen 2 on USB Type-C Wi-Fi 2.4/5Ghz 802.11 a/b/g/n/ac Bluetooth 5.0 BR/EDR/LE	- tietokone	vaatii erillisen laitteen	BT+wifi
näytön laatu	LCD - 0.35" - 1280 x 720 pixels	: WVGA värinäyttö 854x480	3200 x 1600 pixels combined	1080p full hd	ei tietoa
kestävyys	Lujitettu, vesi, pöly, kuumuus	-	-	Kestää MIL-STD-810H-pudotustestin, roiske ja pöly	isku+ vesi
kiinnitystapa	kypärä yms	kypärä yms	sangat	kypärä yms	kypärä yms
tallennustila	64 Gt	64GB	ei tietoa	ei tietoa	32 Gt
käyttöjärjestelmä	Android 11	Android 11.0 OS	-	-	android 10
kamera	48 megapikseliä	12.8-megapikseli	ei tietoa	8mp	16mp
akku	Ladattava litiumpolymeeri - 2600 mAh	1350 mAh	500mAh	ei tietoa	1875mAh
Valmistajan takuu	1 vuoden takuu	1 V	ei tietoa	ei tietoa	1v
Käyttölämpötila	+50°C	-20°C to 45°C	0° to 35° C	-	ei tietoa
Melunvaimennus	100dB	ei tietoa	ei tietoa	80dB	90dB
Saatavuus	Suomi	Suomi	Suomi	Suomi	Ainoastaan ulkomailta
hinta	noin 3000€	noin 2600€	+300€	1700 €	1300 €

AR-lasien valmistajan sivulla kerrottiin, kuinka laite toimii ja mitä ominaisuuksia siinä on. Ominaisuudet listattu taulukkoon 8.

Taulukko 8 Realwear 520 ominaisuudet

-Sisäänrakennettu Android käyttöjärjestelmä, johon pystytään lataamaan eri sovelluksia esim. Microsoft teams.
-Kestävyys mm. pölytiivis, vesitiivis, lämmönkesto, iskunkesto.
-Handsfree.
-Helppokäyttöinen.
-Ei tarvitse erillistä laitetta toimiakseen.
-Helppo kiinnitys esim. panta, kypärä, lippis yms.

-Ainut huono puoli on, että ohjelma toimii ainoastaan englanniksi ja se saattaa tuottaa haasteita työntekijöille, jotka eivät puhu englantia, koska laitetta ohjataan puheella. Tähän kuitenkin saa tehtyä ohjeen ratkaisuksi. Sanat, joita laitteisto käyttää ovat suhteellisen helppoja esim. "play" tai "call".
-48mp kameralampulla.
-2600mah akku takaa pitkän akun kestävyuden.
-64GB oma muisti ja 4GB ram mikro sd paikka.

Tästä mallista lähdin tekemään tarjouspyyntöjä, joissa kysyttiin laitemyyjiltä, kuinka laite toimii ja kuinka se saataisiin toimimaan yrityksessämme, sekä laitteelle tarjouspyyntö.

Tarjouspyyntöjä tehtiin yhteensä 7kpl, joista vastaus saatiin 5kpl. Tulokset koottu kuvion 8 tarjousvertailuun.

Tarjouskyselyjen yhteydessä yritykseltä nro 5 tuli paljon tietoa Realwear 520 laitteistosta, ja he pitivät erillisen esittelypalaverin, jossa selvisi, että Realwear 520 laite täyttää kaikki edellä mainitut kriteerit paitsi suomenkielisyyden, jota ei ole missään muussakaan laitteessa. Todennäköisesti tulevaisuudessa tähän laitteeseen tulee päivitys, joka tuo mukanaan suomen kielen.

Yritys nro 5 opasti, miten laitetta käytetään. Laite oli todella helppokäyttöinen ja he myös kertoivat, että heiltä voi ostaa palveluja laitteen koulutukseen, jos laitteen käyttöönotossa ilmenee ongelmia.

Tarjouskyselyssä Realwear 520 mallissa hintahaarukka oli 3000–3700 €. Laitteen myyjäksi valittiin yritys, jolla oli eniten kokemusta ja palveluita mahdolliseen laitteiston toiminnan koulutukseen. Muut yritykset eivät osannut kertoa, miten laite toimii.

8 Investointiehdotus yrityksen johdolle

Investointiehdotus käydään läpi vaiheittain selityksen kanssa, joka sisältää kuvan mikä esiteltiin toimeksiantajayrityksen johdolle.

8.1 Laitteiston esittely

Kuviossa 2 laitteiston esittely käy läpi kaiken tarvittavan mitä laite pitää sisällään, jossa käsitellään toimeksiantajan antamia kriteerejä, jotka tulee täyttää.

Laitteistoksi valikoitui Realwear Navigator 520. Kestävyyden suhteen tämä laite kestää tuotantoyrityksen vaatimat olosuhteet. Melunvaimennuksen avulla myös äänentoisto toimii tuotannon tiiloissa. Laitteisto saadaan kiinnitettyä niin, että suojarusteista saadaan silti pidettyä huolta. Myös tehokkaalla akulla ja kameralla saavutetaan laadukas ja pitkäkestoinen toiminta. Aiheesta kerrottu jo aikaisemmin luvussa 7.

COMPONENTA

Laite Realwear Navigator 520

- Kestävyys: Pudotustestattu, pölytiivis, vedenkestävä, kuumuudenkestävä jopa 50°C
- Äänentoisto meluvaimennuksella toimivuus 100dBA
- Ei tarvitse erillistä laitetta toimiakseen
- Helppo kiinnitys esim. panta, kypärä yms
- 48mp kamera, valolla
- 2600mAh akku takaa pitkän akun kestävyyden. Akku on myös vaihdettava
- 64GB oma muisti ja 4GB ram micro sd muistikorttipaikka
- Android 11



8.2 Laitteiston hyödyt

Kuvio 3 käsittelee, minkälaisia hyötyjä laitteiston avulla saavutetaan.

Etäyhteydellä vältytään turhilta matkustamisilta, jotka näkyvät suoraan säästönä matkakuluissa, ja nopeuttavat vikojen korjauksessa. Eli laitteistojen toimintakyky saavutetaan nopeammin, josta saadaan myös rahallista säästöä. Videopankki tulee helpottamaan perehdytyksissä ja toistuvien vikojen korjausvideo helpottaa koneiden käyttäjien itsenäisten korjauksien tekoa ilman kunnossapitäjää.

COMPONENTA

Hyödyt

- **Etäyhteys**
 - Handsfree, videokuva ja internet yhteys
 - Vältytään turhalta matkustamiselta
- **Videopankki**
 - Perehdytys videot
 - Editoitavat videot
 - Toistuvan huollon video
- **QR-koodi luku**
 - Mahdollisuus lukea jo valmiiksi hallissa olevia koneiden QR-koodeja joista saa koneen tiedot näkyville laitteessa olevaan linssiin.

Kuvio 3 Investoinnista saatavat hyödyt

8.3 Miten laitteisto toimii?

Kuvio 4 käsittelee, kuinka laite toimii. Laitteiston oman Android käyttöjärjestelmän ansiosta laitteeseen saa ladattua esim. Teams- sovelluksen, jonka avulla voidaan käyttää etäyhteyttä. Laitteella on helppo tehdä huoltovideoita sen oman tallentamismahdollisuuden avulla.

Toiminta

- Yhteydet:
 - Saa ladattua Teams-sovelluksen sovelluskaupasta (vaatii teams lisenssin) Myös muitakin mahdollisuuksia on.
- Muisti:
 - Laitteessa on oma muisti ja saa lisättyä muistikortin helpottamaan videoiden tallentamista. Myös mahdollisuus ladata suoraan pilveen videot.
- Teams palaverin aikana voi jakaa laseille näytön jolla voi näyttää esim pdf tiedostoja.

Kuvio 4 Kuinka laitteisto toimii?

8.4 Lisätietoja

Kuvio 5 käsittelee laitteen lisätietoja, jotka vaikuttavat ostopäätöksen tekoon. Laitteistolla on takuu, jota voi myös ostaa lisää, jonka avulla taataan investoinnin pitkäikäisyys. Takuu myös sisältää välittömästi saatavan korvaavan laitteiston, jos laitteiston menee rikki.

Laitteistoon saa paljon erilaisia lisävarusteita, jotka lueteltu kuviossa 5.

Lisätietoja

- Takuu 1v + ostettavissa 1-2v
 - Takuun lisäaika heti otettuna noin 60% halvempi.
- Mahdolliset lisä varusteet ostettavissa
 - Esim. lämpökamera, lisäpannat, kypäräkiinnitin, erilliset kamerat esim putkien kuvaukseen sisäpuolelta, yms.

Kuvio 5 Huomioitavat lisätiedot

8.5 Säästöt

Kuviossa 6 lueteltu mitä kaikkia säästöjä laitteisto tuo yritykselle. Säästöt ovat epäsuoria, eli ne eivät näy suoraan tuotannon tuloksessa.

Säästöt

- Matkakulut
 - Säästetään huoltomiesten matkakuluissa
 - Koneen käyttötunnit
 - Säästetään koneenkäyttötunteja nopeamman koneen vian korjaamisessa
 - Huoltomiesten ylityökorvaukset
 - Ylityöt vähenevät kun ei tarvitse matkustaa paikanpäälle vian korjaukseen
 - Pehdytys
 - Säästetään uusien töiden pehdytyksessä, kun on kerran tehty pehdytys video videopankkiin, jonka avulla työntekijä pehdytetään.
 - Videopankki
 - Videoimalla toistuvia vikoja videopankkiin, voi työntekijä katsoa videon ja tehdä korjattavat toimenpiteet.
-

Kuvio 6 Mitä investoinilla saavutetaan rahallisesti?

8.6 Laitteiston huonot puolet

Kuviossa 7 käydään läpi laitteiston huonoja puolia. Laitteistoa ei tällä hetkellä ole saatavilla suomen kielellä, joten se vaatii ohjeen. Ohje tulee käsittelemään minkälaisilla käskyillä laitetta käytetään. Myös laitteessa täytyy olla internetyhteys etäyhteyden saavuttamiseksi. Laitteeseen voidaan liittää myös oma liittymä tai varmistettava, että WiFi- yhteys toimii laitteen ulottuvilla.

Miinukset

- Käyttö toimii puheella ja tottelee vain englantia
 - Voi tuottaa ongelmia joidenkin työn tekijöiden kanssa, jotka eivät hallitse englantia
 - Ohje
 - Englannin kielen takia tehtävä ohje millä sanoilla saadaan yhteys päälle.
 - Vaatii wifi yhteyden
 - Hallissa wifi yhteys päätii paikoittain, myös mahdollista ostaa oma liittymä laitteelle.
-

Kuvio 7 Laitteiston ongelmakohdat

8.7 Tarjousvertailu

Kuviossa 8 tarjouksien antaneiden yritysten nimet on peitetty.

Tarjousvertailussa vastaus saatiin 5 eri yritykseltä kyseisestä laitteistosta. Samalla kysyttiin myös, kuinka laite toimii, ja vain 2 yritystä osasi antaa tukea laitteen käyttöön. Yritys nro 5 valikoitui tämän investointiehdotuksen yritykseksi, sillä heiltä sai parhaimman opastuksen laitteeseen ja mahdollisen tuen laitteen käyttöönottoon.

Tarjousvertailu

- Yritys1
 - 3175 alv0 2530€
 - Yritys 2
 - 3702€ alv0 2949,5€
 - Yritys 3
 - 3065€ alv0 2442,02€
 - Yritys 4
 - 3755€ alv0 2992€
 - Yritys 5
 - 3228€ alv0 2572€
-

Kuvio 8 Laitteiston tarjousvertailu

8.8 Tulevaisuuden mahdollisuudet

Kuviossa 9 on lueteltu mitä tulevaisuuden mahdollisuuksia laitteistolla voidaan saavuttaa. Jos halutaan toteuttaa kyseiset mahdollisuudet, vaaditaan suurempaa kokonaisuutta, eli siihen ei riitä ai-noastaan yksikkö johon projekti tehtiin vaan se vaatisi monen eri yksikön kokonaisuuden.

Tulevaisuuden mahdollisuudet

- **Mahdollisuus kehittää suurempaan kokonaisuuteen tulevaisuudessa hankkimalla erillinen ohjelmisto, jolla saavutetaan mm.**
 - Mahdollisuus editoida videon aikana, eli pystytään esim ympyröimään esineitä video kuvaan ja AR-tekniikan avulla työntekijä näkee mikä esine on ympyröity.
 - Pystytään lähettämään/ avaamaan lasit päässä dokumentteja, jotka näkyvät työntekijällä myös halutussa kuvakulmassa. Tällä saadaan esim huolto ohje näkymään samaan aikaan kun huoltoa tehdään.
 - Saadaan tallennettua keskustelut ja ohjelmassa on myös omat tallennus kansiot kaikille tiedostoille joista ne voidaan uudestaan katsoa.
 - Tarjoaa alustaratkaisun, joka tukee työntekijöitä milloin tahansa ja missä tahansa, mikä poistaa matkustamisen tarpeen.
 - Helpottaa tehtäviä, kuten MRO:ita, laadunvalvontaa, käyttöönottoa tai koulutusta etäohjauksella.
 - Antaa työntekijöillesi vaihteittaiset ohjeet itseohjaukseen, jotka ovat käytettävissä myös offline-tilassa.
 - Käyttäjät voivat seurata toimintasarjoja, käsikirjoja, ylläpitovaatimuksia tai muita prosesseja ja olla vuorovaikutuksessa tarkistuslistojen, kuvien, videoiden, lisätyn todellisuuden, raportoinnin jne. kanssa.
 - Modulaarinen rakenne mahdollistaa intuitiivisten työkulkujen helpon luomisen.
 - Video-/äänisuorayhteyden asiantuntijoiden ja etäteknikkojen välillä. Tämä sisältää ominaisuuksia, kuten huomautukset reaaliaikaisiin ja jäädytettyihin videokuviin, lisätty todellisuus, sisällön jakaminen, PDF-tiedostot, 3D-mallit jne. Digitoi osaamisesi dokumentoimalla ja arkistoimalla istuntoja.
 - Alustaratkaisu toimii tavallisissa selaimissa tai ladatussa sovelluksessa ja sitä voidaan käyttää olemassa olevissa laitteissa, kuten älypuhelimissa tai tableteissa, mm. älylasit.
-

Kuvio 9 Mahdollisuudet

Lopuksi investointiehdotuksessa näytettiin video, jossa esitellään laitteen toimintaa.

9 Pohdinta

Toimeksiantajan ongelmana oli huoltomiesten jatkuva tarve töissä. Tähän haluttiin ratkaisua, jolla saataisiin yritykselle mahdollisuus etäyhteyteen internetin avulla sekä työpisteiden tietokoneille valmis videopankki, josta työntekijät voivat perehtyä työhön sekä mahdollisiin korjaustöihin.

Tuloksena saatiin yritykselle perusteltu investointiehdotus laitteistosta, jolla pystytään ratkaisemaan kunnossapitoon liittyvät ongelmat.

Mielestäni projektin osalta pärjäsin hyvin. Osasin heti lähteä etsimään tietoa oikeista paikoista ja sain nopeasti vastauksia. Projekti oli oikein mukava toteuttaa, sillä tästä tulisi olemaan konkreettista hyötyä kyseiselle yritykselle. Haastavinta oli aluksi perehtyä aiheeseen, josta ei tiennyt mitään. Opin paljon kyseisestä aihepiiristä, kun etsin tietoa AR-tekniologiasta ja miten laitteet toimivat tuotannon yrityksessä. Uutena oppina tuli myös muiden yritysten kanssa toimiminen, kysellessä muilta yrityksiltä tietoa, että minkälaisia ratkaisuja heiltä jo löytyi. Suunnitelma pysyi

projektin osuudelta melko samanlaisena. Ainut viivästymä oli tarjouskilpailutuksesta vastauksien saamisen pitkä aika, eli yritykset, jotka möivät laitteistoja, olivat erittäin hitaita vastaamaan tarjouspyyntöihin. Haasteina oli suunnitelmamuutokset, varsinkin ajankäytön takia. Raportoinnin kirjoittaminen ei oikein edennyt ollessani päivätöissä. Vähentäessäni töitä alkoi raportointiin olemaan enemmän aikaa.

Tuloksien luotettavuutta pohtiessa huomasin, että vertailutaulukot ovat luotettavat esim. taulukko 7 käy läpi mikä laitteisto on sopivin teollisuusyritykselle. (Taulukko 7 vertailee värien avulla eri laitteita, joista nähdään mikä laitteista on sopivin.) Myös haastatteluista saatujen tuloksien yhteenveto taulukko 5 on luotettava, sillä siihen on haastateltu monia erilaisissa toimenkuissa työskenteleviä ihmisiä. Ainut asia, joka jää projektissa epäselväksi on ”kuinka laite käytännössä saadaan toimimaan yrityksessä”, mutta se ei kuulunutkaan opinnäytetyön sisältöön. Luotettavuutta voisi parantaa entisestään toistamalla tutkimuksen isommalla otannalla, esimerkiksi laajentamalla haastatteluja eri toimipisteisiin.

Projektissa saatiin yritykselle valmis investointiehdotus, joka käsittelee laitteen tietoja ja kuinka sitä käytetään ja mitä mahdollisuuksia laitteistolla voi tehdä tulevaisuudessa. Projektin tulee helpottamaan yritystä tulevaisuudessa laitteiston käyttöönotossa, uusien investointiehdotusten luomisessa ja jos laitetta halutaan jatkojalostaa muihin yksiköihin ja toteuttaa suurempi kokonaisuus erilaisen sovellusta kauppaavan yrityksen avulla, löytyy siihen jo valmiiksi kerättyä tietoa.

Projektissa onnistuttiin hyvin, vaikka alkuperäinen aikataulusuunnitelma hieman venyi. Projektista valmistui valmis perusteltu investointiehdotus. Myös samalla kertyi todella paljon tietoa projektin aiheista eli AR-tekniologiasta ja mitä laitteistoja voi tuotannon yrityksissä käyttää. Ja ehkä tärkeimpänä kuinka laitteistot saadaan toimimaan ja minkälaisia ratkaisuja on jo valmiiksi sekä minkälaisia kustannuksia tällaisiin laitteistoihin sisältyy.

Yritykselle kasattu investointiehdotus saatiin valmiiksi ajallaan ja siitä saatiin halutunlainen. Se on esitelty otsikon 8 alla vaiheittain.

Lähteet

ABB. 2024. Ennakoiva kunnossapito ja suunnitellut huollot. ABB. Viitattu. 6.11.2024

https://new.abb.com/service/fi/motion/ennakoiva-kunnossapito-ja-suunnitellut-huollot?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAoa5BhCNARIsADVLzZeBhVS2r5SMFUdJKjm9mrCT8cpXOTx4-t8eKpqhS-mE60IIMmaqYB4aAi2sEALw_wcB

Componenta. 2025. Yrityksen nettisivut. Viitattu 28.3.2025

<https://www.componenta.com/yritys/>

Dustin. 2025. Realwear 520 älylasit. Nettikauppa

<https://www.dustin.fi/product/5011336230/navigator-520-64gb>

Essex, D. 2025. What is RFI (request for information)? Artikkelit TechTarget www-sivuilla 2025. Viitattu 28.3.2025

<https://www.techtarget.com/searcherp/definition/RFI-request-for-information>

HobbyHall. 2025. Rokid Max 2 älylasit. Nettikauppa

<https://hobbyhall.fi/fi/tietokoneet-ja-pelaaminen/pelaaminen/vr-lasit/vr-lasit-varastossarokid-max-2-smart-glasses-ar-lite?id=36959893>

Jyväskylän yliopisto. N.d. Laadullinen tutkimus. Jyväskylän yliopisto. Viitattu 13.1.2025

<https://sites.app.jyu.fi/mehu/fi/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/laadullinen-tutkimus>

Kipper, G. & Rampolla, J. 2012. Augmented reality: An emerging technologies guide to AR. Elsevier Science & Technology Books.

<https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.jamk.fi:2443/lib/jypoly-ebooks/reader.action?docID=1073012&ppg=6>

Laadullinen tutkimus. N.d. Jyväskylän yliopisto. Viitattu 28.3.2025

<https://sites.app.jyu.fi/mehu/fi/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/laadullinen-tutkimus>

Lambert-Torres, G. 2023. Maintenance Management. IntechOpen.

<https://www.intechopen.com/books/11528>

Manninen, J. 12.3.2023. Mitä on ennakoiva kunnossapito? Aneo Software OY. Viitattu 6.11.2024

<https://www.aneo.fi/fi/kunnossapito/mita-on-ennakoiva-kunnossapito>

Mitä lisätty todellisuus on? N.d. Artikkelit Adobe Inc:n www-sivuilla. Viitattu 28.3.2025

<https://www.adobe.com/fi/products/substance3d/discover/what-is-augmented-reality.html>

Nieminen, S. 2016. Hyvä hankinta - parempi bisnes. Talentum Pro.

[https://bisneskirjasto-almatalent-fi.ezproxy.jamk.fi:2443/teos/FAGBHXCTEB#kohta:1\(\(20\)Hankintojen\(\(20\)rooli\(\(20\)liiketoiminnassa\(\(20\):1.4\(\(20\)Miss\(\(e4\)\)\(\(20\)lis\(\(e4\)arvo\(\(20\)syntyy?\(\(20\)/piste:b190](https://bisneskirjasto-almatalent-fi.ezproxy.jamk.fi:2443/teos/FAGBHXCTEB#kohta:1((20)Hankintojen((20)rooli((20)liiketoiminnassa((20):1.4((20)Miss((e4))((20)lis((e4)arvo((20)syntyy?((20)/piste:b190)

Nyholm, J. 11.5.2021. Mitä on ennakoiva kunnossapito? Pinja Blog. Viitattu. 6.11.2024

<https://blog.pinja.com/fi/mita-on-ennakoiva-kunnossapito>

Proshop. 2025. Realwear 520 älylasit. Nettikauppa

<https://www.proshop.fi/Virtuaalilasit/REALWEAR-Navigator-520-smart-glasses-64GB/3217961?srsltid=AfmBOoqwCjkUUUOmTx7MkGsmF9EZBeyV6stVRhrBX3W80ZNJXEZUgPXh>

Realwear. 2025. Realwear 520 älylasit. Nettikauppa

<https://www.realwear.com/devices/navigator-520>

SAP. 2020. Mikä on ennakoiva kunnossapito? Täydellinen yleiskatsaus. SAP. Viitattu. 6.11.2024

<https://www.sap.com/finland/products/scm/apm/what-is-predictive-maintenance.html>

Vincit. 2025. Nettisivu.

https://vinciteam.fi/en/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA3sq6BhD2ARIsAJ8MRwUQkXGSw91I8vx_euJJWI14o754yQrT0GFD5NIhUcia34O47QyDAUQaAh9MEALw_wcB

Virefin. 2025. Vuzix M4000 älylasit. Nettikauppa

<https://www.virefin.com/tuote/m4000>

Argus. 2020. What is Remote Maintenance and how can your industry use it? Artikkelin sivuilla. Viitattu 28.3.2025

<https://argus-remote.com/what-is-remote-maintenance-and-how-can-your-industry-use-it/>

Liitteet

Liite 1. Liitteen otsikko

Liite 2. Liitteen otsikko