

Opinnäytetyö (AMK)

Tuotantotalouden koulutusohjelma

NTUTAS12

2016

Tommi Hobin

ÄLYLASIEN HYÖDYNTÄMINEN YRITYKSEN SISÄISESSÄ LOGISTIIKASSA

– Kannattavuus ja mahdollisuudet

Tommi Hobin

ÄLYLASIEN HYÖDYNTÄMINEN YRITYKSEN SISÄISESSÄ LOGISTIIKASSA

- Kannattavuus ja mahdollisuudet

Älylasit ovat puettava älylaite, jotka pystyvät älypuhelimien tavoin käsittelemään viestiliikennettä ja antamaan käyttäjälle tarpeelliset tiedot näkyviin silmän eteen. Tätä kutsutaan myös täydennetyksi todellisuudeksi.

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää edellytyksiä ja kannattavuutta uuden älylasiteknologian käyttöönottamiselle yrityksen sisäisessä logistiikassa.

Työn alussa käsitellään sisäisen logistiikan käsitettä, sekä varastoinnin tyypillisiä työvaiheita, joihin älylaseja voitaisiin soveltaa. Varaston toimintaa käsitellään myös kustannusten ja laadun kannalta. Myöhemmissä kappaleissa tutustutaan älylaseilla jo tehtyihin pilottiprojekteihin sisäisessä logistiikassa, sekä älylasien laitetarjontaan. Älylasien kannattavuutta varaston toiminnassa tutkitaan investointilaskelmien kautta, jonka ytimessä on työajan säästö, jonka älylasien käyttö tarjoaa. Työajan säästö on arvioitu MOST -työntutkimusmenetelmällä.

Näiden laskelmien pohjalta älylasien käyttöönotto olisi kannattavaa, mutta alkuarvojen mahdolliset muutokset tekevät suuren vaikutuksen hankkeen kannattavuuteen, kuten herkkyysanalyysi osoittaa. Siksi ennen pilotointivaihetta yrityksen tulee tarkemmin selvittää hankkeen kannattavuus vastaavilla menetelmillä, sillä älylasien käyttöönotto sisältää tällä hetkellä paljon kiinteitä kuluja.

ASIASANAT:

täydennetty todellisuus, älylasit, puettava teknologia, sisälogistiikka, varastointi, esitutkimus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Industrial Management

2016 | 58

Tommi Hobin

SMART GLASSES IN INTERNAL LOGISTICS

Smart glasses are a wearable smart device which are capable of handling communication and information as modern smart phones. They also display the useful information in front of the user's field of vision. This is also called as augmented reality.

The purpose of this thesis is to research the possibilities and feasibility of using smart glasses in the internal logistics operations of a company.

In the beginning of this thesis the concept of internal logistics is addressed, as are the typical operations within the warehouse where the smart glasses technology can be applied into. Warehouse operations are also addressed from the cost and quality perspective. The later chapters look into a pilot projects already done with smart glasses and also the current device selection of smart glasses. The feasibility of smart glasses in internal logistics is determined with investment calculations. The saved working time is in the core of these calculations, which is estimated using the MOST work research method.

According to these investment calculations the introduction of smart glasses in the internal logistics would be feasible, but the possible changes in the initial values would make significant impact on the feasibility as the sensitivity analysis shows. That is why before a company should assess more closely the feasibility with similar methods before starting the pilot project with smart glasses. This is mostly because industrial use of smart glasses currently creates a lot of fixed costs.

KEYWORDS:

augmented reality, smart glasses, wearable technology, internal logistics, warehousing, intralogistics, feasibility study

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	7
1 JOHDANTO	1
1.1 HUB logistics Oy	2
2 SISÄLOGISTIIKKA	3
2.1 Sisälogistiikan prosessit	4
2.1.1 Purku ajoneuvosta ja vastaanotto	5
2.1.2 Vastaanottotarkastus	5
2.1.3 Hyllytys	6
2.1.4 Inventointi	6
2.1.5 Keräily	7
2.1.6 Yhdistely, pakkaaminen ja lähettäminen	7
2.1.7 Tunnistaminen	9
2.2 Varastoinnin kustannukset ja tehokkuus	10
2.2.1 Laatumarkkinat	14
2.3 Varastoinnin tietojärjestelmät	17
2.4 Perinteiset apuvälineet sisäisessä logistiikassa	18
3 ÄLYLASIT	20
3.1 Laitteisto	21
3.1.1 Google älylasit	22
3.1.2 Epson Moverio älylasit	23
3.1.3 Vuzix älylasit	24
3.2 Vertailu	25
4 ÄLYLASIEN SOVELTAMINEN SISÄISEEN LOGISTIIKKAAN	27
4.1 Soveltuvuusarviointi	30
4.2 Vaadittavat ominaisuudet	32
4.3 Älylasien ja pääjärjestelmien tiedonsiirto	33
5 CASE – ÄLYLASIEN KANNATTAVUUS	36
5.1 Investoinnit	36
5.2 Työntutkimus ja työaika-analyysi	41
5.3 Investointilaskelmat	45

5.3.1 Lähtötiedot	45
5.3.2 Tulokset	47
5.3.3 Herkkyysanalyysi	48
6 PÄÄTELMÄT JA TULEVAISUUS	50
6.1 Projektisuunnitelma jatkosta	51
6.2 Älylasien tulevaisuus	53
LÄHTEET	56

LIITTEET

- Liite 1. Älylasien ominaisuuksien vertailu
- Liite 2. Älylasien soveltavuuden valinta
- Liite 3. Esimerkki keräilyprosessista älylaseilla

KUVAT

Kuva 1 Kuvakaappaus HUB logisticsin internetsivuilta yrityksen palvelutarjonnasta, sekä ansaituista tittleistä. (HUB logistics 2016.)	2
Kuva 2. Yleisimpiä viivakooditunnisteita. (EsLogC 2012).	10
Kuva 3. Jäävuori-ilmio laatukustannusten seurannassa. (Konsultointi Arvio 2015.)	15
Kuva 4. Seuraavat Googlen Enterprise Edition –älylasit suunnataan yrityskäyttäjille. (9to5Google 2015).	23
Kuva 5. Vuzix M100 –älylasit. (Vuzix 2016b).	25
Kuva 6. Volkswagenin tehtaan työtä älylaseja hyödyntämällä. (Volkswagen 2015).	27
Kuva 7. Ubimaxin XPick –järjestelmän hyödyntäminen keräilyssä. Työntekijä voi tarkistaa varastonimikkeen oikeellisuuden lukemalla viivakoodin älylasien kameralla. (Youtube 2015).	28
Kuva 8. Samsungin keräilyä älylaseja ja älykelloja hyödyntämällä (Youtube 2016).	30
Kuva 9. BasicMOST -kappaleen siirtämisen kuvaava liikesarja. Tämä liikesarja kuvaa noin 50% ihmisen tekemästä fyysisestä työstä. (Zandin K. 2003, 12).	43

KUVIOT

Kuvio 1. Sisäisen logistiikka osana yrityksen toimitusprosessia.	3
Kuvio 2. Varastoinnin tyypilliset työvaiheet vastaanotosta lähetykseen. (Hokkanen & Virtanen 2013, 13.)	4
Kuvio 3. Pakkaamisen työvaiheet. (Logistiikan maailma 2016a).	8
Kuvio 4. Käsiteltävien pakkausten koot.	9
Kuvio 5. WADELMA –benchmarking tutkimuksen varastojen kustannuselementit. (Aminoff ym. 2003).	11
Kuvio 6. Varastoinnin henkilöstökustannuksien jakaantuminen eri varastotoiminnoille. (Aminoff ym. 2003).	12

Kuvio 7. Työajan jakautuminen varastotoimintojen kesken eri yritysryhmissä. (Aminoff ym. 2003).....	13
Kuvio 8. Tilausrivien täyttämiseen kuluva aika keskimäärin eri varastotoiminnoissa benchmarking –tuloksien perusteella. (Aminoff ym. 2003.)	14
Kuvio 9. Laatu kustannusten jaottelu. (Konsultointi Arvio 2015).	16
Kuvio 10. Älylasimallien tunnettavuus ja tuotantovaihe. (AugmentedReality 2015a). ..	21
Kuvio 11. Ubimaxin XPick -ohjelmiston tehokkuus verrattuna perinteisiin keruun apuvälineisiin. (Deutsche Messe 2016).....	29
Kuvio 12. Älylasien soveltuvuuden valintaan vaikuttaneet kriteerit ja painotukset.	31
Kuvio 13. Tiedonsiirtomalli älylasien ja pääjärjestelmän välillä.	35
Kuvio 14. Investointilaskelmien lähtöarvojen muutoksien tarkastelua herkkyyksianalyyseissä.	49
Kuvio 15. Älylasien käyttöönoton SWOT-analyysi.	51
Kuvio 16. Askeleet älylasien käyttöönottoprojektille.	52
Kuvio 17. Älylasien markkinoiden kehittymisen arvio. (AugmentedReality 2015b.)	54

TAULUKOT

Taulukko 1. Tutkitut virheprosentit keräilytyypeittäin..	19
Taulukko 2. Älylasiohjelmiston vaatimukset.	32
Taulukko 3. Investointien minimituottovaatimukset.	38
Taulukko 4. Takaisinmaksumenetelmän esimerkkilaskelma.	40
Taulukko 5. Sisäinen korkokannan esimerkkilaskelma.....	41
Taulukko 6. MOST -menetelmän aikayksiköt.	43
Taulukko 7. Sisäisen korkokannan investointilaskentamenetelmä ja sen tulokset.....	47
Taulukko 9. Takaisinmaksuajan investointilaskentamenetelmä ja sen tulokset.	47

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Lyhenne/sana	Lyhenteen selitys
EK	Elinkeinoelämän Keskusliitto
ERP	Enterprise Resource Planning
HUB	HUB logistics Oy
ISO	International Organization for Standardization
MOST	Maynard Operating Sequence Technique
MTM	Method Time Measurement
QR-koodi	Quick Response -koodi
SAK	Suomen Ammattiliittojen Keskusjärjestö
Synkro-osa	Tuotekohtainen komponentti
SWOT	Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats
TMU	Time Measurement Unit
USD	Amerikan Yhdysvaltojen dollari
WMS	Warehouse Management System
WCS	Warehouse Control System

1 JOHDANTO

Älylasit ovat yksi uusista teknologioista, joita on ilmestynyt jo kuluttajamarkkinoille, mutta joita ei ole vielä alettu laaja-alaisesti hyödyntämään. Älylaseilla tarkoitetaan puettavaa älylaitetta, joka syöttää suoraan tietoa käyttäjän näkökentällä, jolloin käyttäjä voi hyödyntää informaatiota ja havainnoida samaan aikaan myös muuta ympäristöään. Tätä kutsutaankin myös täydennetyksi todellisuudeksi (augmented reality) (Finto 2016). Tätä ei tule sekoittaa virtuaaliseen todellisuuteen, joka myös on yleistynyt teknologian haara esimerkiksi peliteollisuudessa. Virtuaalisessa todellisuudessa käyttäjä uppoutuu täysin virtuaaliseen ympäristöön, eikä näin pysty havainnoimaan samalla ulkomaailmaa.

Suomalainen sisälogistiikka on hyvin tila – ja työkeskeistä (EsLogC 2012a). Yrityksien sisäisen logistiikan ympäristössä on hyödynnetty erilaisia näyttöpäätteitä ja puheohjaus -laitteita jo vuosikymmeniä, mutta täydennetty todellisuus on vasta tekemässä tuloaan yritysten prosesseihin. Käytännössä Suomessa ei ole toistaiseksi yhdessäkään yrityksessä otettu käyttöön vielä älylaseja apuvälineenä varastoinnin työtehtäviin. Toimeksiantajan kanssa selvitetään niitä työtehtäviä, joihin täydennetty todellisuus voisi soveltua parhaiten. Investointilaskelmien kautta opinnäytetyössä selvitetään, että onko älylasien valjastaminen varastokäyttöön kannattavaa yrityksen kannalta ja minkälaista säästöpotentiaalia niiden hyödyntämisessä piilee. Investointilaskelman pohjana käytetään MOST –työajantutkimus menetelmää, jonka perusteella arvioidaan mahdollinen työajan säästö.

Tämä opinnäytetyö selvittää älylasien nykyisen tarjonnan sekä lähtökohdat joilla älylaseja voitaisiin alkaa hyödyntämään sisäisen logistiikan työtehtävissä. Työssä vertaillaan muutamia markkinoilla myytäviä älylaseja, sekä niiden soveltuvuutta varastoympäristöön. Esille tuodaan myös älylasien kokemuksia varastoympäristössä, kuten DHL:n ja Volkswagenin koejaksot. Lopuksi arvioidaan työtehtävät, joihin älylaseja voitaisiin soveltaa toimeksiantajan eräällä toimipaikalla, jonka perusteella tehdään investointilaskelmat hankkeen kannattavuudesta. Toisaalta tässä työssä ei oteta sen tarkemmin kantaa älylasien toimintaperiaatteisiin tai tekniikkaan, muuten kuin vertailemalla lasien teknisiä ominaisuuksia.

Tärkeimpinä lähteinä työssä on käytetty vuonna 2004 julkaistua Liikenne – ja viestintäministeriön tilaamaan WADELMA –projektin 22 yrityksen benchmarking -tutkimusta kustannusten tarkastelun osalta. Toisekseen tärkeänä lähteenä on ollut Hokkasen ja Virtasen Varastonhoitajan käsikirja –teos, joka esittelee varastonpidon ja sisäisen logistiikan

kaikki työvaiheet hyvin käytännön läheisesti. Suomalaisen sisäisen logistiikan nykytilaa ja kehittämiskohteita puolestaan on tutkinut Etelä-Suomen logistiikkakeskusjärjestelmän kehittäminen ESlogC –hanke vuosina 2009-2012. Hankkeessa haastateltiin alan asiantuntijoita ja kerättiin vastauksia yli 50 alan yrityksestä.

1.1 HUB logistics Oy

Opinnäytetyö on tehty suomalaiselle HUB logistics Oy:lle, joka erikoistuu pakkauspalveluihin ja logistiikkaratkaisuihin. Tämän lisäksi HUB tarjoaa myös logistiikan asiantuntijapalveluita, sekä ulkoistus –ja pääomaratkaisuja. Alun perin vuonna 1992 perustettu puupakkausyritys on kasvanut nopeasti ja kerännyt paljon myös valtakunnallista huomiota alallaan. Eräinä asiakkaina voidaan mainita ABB (Vantaa), DNA (Lahti) ja Elisa (Vantaa). Tänä päivänä HUB logistics työllistääkin suoraan yli 500 ihmistä 19 toimipisteessä Suomessa, Saksassa, Virossa, Venäjällä ja Puolassa. Yritys on saanut myös vuoden 2016 logistiikkayritys –palkinnon. (HUB logistics 2016.)

HUB:n tavoitteena on olla ensimmäisenä suomalaisena logistiikkayrityksenä hyödyntämässä älylaseja sisäisen logistiikan alalla, ja tämän opinnäytetyön tarkoituksena on toimia esiselvitystyönä käyttöönotolle.



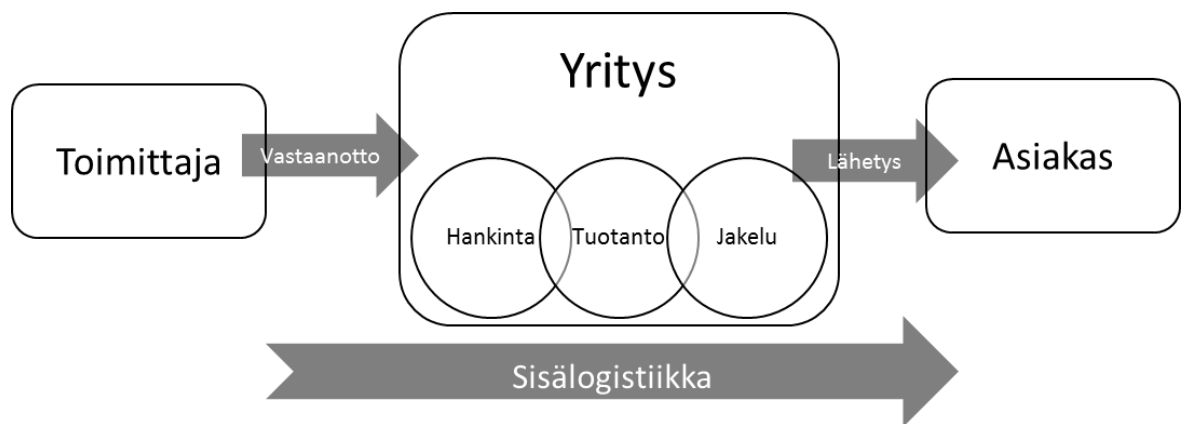
Kuva 1 Kuvakaappaus HUB logisticsin internetsivuilta yrityksen palvelutarjonnasta, sekä ansaituista palkinnoista (HUB logistics 2016).

2 SISÄLOGISTIikka

Logistiikka on tämän päivän yrityksessä yhä tärkeämpi osa yrityksen prosesseista ja kustannustekijöistä. Käsitteenä logistiikkaa voidaan pitää pelkän materiaalin liikuttamisen/säilyttämisen lisäksi tieto- ja pääomavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun, kierrätyksen, huolto- ja tukipalveluiden, kuljetus -sekä asiakaspalvelun ja niiden suhteiden johtamista ja kehittämistä. (Karrus 1998, 13.)

Sisäinen logistiikka voidaan määritellä toiminnaksi, joka tapahtuu logistiikkakeskuksen (tai ylipäätään varaston) rajojen sisäpuolella. Sisäinen logistiikka alkaa siitä, kun kuljetusyksikkö (esimerkiksi rekka tai traileri) avataan vastaanottolaiturilla ja jatkuu aina siihen saakka, kunnes tuote on käsitelty ja kuljetustila on suljettu. Tällöin sisäinen logistiikka on suurempi kokonaisuus, joka voidaan jakaa eri operatiivisiin vaiheisiin vastaanotosta lähteykseen. Koko prosessiin liittyy myös näiden toimintojen ohjaaminen, kehittäminen, mittaaminen ja johtaminen. (Lahtinen & Pulli 2012, 85.)

Kuviossa 1 selvennetään sisäisen logistiikan käsitettä yrityksen prosesseissa.

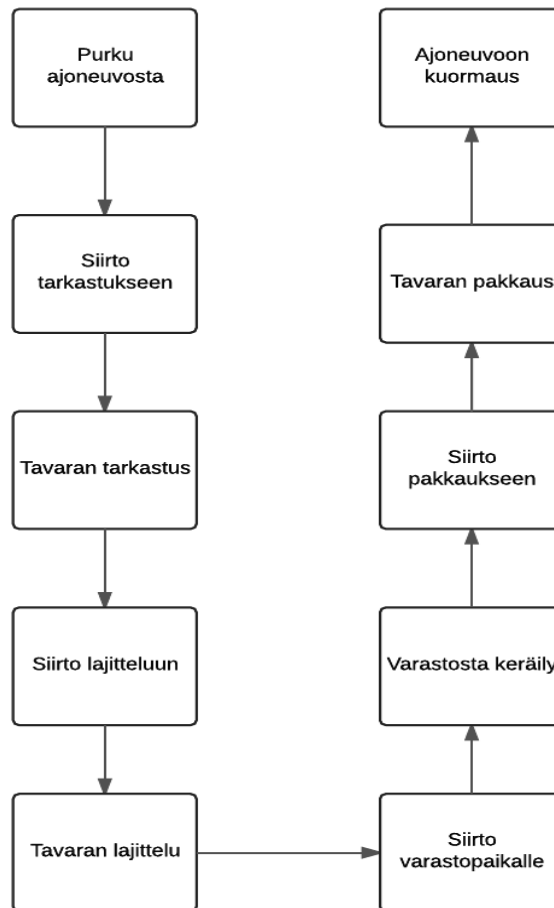


Kuvio 1. Sisäisen logistiikka osana yrityksen toimitusprosessia.

2.1 Sisälogistiikan prosessit

Tässä osiossa esitellään yleisimmät ja tyypillisimmät sisäisen logistiikan prosessit, joita pystyy näkemään melkein missä tahansa varasto-ympäristössä, varsinkin suuremmissa logistiikkakeskuksissa. Työvaiheita kuvataan varsinkin siitä näkökulmasta, että missä ja miten älylaseja pystyisi hyödyntämään näissä prosesseissa. Kuvio 2. kuvaa varastoinnin yleisimpiä työvaiheita.

VARASTOINNIN PROSESSIT



Kuvio 2. Varastoinnin tyypilliset työvaiheet vastaanotosta lähetykseen (Hokkanen & Virtanen 2013, 13).

2.1.1 Purku ajoneuvosta ja vastaanotto

Materiaalin vastaanotto alkaa yleisimmin jo ostotilauksesta. Tällöin ostaja ja myyjä sopivat tavaran kuljetusmuodon ja toimitusajankohdan. Toimittaja ja ostaja ovat myös voineet sopia automaattisesta tilausrajakäytännöstä, jolloin ennalta valitulle toimittajalle tehdään vakiotilaus. Saapuvasta tavarasta on joka tapauksessa hyvä saada ennakkotietona toimitusajankohta, jotta vastaanottamiseen voidaan varata tarvittava määrä tilaa ja henkilöresursseja. Vastaanotossa tulee aina myös tarkistaa saapuvan materiaalin oikeellisuus vertaamalla rahtikirjaa tilauksen ennakkotietoihin. Tärkeimmät tarkistettavat asiat ovat oikea toimitusosoite, sekä saapuvan tavaran määrä ja laatu, mikäli ennakkotiedot näistä on saatavilla. Tietojen tarkastamisen jälkeen aloitetaan itse purkamiseen liittyvät toimenpiteet. (Hokkanen & Virtanen 2013, 28-29.)

Fyysisen purkamisen jälkeen tavara on helpompaa tarkastaa esimerkiksi erikseen varatulla lattiatilalla. Tällöin saapuneiden kollien lukumäärä ja kunto tarkastetaan vastaanotavan työntekijän, esimerkiksi trukkikuskin, toimesta. Mikäli kollien lukumäärässä tai kunnossa on huomauttamista, siitä tulee tehdä varauma rahtikirjaan ennen kuin rahtikirja kuitataan kuljettajalle. Varauman avulla voidaan myöhemmin todeta mahdollisen kuljettavan tuotteen rikkoontumisen olleen kuljetusliikkeen vastuulla. (Hokkanen & Virtanen 2013, 29-30.)

2.1.2 Vastaanottotarkastus

Kuorman purkamisen jälkeen tiedot saapuneesta tavarasta kirjataan tietojärjestelmään, jolloin esimerkiksi viivakoodien ja muiden tunnisteteknologioiden hyödyntäminen tuo suurta apua päivittäiseen työhön. Pienemmissä yrityksissä erillistä tietojärjestelmää ei välttämättä käytetä vastaanotossa tai edes varastoinnissa, mutta saapunutta tavaraa on syytä aina verrata lähetyslistan ilmoitukseen. Syytä on myös tarkistaa tilauksen oikeellisuus esimerkiksi satunnaisotannalla, jotta nähdään, että vastaako toimitus tilausta. (Hokkanen & Virtanen 2013, 31-33.)

Vastaanotto ja tunnistus ovat ESlogC –hankkeen (2009-2012) selvityksen mukaan isoimmat pullonkaulat sisälogistiikassa. Ongelmana on, että vastaanotetun materiaalin laatua ei aina ehditä tarkastamaan vastaanoton yhteydessä. Lisäksi ongelmia aiheuttaa

sekakuormien käsittely ja liian pienet tilat kunnollista vastaanottotarkastusta varten. Vastaanotossa kuljetusvauriovahingot ovat yleisin tarkastuskohde. (Lahtinen & Pulli 2012, 85.)

2.1.3 Hyllytys

Vastaanoton ja tarkistamisen jälkeen tärkeää on tietää mihin vastaanotettu materiaali on menossa. Joissain tilanteissa tuotanto voi tarvita materiaalia heti, jonka pitäisi näkyä varaston tietojärjestelmistä. Yleensä kuitenkin vastaanotettu tavara siirretään varastoon myöhempää käyttöä varten. Kollit voidaan siirtää lavahyllyille, lattiavarastoon, uudelleen pakkaukseen, automaattivarastoon tai muunlaiseen säilytysratkaisuun. Suomalaisessa varastointiympäristössä käytetään edelleen yleisimmin tavallisia kuormalava -ja pientavarahyllyjä varastointivälineenä. (Lahtinen & Pulli 2012, 87). Varsinkin tavarahan hyllytyksessä tarkkuutta vaatii oikean hyllypaikan löytäminen sekä siirrettävän kollin silmämääräinen tarkastus. Toisinaan voi kolli voi olla esimerkiksi liian korkea suunniteltuun hyllypaikkaan tai pakkaus voi olla revennyt, jolloin toimenpiteitä ehdottomasti tarvitaan. Väärälle hyllypaikalle varastoitu tavara voi taas aiheuttaa paljon ylimääräistä työtä, kun tavaraa joudutaan etsimään manuaalisesti ja silmämääräisesti. (Hokkanen & Virtanen 2013, 32.)

2.1.4 Inventointi

Inventoinnilla tarkoitetaan tuotekohtaisten saldojen paikkansapitävyyden tarkistamista, joka suoritetaan varastokohteittain. Varastoinnin perimmäisenä tarkoituksena on säilyttää tavaraa, kunnes tarve tavaralle muodostuu. Tällöin materiaalin tulee olla löydettävissä oikeaan aikaan oikeasta paikasta. Mikäli myynti lupaa toimittavansa tuotteen jota ei löydykään varastosta, vaikuttaa tämä jo koko yrityksen toimintaan. Inventointia suoritetaan, jotta varmistetaan tavarahan saatavuus virheiden varalta esimerkiksi vastaanotossa tai hyllytyksessä, sekä kirjanpitolain velvoittamana. Kaikki inventaarierojen syyt tulee selvittää ja tilintarkastajalle on kyettävä uskottavasti selvittämään, että mihin puuttuvat varastonimikkeet ovat kadonneet. (Hokkanen & Virtanen 2013, 65-69.)

2.1.5 Keräily

Kaikkia varastomuotoja ja –tyyppejä yhdistää keräily. Sitä harjoitetaan jokaisessa varastossa ja se on yleisimmin vieläpä kaikkein työvoimavaltaisin työvaihe. Selkeä esimerkki keräilystä löytyy päivittäistavarakaupasta, jossa kuluttaja-asiakkaat hakevat ostoslistan perusteella tiettyjä tuotteita, jotka ovat aikaisemmin vastaanotettu ja hyllytetty kaupan hyllyille. Tässä tapauksessa keräily, pakkaus ja kotiinkuljetus on ulkoistettu asiakkaalle. Teollisuudessa keräilyä suoritetaan yleisimmin joko hakemalla valmis tuote varastosta lähetyalueelle asiakkaalle toimitusta varten tai keräämällä tarvittavat puolivalmis- teet/raaka-aineet suoraan tuotantolinjalle. Perinteisessä järjestelmässä keräilijällä on keräilylista tulostettuna, joka kertoo rivikohtaisesti haettavan materiaalin määrän, sijainnin ja tunnuksen. Aikaa kuluu paljon paikasta toiseen siirtymiseen, sekä oikeaa tuotetta etsiessä. Keräilyn toteutuksesta riippuen, tässä työvaiheessa piilee yksi suurimmista virheen mahdollisuuksista toimitusketjussa, nimittäin oikeiden tuotteiden keräily. Väärän tuotteen hakeminen varastosta ja lähettäminen asiakkaalle luovat paljon turhia kuluja ja heikentävät luottamusta yrityksen toimintaan. (Hokkanen & Virtanen 2013, 35-36.)

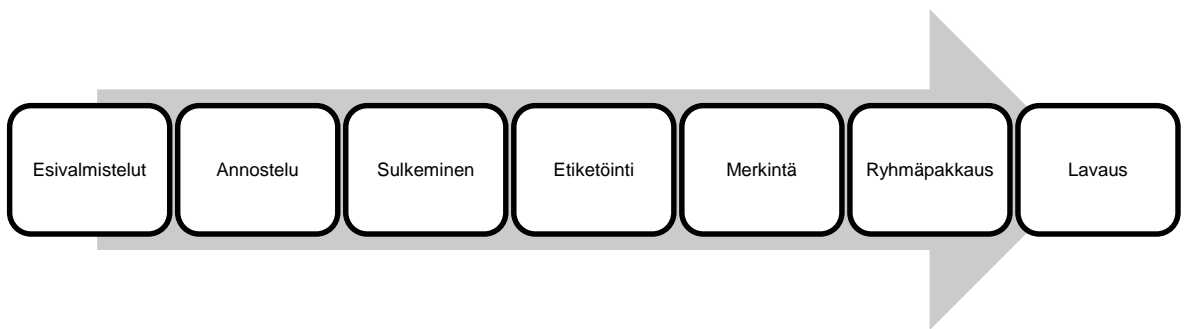
Keräily voidaan jakaa staattiseen ja dynaamiseen keräilyyn. Dynaaminen keräily tarkoittaa perinteistä keruumenetelmää, jossa työntekijä kulkee varastossa jalan tai trukilla etsimässä kerättäviä tuotteita hyllyistä tai lattiavarastosta. Tuotteet voivat olla yksittäispakkattuja, lavoja, laatikoita tai mahdollisesti puutavaraa. Staattisessa keräilyssä kerättävät materiaalit tuodaan kerääjän luo, esimerkiksi automaattivarastolla, jonka työtasolta henkilö siirtää tuotteen jatkokäsittelyä varten kuljetusyksikköön. (Hokkanen & Virtanen 2013, 35-36.) Staattinen keräily vähentää turhiin siirtymisiin kuluvaan aikaa ja oikealla toteutuksella tietojärjestelmien kanssa, vähentää myös virheiden mahdollisuutta. Toisaalta automaattivarastojen käyttöönotto vaatii suuria investointeja, sekä hyvin toimivan varastojärjestelmän.

2.1.6 Yhdistely, pakkaaminen ja lähettäminen

Yleisimmin tuotannossa tai varastossa on useita eri varastonosia, joissa säilytetään niille ominaisia tuotteita, kuten esimerkiksi pientavaravarasto tai kuormalavahyllystö. Asiakkaan tilaukset voivat taas sisältää erilaisia tuotteita eri varastonosista, jolloin lähetettävät tavarat saapuvat pakkaamoon tai lähettämöön eri aikoihin. Toisaalta asiakkaalle ei voida lähettää useampaa lähetystä yhdestä tilauksesta, joten tilatut tuotteet on yhdisteltävä

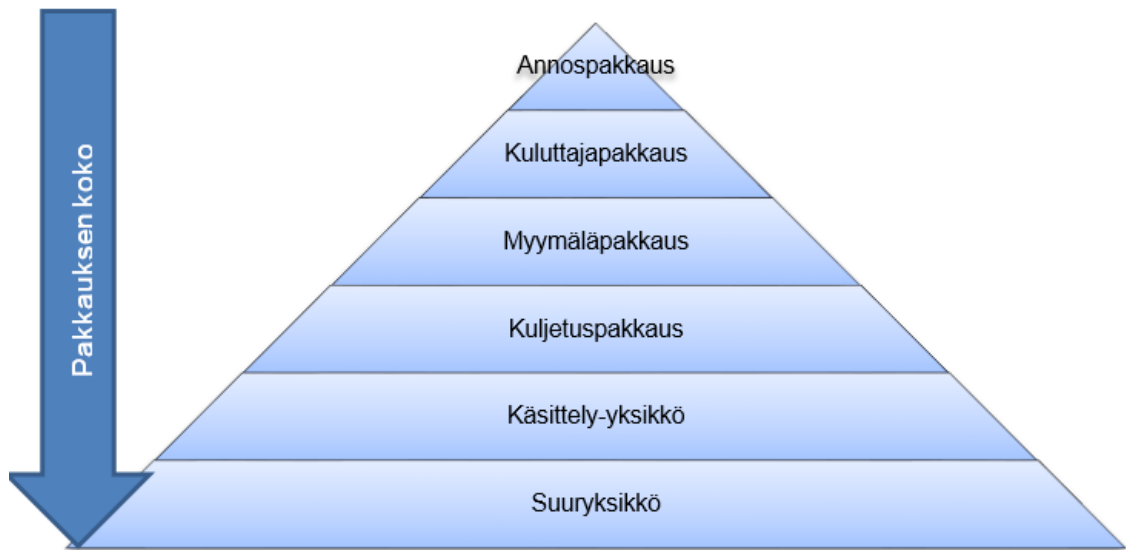
jossakin. Tätä varastoinnin vaihetta kutsutaan yhdistelyksi. Suurimmat ongelmat yhdistelyssä ovat ne, että miten eri keräilyt ajoitetaan mahdollisimman yhteensopiviksi, sekä missä ja miten keräyserien yhdistely toteutetaan. (Karhunen ym. 2008, 378-380.)

Pakkaamisessa ennen kaikkea pakattava tuote, pakkausmateriaali ja asiakastarve saanelevat pakkausmuodon. Kuljetuspakkausten tulee suojata kuljetettavaa materiaalia vaurioilta, pilaantumiselta, varastamiselta tai häviämiseltä. Kuluttajapakkausten tulee taas eritoten markkinoida tuotetta ja herättää ostajan kiinnostus. Samalla pakkausten tulee mahdollistaa selkeän tunnistamisen ja osoitelapun kiinnittämisen, sekä kuljetusyksikköjen, kuten kuormalavan, tehokkaan täyttämisen. Näiden eri vaatimusten takia tehdään ryhmäpakkausta, jolloin useampaa kuluttajapakkausta yhdistellään kuljetuspakkauksiin. Kuvio kertoo tyypillisistä pakkauksen työvaiheista.



Kuvio 3. Pakkaamisen työvaiheet. (Logistiikan maailma 2016a).

Yrityksestä riippuen, lähettämön työntekijä joutuu usein käsittelemään hyvin monenlaisia pakkauksia, jotka ovat vielä eri käyttötarkoitukseen. Jos ajatellaan esimerkiksi kaikkia niitä pakkauksia, missä yksi konvehti on kulkenut tuottajalta kuluttajalle, niin lista on aika pitkä. Asiakkaan avaama konvehdin käärepaperi on annospakkaus, kun taas useampaa konvehtia sisältävä konvehtirasia on kuluttajapakkaus. Useampaa konvehtirasiaa säilytetään kaupan hyllyllä myymäläpakkauksessa, jotka taas ovat tulleet kuljetuspakkauksessa kauppaan. Ne ovat saapuvat yleensä rekan kyydissä lavan päällä muovitettuina tai rullakossa, jota kutsutaan käsittely-yksiköksi. Suuryksikköön, joka voi olla esimerkiksi merikontti, lastataan mahdollisimman paljon käsittely-yksiköitä kuljetusta varten. (Hokkanen & Virtanen 2013, 35-36.)



Kuvio 4. Käsiteltävien pakkausten koot.

2.1.7 Tunnistaminen

Lähetystoiminnan järjestelyistä riippumatta lähetysten muodostamisen periaatteet ovat hyvin yleismaailmalliset. Kuljettavien materiaalien tulee kestää kuljetusta, löytää virheettömästi perille ja mahdollisimman pienillä kustannuksilla. Pakkausten merkintöjen tulee olla tarpeeksi selkeät, jotta kuljetus löytää perille, vaikka sitä käsiteltäisiinkin useiden eri kuljetusliikkeiden edustajien toimesta ja useammassa terminaalissa. Perinteisesti on käytetty painettuja osoitelappuja osoittamaan lähetyksiä.

Digitalisaation ansiosta myös viivakoodit ovat yleistyneet lähetysten osoituksessa merkittävästi. Erilaisia viivakoodityyppejä onkin paljon, noin yli 270 ympäri maailmaa, joista noin 50 on yleisessä käytössä (Hokkanen & Virtanen 2013, 35-36.) Nykyiset viivakoodit voidaan jakaa yksiulotteisiin ja kaksiulotteisiin. Perinteisiä yksiulotteisia viivakoodeja käytetään varsinkin tuotteiden tunnistamisessa toimitusketjun eri vaiheissa. Ne välittävät tietoa sen perusteella kuinka paksuja viivat ovat ja mitkä viivojen etäisyydet ovat horisontaalisesti. Kaksiulotteiset viivakoodit taas sisältävät dataa niin pysty-, kuin vaakasuunnassakin. Kuluttajille tunnetuin kaksiulotteinen viivakoodi on QR (Quick Response) -koodi. Verrattuna yksiulotteisiin viivakoodeihin, QR-koodi sisältää enemmän dataa pienemmässä tilassa, se on vähemmän herkkä virheille ja sitä on nopeampi lukea. (Denso ADC 2011.) Erityisesti logistiikassa käytetään viivakoodimalleja GS1-128 ja Code 39,

esimerkiksi varaston tunnistuksessa, tuoteseurannassa, kuljetuksissa ja jakelussa. Code 39 viivakoodimallia käytetään yleisimmin yrityksen sisäisissä toiminnoissa, kuten varastopaikkojen merkitsemisessä. GS1-128 mallia tarvitaan taas varsinkin SSCC:n (Serial Shipping Container Code) tunnistamiseen, joka on esimerkiksi lava –tai kollosoitelapun pakollinen tieto. Näitä viivakoodimalleja ylläpitää ja kouluttaa GS1 Finland Oy. (GS1 2016.)

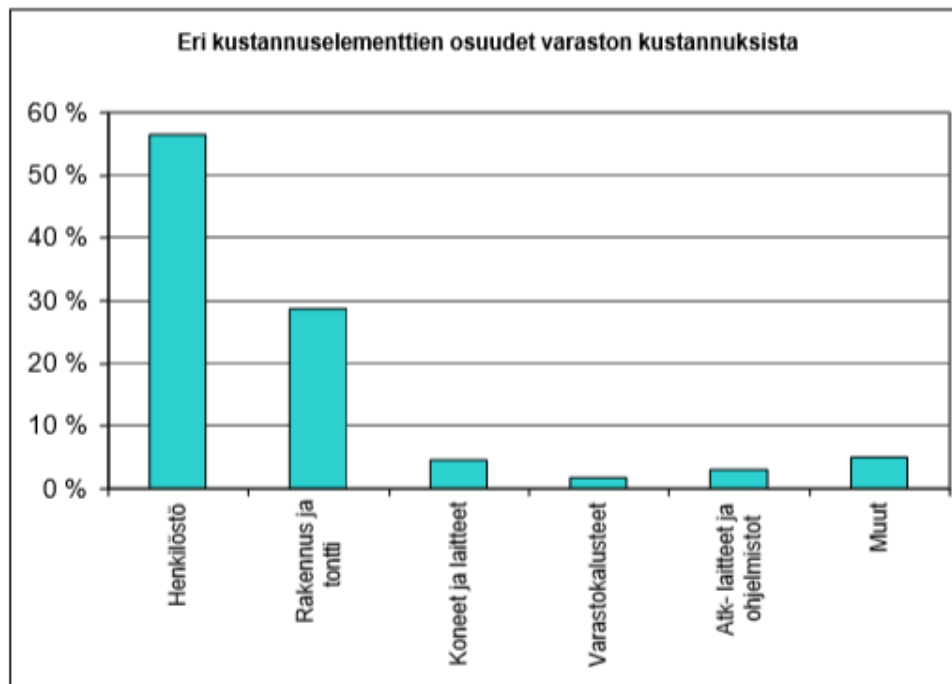


Kuva 2. Yleisimpiä viivakooditunnisteita (EsLogC 2012b).

2.2 Varastoinnin kustannukset ja tehokkuus

Tässä osuudessa käsitellään varastoinnin eri kustannuselementtejä ja pyritään löytämään ne kohteet, joissa on eniten potentiaalia kustannussäästöille, mikäli toimintaa pysytään tehostamaan.

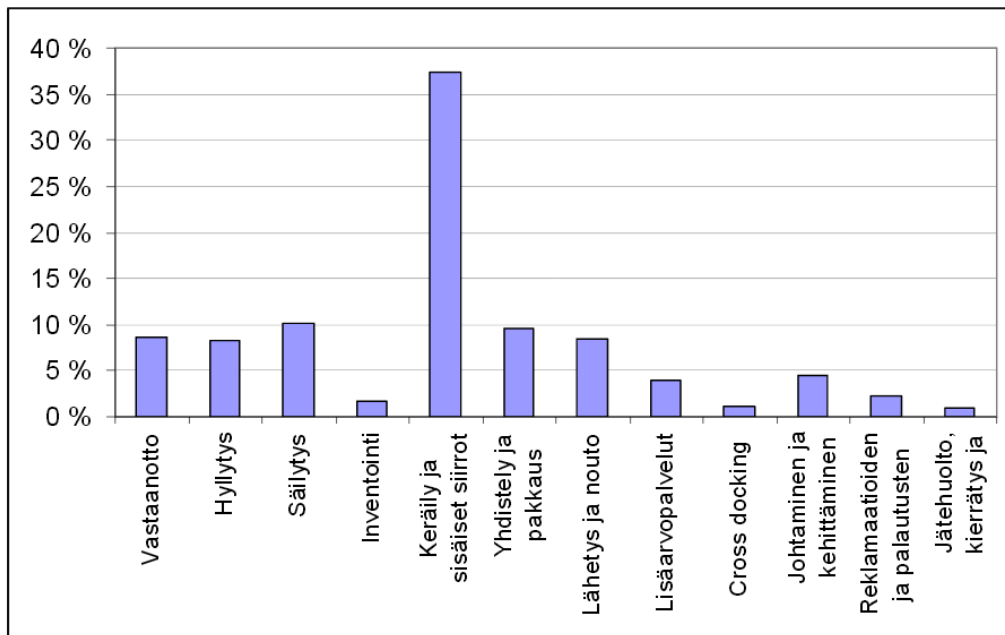
Vuonna 2004 Liikenne –ja viestintäministeriö toteutti WADELMA –projektin (Varastotoiminnan kehittäminen – uudet toimintamallit ja teknologiat) osana benchmarking –tutkimuksen, johon osallistui 22 suomalaista varastoa teollisuuden ja kaupan alalta. Eräänä vertailun kohteena oli yrityksiä varaston kustannuselementit, minkä tulokset näkyvät kuviossa 5. (Aminoff ym. 2003.)



Kuvio 5. WADELMA –benchmarking tutkimuksen varastojen kustannuselementit (Aminoff ym. 2003).

Tutkimuksen mukaan varastojen tyypillisistä kustannuselementeistä noin 57% muodostuu henkilöstökustannuksista ja kiinteistöön liittyvät kustannukset toiseksi suurimpana noin 29%. Tilastoa toisaalta hiukan myös vääristää se, että tutkittavista yrityksistä osa ei pystynyt kohdistamaan ATK –laitteistoa erityisesti varastoinnille ja joissakin tapauksissa nämä kustannukset arvioitiin liian alhaisiksi. (Aminoff ym. 2003.)

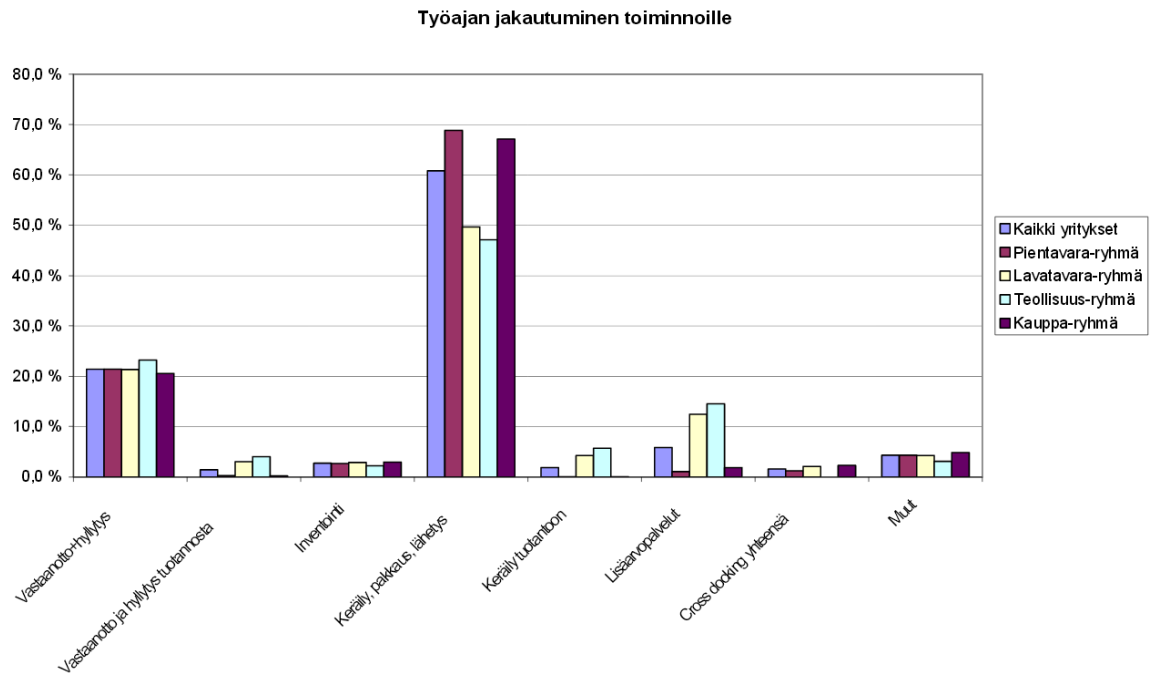
Varastotoimintojen henkilöstökulut kohdennettiin eri varastotoiminnoille, jonka tulokset näkyvät kuviossa 6. Eniten kustannuksia loi keräily ja sisäiset siirrot, jotka vastasivat noin 38% varastokustannuksista.



Kuvio 6. Varastoinnin henkilöstökustannuksien jakaantuminen eri varastotoiminnoille (Aminoff ym. 2003).

Kustannuksissa otettiin huomioon henkilöstö, -rakennus, -laitteisto, -kalustekustannukset, ATK-investoinnit, sekä muut kustannukset, jotka kohdennettiin eri kustannuskohteille, tässä tapauksessa eri varastotoiminnoille. Henkilöstökustannuksissa kulut saadaan vuosittaisista palkkakustannuksista, jotka jaetaan eri varastotoimintojen kesken, joissa työtä syntyy. Rakennus –ja tonttikustannuksissa vuosittaiset rakennusinvestointikustannukset kerrotaan, sillä osuudella minkä tietty toiminto vie tontin ja rakennuksen kokonaispinta-alasta. (Aminoff ym. 2003.)

Tutkimuksessa myös kohdennettiin työajan jakautuminen eri varastotoiminnoille, joka on vertailukelpoisempi tunnusluku yrityksen toiminnan tehokkuudesta kuin kustannukset. Datana on käytetty todellisia vuosittaisia työtunteja. (Aminoff ym. 2003.) Kuvio 7 vertailee varastotoimintojen työaikoja tutkimuksen yritysryhmien välillä.

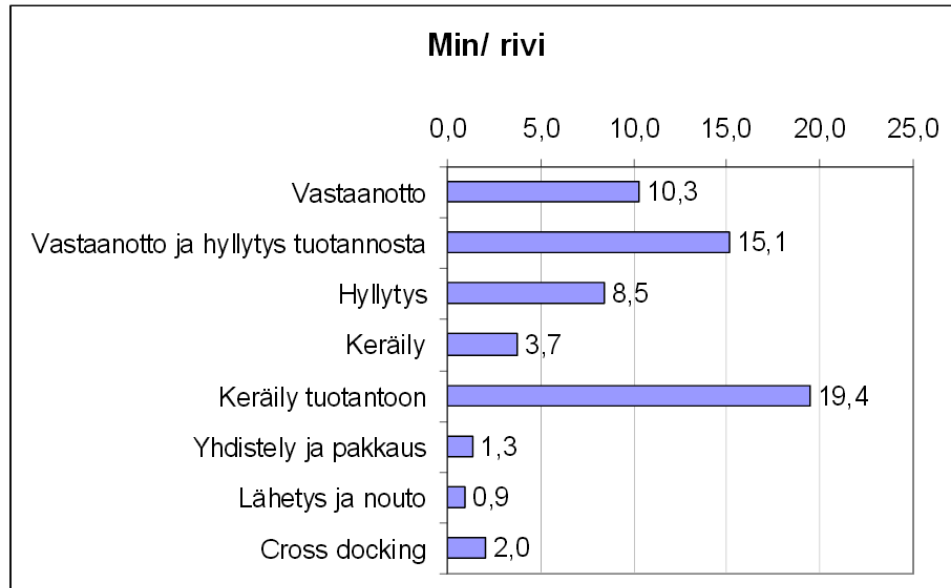


Kuvio 7. Työajan jakautuminen varastotoimintojen kesken eri yritysryhmissä (Aminoff ym. 2003).

Kuvion yritysryhmät ovat jaoteltu yritysten toiminnan ja käsiteltävän materiaalin mukaisesti. Jokaisessa ryhmässä oli 7-12 varastoa.

- Pientavararyhmässä käsiteltiin pääasiassa pienikokoisia tavaroita ja eriä.
 - Kaupparyhmän yritykset tuottavat jakelu –ja varastopalveluita, mutta eivät omaa tuotantoa ollenkaan.
 - Lavatavararyhmän yritykset käsittelevät pääasiassa vain lavoilla siirrettävää materiaalia
 - Teollisuusryhmässä yrityksillä on oman varaston lisäksi omaa tuotantoa ja jakelua
- (Aminoff ym. 2003.)

Hyödyllinen tunnusluku toiminnan tehokkuuden vertailuun materiaalin käsittelyssä on kerättyjen rivien määrä per ajanjakso, yleensä minuuttia tai tuntia. Kuvio esittää WADELMA –benchmarking tutkimuksen keskimääräiset tunnusluvut minuutteina per käsitelty rivi.



Kuvio 8. Tilausrivien täyttämiseen kuluva aika keskimäärin eri varastotoiminnoissa benchmarking –tuloksien perusteella (Aminoff ym. 2003.)

Vaikka tutkimus on jo tämän opinnäytetyön kirjoitusvaiheessa yli kymmenen vuotta vanha, niin kustannusten erittely antaa kuitenkin selkeää viitettä niistä työvaiheista, jotka luovat eniten kustannuksia. Tätä tukee myös DHL:n julkaisu ” DHL succesfully tests Augmented Reality application in warehouse”, jonka mukaan keräilystä johtuvat kustannukset muodostavat noin 55 – 60% varaston kokonaiskustannuksista. (Glockner ym. 13, 2014). Myös Hokkanen ja Virtanen mainitsevat, että varastoprosesseissa jopa 35-55% on keräilyn aiheuttamia kustannuksia. (Hokkanen & Virtanen 2013, 97)

2.2.1 Laatukustannukset

Myös tärkeänä kustannustekijänä varaston toiminnoissa ovat myös laatukustannukset, tai pahemmassa tapauksessa laaduttomuuskustannukset. Yksi varastotyön tärkeä näkökulma on virheiden ehkäisy ja sen luomat kustannukset, joten tässä osiossa käsitellään laatua. Näihin kustannustekijöihin tullaan viittamaan myöhemmässä vaiheessa työtä, kun arvioidaan että miten älylasien käyttöönotto voisi laskea kustannuksia.

Laatukustannuksella voidaan ymmärtää sitä sijoitettua rahasummaa, joka uhrataan tavoitellun laatutason varmistamiseksi, sen parantamiseksi, sekä laatuvirheistä aiheutuviin menetyksiin. Laaduttomuuskustannukset seuraavat, mikäli laadusta ilmenee poikkeamia, joka huomataan joko itse tai asiakkaan toimesta. Laaduttomuuskustannuksia

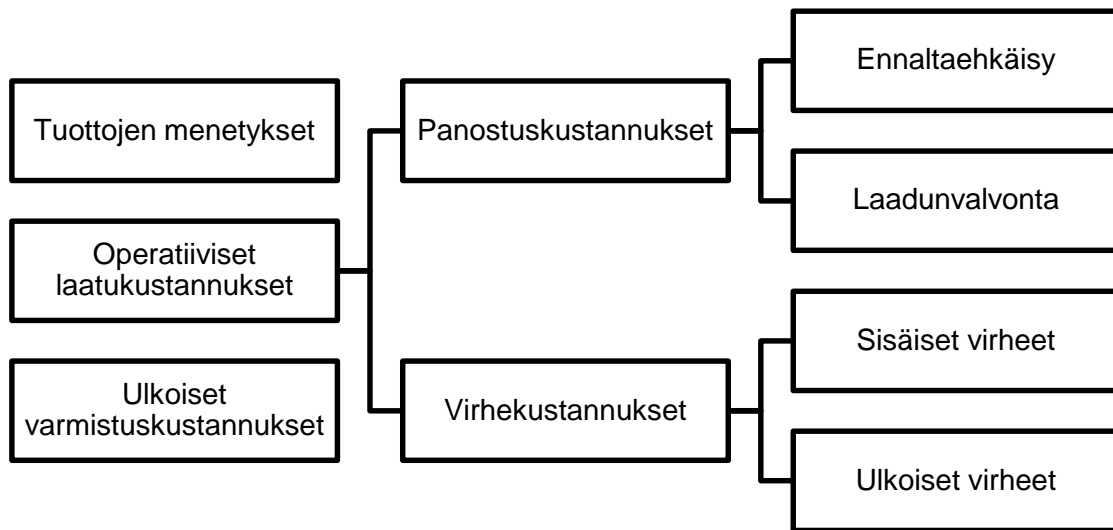
voivat olla esimerkiksi viallisesta tuotteesta seurannut palautus tai menetetyt tilaukset. Tuotteen tai palvelun laatu on yksi tärkeimmistä yrityksen kilpailutekijöistä ja sen kustannusten hallinta vaikuttaa myös suoraan yrityksen tulokseen, sillä jokainen säästetty laaduttomuuskustannus parantaa kannattavuutta. Laadukustannusten kautta voidaankin näin perustella niitä investointeja laadun kehittämiseen, jotka lyhyellä tähtämellä nielevät vain rahaa. (Konsultointi Arvio 2015.)

Laaduttomuuden kustannuksien tekijöiksi mielletään yleensä virheistä suoraan aiheutuneet reklamaatio – ja korjauskustannukset, joita on helpompi seurata, mutta tällöin kokonaisvaltaiset laadukustannukset eivät paljastu. Esimerkiksi virheellisen toimituksen käsittelyyn saattaa kuulua myös laskutuksien korjausta, valitusten käsittelyä ja pahimmassa tapauksessa siltikin asiakas saattaa päättää olla tilaamatta enää palveluja tai tuotteita tulevaisuudessa. Näitä ilmeisiä ja piilotettuja laadukustannuksia voidaan kuvata jäävuori-ilmiöllä, kuten alla oleva kuva osoittaa. (Konsultointi Arvio 2015.)



Kuva 3. Jäävuori-ilmiö laadukustannusten seurannassa (Konsultointi Arvio 2015).

Laatukustannusten arviointi toimii pohjana sisäisille kehitysprojekteille ja hankinnoille. Nämä kustannukset voidaan jakaa seuraavalla tavalla:



Kuvio 9. Laatukustannusten jaottelu (Konsultointi Arvio 2015).

Tuottojen menetys ilmaantuu laatukustannuksissa yleensä, kun asiakas peruuttaa nykyisen tilauksen, tai tulevia tilauksia tai jopa koko asiakkuutensa laatupuutteiden takia. Myös tilanteet, jolloin tuote tai palvelu joudutaan alihinnoittelemaan, kun laatuvaatimuksia ei ole täytetty lasketaan tuottojen menetyksiin.

Ennaltaehkäisyllä pyritään ehkäisemään laatupoikkeamia jo ennen kuin ne ilmenevät. Tähän kuuluu muun muassa koulutus, toimintaohjeistukset, järjestelmien suunnittelu ja kaikki toiminta, joka tähtää laatuvarmistamiseen jo prosessin aikana tai ennen sitä.

Laadunvalvonnalla varmistetaan, että tuotteet, raaka-aineet, puolivalmisteet ja palvelut täyttävät yrityksen asettamat laatuvaatimukset. Niinpä kaikki kulut jotka tähän toimintoon sisältyy, kuuluvat valvontakustannuksiin. Tällöin myös investoidaan siihen, että mahdolliset laatuvirheet havaitaan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.

Sisäiset virhekustannukset ilmenevät, kun prosessissa on käynyt virhe tai tuote tai palvelu ei muuten vain täyty laatuvaatimuksia, mutta tämä havaitaan ennen asiakkaalle luovuttamista.

Ulkoisissa virhekustannuksissa virhe on ehtinyt tapahtua yrityksen prosesseissa ja tuote tai palvelu on jo luovutettu asiakkaalle. Tällöin myös kustannukset kasvavat merkittävästi verrattuna sisäisiin, sillä korjaaviin toimenpiteisiin kuluu paljon enemmän aikaa ja rahaa.

Ulkoiset laadunvarmistamiskustannukset tulevat yrityksen ulkopuolisiin laatuvaatimuksiin, joita esimerkiksi asiakas tai viranomaiset vaativat. Näitä voivat olla esimerkiksi pakkausten lisämerkinnät tai asiakkaan vaatima pakkauksen ulkomuoto. (Konsultointi Arvio 2015.)

2.3 Varastoinnin tietojärjestelmät

Yrityksen toiminnan laajentuessa rahaliikenne, materiaalivirta, henkilöstömäärä sekä toimittajien ja asiakkaiden määrä kasvavat merkittävästi, jolloin kokonaisuuden ja jopa yksittäisten osa-alueiden hallinnointi käy nopeasti haasteelliseksi. Tätä varten on kehittynyt yritysten toiminnanohjausjärjestelmät, eli ERP –järjestelmät (Enterprise Resource Planning). ERP –järjestelmän ytimessä on yhteinen tietokanta, johon käyttäjillä on reaaliaikainen pääsy. Yhteistä tietokantaa hyödyntävät yrityksen eri organisaatiot, kuten osto, myynti, tuotanto ja varastonhallinto. Tällä varmistetaan tiedon läpinäkyvyys ja ajantasaisuus. Tyypillistä toiminnanohjausjärjestelmissä on myös moduulisuus, jolloin eri toimintoja voidaan hyödyntää vaiheittain ja tarpeen mukaan. Perimmäisenä tarkoituksena ERP:llä on tarjota mahdollisimman kattava ohjelmisto kaikille yrityksen tarvitseville toimintoille, myynnistä taloushallintaan ja aina logistiikan asiakastoimituksiin asti. Riippuen myös ohjelmistosta, ERP-järjestelmä voi tarjota myös kattavia raportteja, HR-hallintaa, sekä ennusteita. (Logistiikan maailma 2016b.)

Toiminnanohjausjärjestelmän osana tai täysin itsenäisenä ohjelmistonaan toimii varastonhallintajärjestelmä, eli WMS (Warehouse Management System) yrityksissä, joille varaston toimivuus on merkittävä osa liiketoimintaa. Sen avulla ohjataan ja seurataan varaston toimintoja, kuten materiaalin vastaanottoa, siirtelyä, hyllytystä, keräilyä ja toimistusta. Tärkeimpänä tehtävänä varastonhallintajärjestelmällä on hallita varastotasoja. Nykyaikaisen varaston on nykyään vaikea kuvitella toimivan tehokkaasti ilman varastonhallintajärjestelmää. Järjestelmän avulla voidaan myös yksittäisiä tuotteita tai kolleja jäljittää reaaliaikaisesti tai jälkikäteen, mikäli tarve vaatii. (Logistiikan maailma 2016c.)

ERP –ja WMS –järjestelmien alla toimii vielä omat tietojärjestelmänsä avustaville toimintoille, kuten keräilyoptimointi, puheohjaus sekä viivakooditunnisteet. Tämän tason ohjaavilla järjestelmillä yhdessä uusilla käyttäjäystävällisillä ratkaisuilla kavennetaan informaation ja fyysisen maailman välistä kuilua. (Viinikainen J. ym. 2012). Tämän kolmannen tason ohjaavia järjestelmiä kutsutaan yleisesti lyhenteellä WCS (Warehouse Control

System). WCS toimii varastohallintajärjestelmän alaisuudessa ja sen tehtävänä on käytännössä linkittää useita laitteistoja ja niiden logiikoita yhteen visuaaliseen käyttöliittymään. Esimerkiksi automaattiset varastoyksiköt toimivat juuri WCS:n avulla, jolloin WCS saattaa vastaanottaa tilauksen manuaalisesti tai automaattisesti varastohallintajärjestelmästä tai ERP:stä, joka kertoo ohjausjärjestelmälle käynnistää tiettyjä laitteiston komponentteja (varastohissin sähkömoottorit, kuljetinrata, anturit jne.), joiden tehtävänä on noutaa tuote tilauksen täyttöö varten.

2.4 Perinteiset apuvälineet sisäisessä logistiikassa

Edelleen suurin osa varastotyöskentelystä tehdään paperiavusteisesti. Paperilla voidaan välittää muun muassa keruulistoja, rahtikirjoja, osoitelappuja ja inventointiluetteloita. Varsinkin pienissä (alle 10 000 neliömetrin) logistiikkakeskuksissa ja varastoissa tuotteiden keräilyä suoritetaan pääasiassa paperilla. (Lahtinen & Pulli 2012, 87).

Paperisen työskentelyn vaihtoehdoksi on tullut puheohjattu toiminta. Se koostuu kannettavasta puheohjausyksiköstä ja kuulokemikrofonista. Pääjärjestelmä on yhteydessä puheohjausyksikköön reaaliajassa WLANin kautta ja lähettää näin esimerkiksi keruulistoja käyttäjille. Käyttäjä kuulee esimerkiksi seuraavaksi kerättävän osan numeron ja varastopaikan kuulokkeista ja kuittaa osan kerätyksi puhumalla mikrofoniin. Tällä tavoin käyttäjän kätet ja silmät jäävät vapaiksi työskentelyä varten. Yleisin käyttökohde puheohjaukselle varaston toiminnoissa on selkeästi keräilyn työtehtävät. Muita kohteita ovat vastaanotto, hyllytys, pakkaus, lajittelu, täydennys, inventointi, tarkastukset ja palautukset. Puheohjauslaitteet ovat yleistyneet Suomen varastotoiminnoissa 90-luvun jälkeen merkittävästi ja nykyään jopa yli 90-prosenttia Suomen päivittäistavara-kauppojen tuotekeuruista tehdään puheohjauksella. (Logistiikan maailma 2016d). Käytännön ongelmia tässä järjestelmässä on kuitenkin havaittu olevan kovaääniset työympäristöt, jolloin järjestelmä ei välttämättä erota käyttäjän puhekomentoja.

Valo-ohjaus (pick-to-light) on apuväline, jossa valo syttyy sille varasto -tai keruupaikalle, josta oikea osa tulee kerätä. Usein myös tarvittava kappalemäärä ilmoitetaan vieressä olevalle digitaaliselle näytölle. Valo-ohjausta käytetäänkin lähes pelkästään keräilyyn, joka on yksi työvoimavaltaisimmista työvaiheista varastossa, kuten WADELMA -tutkimus edellä on osoittanut. Yleensä myös uusissa varastoautomaateissa, kuten paternoste-reissa, valo-ohjaus sisällytetään asennukseen. Ongelmana valo-ohjauksessa on sen

vaikea muokattavuus, mikäli varaston layout tai osien sijoittelu vaihtuu usein. (Hokkanen & Virtanen 2013, 94.)

Kannettavien älylaitteiden kehittyessä myös erilaiset tiedonkeruupäätteet ovat yleistyneet logistiikan toiminnoissa. Tiedonkeruupäätteet ovat käytännössä kämmenmikroja, jotka ovat erityisesti suunniteltuja teollisuuden IT-käyttöön. Tablet –tietokoneiden yleistymisen ja yksikköhintojen lasku on johtanut niiden laajempaan käyttöön myös yritysmaailmassa ja ne ovatkin osakseen korvaamassa kämmenmikroja. Tablet –tietokoneita käytetään tänä päivänä esimerkiksi rekkaliikenteessä (ajoreitit ja aikataulut), trukeissa (siirrettävät kollit) ja keruutehtävissä (keruulistat). Ne voivat olla kiinnitettynä ajoneuvon kojelautaan, keräilykärryyn tai kulkea työntekijän mukana käsissä.

Perinteisillä keruun apuvälineillä on tutkittu olevan taulukon osoittamat virhetasot. Virhetaso lasketaan jakamalla väärin kerättyjen rivien määrä kaikkien kerättyjen rivien määrällä ajanjakson kuluessa.

Taulukko 1. Tutkitut virheprosentit keräilytyypeittäin. (Hompel & Schmidt 2003, 13-103).

Keräilyn tyyppi	Virheprosentti
Keruulista paperilla	0,35%
Puheohjattu keräily	0,08%
Valo-ohjattu keräily	0,4%

Keruuvirheeksi luokitellaan tilanteet, joissa on kerätty joko väärä määrä tuotteita, väärä tuote, tai tuote on vahingoittunut tai puuttuu kokonaan keruusta. Periaatteessa jokainen keruuvirhe pitäisi pyrkiä ehkäisemään, sillä kaikki virheet luovat laatukustannuksia. (Schwerdtfeger 2009,13).

3 ÄLYLASIT

Älylasit ovat osa puettavan teknologian haaraa, joka tarkoittaa kehittyneen elektroniikan tai jopa prosessorien lisäämistä tuotteisiin, joita voimme pukea päällemme. Puettavan teknologian laitteet voivat usein toimia vastaavalla tavalla, kuin älypuhelimet, joskus jopa paremmin, sillä näihin tuotteisiin lisätään usein sensoreita joita ei normaalisti näe esimerkiksi kannettavissa tietokoneissa. Miten tahansa laitetta puetaankin, tarkoituksena on yhdistää käyttäjä langattomasti ja vaivattomasti älylaitteisiin, jättäen kädet vapaiksi. (Wearable Devices 2014.)

Älylaseilla tarkoitetaan laitetta, jossa silmälasien tapaiseen kehykseen tuotetaan soveltuvalla teknologialla tietokonenäyttö, jossa voidaan esittää sovellusjärjestelmän tietoja. Näyttö voidaan joko heijastaa lasien linssipinnalle tai se voi olla erillinen komponentti, joka tuodaan silmän eteen, näkökentän ylä- tai alapuolelle. Oleellista on, että käyttäjä pystyy havainnoimaan ympäristöä ja katsomaan näytön ohi silloin kun siinä olevia tietoja ei tarvitse katsella. (Optiscan 2016.)

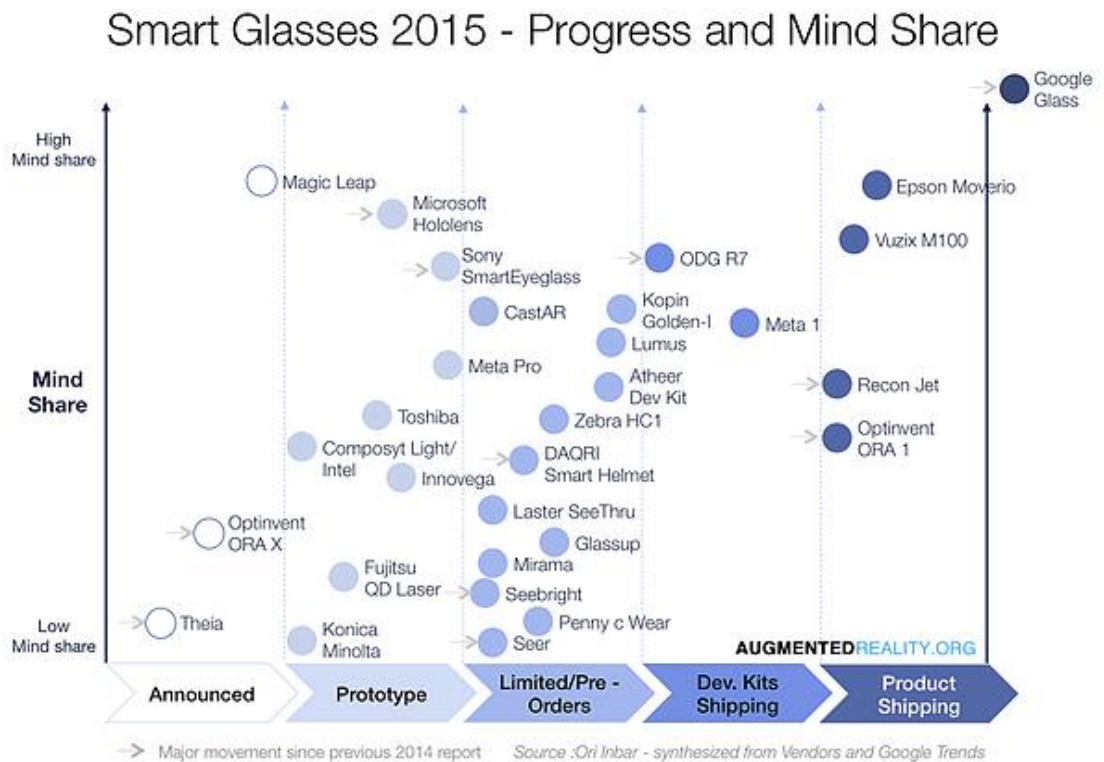
Älylasit mahdollistavat turhan paperin ja näyttöpäätetyön vähentämisen. Esimerkiksi näköohjatussa keruussa (pick-by-vision) työntekijän kädet vapautuvat ja työturvallisuus paranee. Myös laatu ja tarkkuus paranevat, kun laseja hyödynnetään tuotteiden oikeellisuuden tarkistamiseen skannaamalla tuotteen viivakoodin. Huoltotoimenpiteet nopeutuvat taas merkittävästi, kun huollon yhteyshenkilöön voidaan ottaa etäyhteys älylasien kameralla ja vika voidaan jo diagnosoida ja korjata, sen sijaan että korjaajaa tarvitsisi erikseen odotella. (SupplyChain247 2016.)

Täydennetty todellisuus ei ole toisaalta täysin riskitöntä. Yhdysvaltalainen Washingtonin yliopiston tutkimuksessa selviää, että esimerkiksi älylasien käyttö saattaa heikentää tietoturvaa, luoda vaaratilanteita, vahingoittaa sananvapautta, rikkoa tekijänoikeuksia ja heikentää havainnointia ympäristöstä. Älylaseissa on yleensä integroitu kamera, jolla voidaan kuvata muita ihmisiä ilman lupaa, mikä taas rikkoo yksityisyydensuojaa. Lasit myös keräävät käyttäjistä tietoa, minkä jakaminen kolmansille osapuolille ovat oikeudellisesti ongelmallisia. Myös informaatiovirta, joka on koko ajan käyttäjän näkökentässä, voi haitata keskittymistä muuhun ympäristöön, mikä taas voi johtaa jopa tapaturmiin. Ei ole myöskään selvää, että kuka vastaa mahdollisista onnettomuuksista. (Tekniikka& Talous 2015.)

3.1 Laitteisto

Älylasimarkkinoiden laajentuessa uusia valmistajia on ilmestynyt paljon, jotka monet tarjoavat kuluttajamarkkinoiden lisäksi ratkaisujaan myös yrityskäyttöön. Tämän takia valittiin viisi eri älylasimallia, osa samalta valmistajalta, jotka otettiin vertailuun teknisten ominaisuuksiensa osalta. Valmistajista Vuzix, Google ja Epson valittiin mukaan vertailuun. Vuzix valittiin sen perusteella, että sen M100 –mallin toimivuus on osoitettu jo esimerkiksi DHL:n pilotointiprojekteissa ja sen tulevat mallit lisäävät varmasti käytettävyyttä teollisuusympäristössä. Googlen Explorer Edition –älylasit lisättiin vertailuun siksi, että se lie-nee nykyisinkin ylivoimaisesti tunnetuin älylasimalli, vaikka sitä ei lähtökohtaisesti suunniteltukaan teollisuuden käyttöön. Epsonin Moverio BT-200 älylasit ovat taas muita vaihtoehtoja selkeästi halvempi malli, jota kuitenkin markkinoidaan myös yrityskäyttöön.

Seuraava kuvaaja listaa eri älylasimalleja ja niiden tunnettavuutta Y-akselilla, sekä tuotannon vaihetta X-akselilla.



Kuvio 10. Älylasimallien tunnettavuus ja tuotantovaihe (AugmentedReality 2015).

3.1.1 Google älylasit

Yleisesti tunnetuimmat älylasit ovat Googlen valmistamat Google Glass –älylasit. Lasit lanseerattiin ensimmäisen kerran Yhdysvalloissa 2013 noin 1500 USD hintaan (BBC 2015.) Googlen sisäisesti laseihin viitataan ”Exproler Edition”, eli kokeiluversiona. (9to5Google 2015). Laseissa näyttö muodostetaan käyttäjän oikean silmän eteen prisman avulla, jolloin käyttäjä voi kohdistaa katseensa myös näytön läpi. Akku on integroitu sankoihin ja Googlen mukaan sen pitäisi kestää normaalissa käytössä noin yhden päivän. (Google Support 2015).

Käytännön kokeilussa Google lasit vaikuttavat ketterältä ja hyvin suunnitelluilta. Akku, prosessi, kosketuspinta, kamerat ja muu elektroniikka on saatu mahdutettua todella pienen tilaan, eikä lasien paino tunnu haittaavan päälle puettaessa. Käytännössä ainakin kokeilukappaleen akku kesti kyllä paljon vähemmän kuin yhden päivän, eikä sen voisi odottaa kestävän yhtä työvoroa. Navigointi ohjelmien ja toimintojen välillä laseissa tapahtuu lasien sivulla olevan kosketuspinnan avulla. Liikuttamalla sormeja eteen –tai taaksepäin kosketuspinnalla käyttäjä voi vaihtaa näkymää eri toimintojen ja asetusten välillä. Näitä näkymiä Google kutsuu korteiksi. Vetämällä sormeja kosketuspinnalla alaspäin käyttäjä voi peruuttaa toiminnon tai palata takaisin näkymässä.

Kokeiltaessa laseja koekeräily-ympäristössä osa käyttäjistä ei pystynyt kohdistamaan katsetta lasien tekstiin, ilman että piti toista silmää kiinni. Tämä johtuu ilmeisesti hallitsevasta silmästä, eli kumpi silmä ihmisellä on dominoiva. Tässä tapauksessa, mikäli vasen silmä sattui olemaan hallitseva, niin näkökenttä muodostuu vasemman silmän johdolla, jolloin oikealla silmän tiedot ovat vähempiarvoisia aivoille. Noin kaksi kolmasosaa väestöllä oikea silmä on hallitseva (Ehrenstein ym. 2005, 243-926). Hyvin pienellä osalla väestöstä kumpikaan silmä ei ole hallitseva (Science made simple 2012.)

Huomiona oli myös se, että katsetta oli vaikea kohdistaa tiettyyn tekstiin, mikäli taustalla näkyi useampia värisävyjä ja erilaisia muotoja. Tällöin oli nostaa katsetta ja asettaa taustalle esimerkiksi yksivärinen seinä, jolloin teksti erottui paremmin.

Google kuitenkin päätti lakkauttaa älylasien tuotannon nykyisessä muodossaan tammikuussa 2015. (BBC 2015). Toisaalta kehitteillä on myös uusi älylasimalli, joka on nimetty ”Google Glass Enterprise Edition”. Nämä Googlen EE -älylasit ovat paremmin suunniteltu yrityskäyttöön paremmalla prosessorilla, akulla ja näytöllä, sekä veden kestävy-

dellä. EE -älylasien julkaisupäivää ei ole vielä tiedossa, mutta Googlella on yhteistyöohjelma pienen yritysjoukon kanssa, jotka ovat mukana kehittämässä älylaseja. (9to5Google 2015.)



Kuva 4. Seuraavat Googlen Enterprise Edition –älylasit suunnataan yrityskäyttäjille (9to5Google 2015).

3.1.2 Epson Moverio älylasit

Seiko Epson Corporation, yleisesti vain Epson, on japanilainen jo vuonna 1942 perustettu elektroniikka-alan valmistaja. Epson on keskittynyt valmistamaan erityisesti tulostimia, projektoreita ja skannereita, sekä niiden täydennystuotteita. Yrityksellä on yhteensä 90 yritystä (emo –ja tytäryhtiöt) ympäri maailmaa, joissa työskentelee yhteensä 67 605 työntekijää. (Seikon Epson Corporation 2016.)

Epson on myös lähtenyt älylasimarkkinoille tarjoamaan Moverio –mallistoaan, sekä kulluttaja, että yrityskäyttöön. Moverio BT-200 ja ennakkomyynnissä olevat BT-300 –mallit sisältävät kaksi näyttöruutua, yksi kummallekin silmälle, monista muista älylasiratkaisuista erottuen. Tämä käytännössä mahdollistaa tiedon näyttämisen stereona laajemmalla alueella ihmisen näkökentässä. Ruutu vastaa noin 50” televisioruutua 3 metrin etäisyydeltä. Laseihin on yhdistetty myös erillinen, noin älypuhelimien kokoinen, hallinnointiyksikkö, jossa on kosketuspinta, hallinnointipainikkeet, sekä akku.

3.1.3 Vuzix älylasit

Vuzix on vuonna 1997 perustettu yritys, joka toimii niin Aasian, Yhdysvaltojen, kuin myös Euroopan markkinoilla. Pääliiketoimintana Vuzix suunnittelee ja valmistaa älylaseja yritys- ja kuluttajakäyttöön. Suurimpana osakeomistajana on Intel, joka on sijoittanut paljon yrityksen tuotekehitykseen. Yrityskäyttöön tarkoitettua M100 -älylaseja käytetään usealla eri teollisuuden alalla, muun muassa lääketeollisuudessa, logistiikassa, kenttähuollossa sekä etähuollossa. M100 -laseissa on yksi näyttöpääte, HD -laatuinen kamera, sekä integroitu suoritin ja sisäinen 4GB muisti. Kyseinen malli on saanut tunnustuksena vuoden 2013 Paras innovaatio -tittelin kansainvälisillä Consumer Electronics -messuilla. Vuzix on myös julkistanut uuden sukupolven älylasit, jotka pohjautuvat M100 -malliin ja ovat myös suunnattu yrityskäyttöön. Uusien M300 ja M3000 -mallien tuotanto ja toimitus alkavat vuoden 2016 aikana. Uudet mallit kestävät paremmin pölyä, vettä ja liikaa, niiden asennusvaihtoehdot ovat monipuolisemmat ja tekniikka (kuten suorittimen teho ja kameran kuvanlaatu) ovat parantuneet. (Vuzix 2016a.)

Vuzixin M100 -malleja päästiin testaamaan kesäkuussa 2016. Käytännössä ainakin kokeiltavassa mallissa ongelmana oli kiinnitys, jolloin näyttö ei pysynyt silmän kohdalla kunnolla. Kokeilukappaleen sarana oli todennäköisesti kulunut kovan käytön myötä. Myös joillain kokeilijoilla ilmeni sama ongelma, kuin Googlen älylasien kanssa, eli heidän tuli pitää toista silmää suljettuna, jotta pystyi kohdistamaan katsetaan näyttöön. Käyttöliittymä oli muita Android -laitteita käyttäneille hyvin tuttu näkymä, sillä eri sovellusten välillä liikuttiin rivissä painamalla nappia laitteen yläpuolelta. Laitteessa oli myös iTizimon -keräilyn demosovellus. Aluksi kameralle näytettiin henkilökorttia, johon oli lisätty QR -koodi, jonka laite tunnisti ja hyväksyi käyttäjän. Hyväksymisen jälkeen sovellus tarjoaa keruuluettelo, joka pitää hyväksyä. Kun keruu on aloitettu hyväksymällä, näkyviin tulee kameranäkymä, joka lukee alueella olevia QR-koodeja ja näyttää niiden perusteella vihreällä laatikolla oikean keruupaikan. Tämä toimikin todella hyvin demosovelluksessa. Tässä versiossa emme kuitenkaan voineet kokeilla esimerkiksi kerätyn tuotteen kuittamista puheella ja viivakoodilla kameran avulla. Kokeilussa tuli selväksi, että sujuvaa käyttöä varten laitteella tulisi olla kosketuspinta ja puheohjaus hallinnointia varten, sekä ehdottomasti mahdollisuus kuitata tuote kameralla. Toisaalta vuonna 2016 julkaistaviin uusiin M300 ja M3000 -malleihin on odotettavissa kosketuspinta-ohjaus ja kehittyneempää puheohjauksen käyttöä.



Kuva 5. Vuzix M100 –älylasit (Vuzix 2016b).

3.2 Vertailu

Liitteen 1 taulukossa vertaillaan viiden valitun älylasimallin teknisiä ominaisuuksia ja niiden hintaa. Taulukon tietojen perusteella malleja vertaillaan vielä keskenään keskittyen soveltuvuuteen sisäiseen logistiikkaan. Taulukon tiedot ovat peräisin kyseisten älylasivalmistajien internet -sivuilta ja tuotekorteilta, jotka ovat olleet saatavissa toukokuussa 2016.

Halvimmat mallit, Epson Moverio –lasit, erottuvat varsinkin puheohjauksen puuttumisen ja selkeästi huonompilaatuisen VGA-kameran takia. On myös vaikea kuvitella, miten lasia pystyttäisiin käyttämään tehokkaasti hyväksi varastoympäristössä, mikäli ainakin toinen käsi olisi oltava hallinnointiyksiköllä melkein koko ajan. Toisaalta selkeä stereonäyttö ja hyvä asennettavuus eri silmälasien kanssa ovat Epsonin vahvuuksia. Markkinointimateriaalista päätellen Epsonin lasia pyritään myymään samalla sekä kuluttajille viihdekäyttöön, että yrityskäyttöön, esimerkiksi asentajien etäyhteydenpitoon. Moverion lasit todennäköisesti soveltuvatkin parhaiten vain huolto -ja asennustöihin, eikä niitä pitäisi yrittää yhdistää kiireiseen ja tarkkuutta vaativaan varastoympäristöön. Samaa mieltä on myös Ubimax, jonka mukaan Moverio -lasit ovat liian etupainotteiset, jolloin käyttömukavuus kärsii merkittävästi. (Ubimax henkilökohtainen tiedonanto 15.7.2016).

Vuzixin M100, M300 ja M3000 –mallit ovat taas selkeästi alusta pitäen suunniteltu yrityskäyttöön. Käyttöaika on pyritty pidentämään pikavaihto-akuilla, joiden avulla pystytään hyvin jopa kolmivuorotyöhön. Outoa on valmistajan ilmoittamat vakioakkujen kapa-

siteetit M300 ja M3000 malleissa, jotka se ilmoittaa olevan 100mAh. Tämä vaikuttaa erittäin pieneltä akulta, joten mahdollisuus on, että valmistajan datakortista on jäänyt yksi nolla pois. Vertailun vuoksi mainittakoon myös, että älypuhelimien akut ovat yleisesti 500-2500mAh välillä.

Googlen Explorer Edition –lasit ovat myös käytännön yritystyöskentelyssä testattu ja käytetty malli. Suurin ongelma on kuitenkin, että näitä laseja ei enää pysty ostamaan valmistajalta, vaan niitä saa eri toimittajilta vaihtelevasti. Toinen ongelma on akun kesto, sillä kuten testitulokset osoittivat, niin XE –mallien integroitu akku tuskin kestänyt yhtä työpäivää. Laseja oli myös lähes mahdoton saada mahtumaan isompien silmälasisankojen päälle, joka käytännössä pakottaa käyttäjän pitämään piilolinssijä. Näihin vikoihin kehityksessä olevat Enterprise Edition –mallit tulevat todennäköisesti vastaamaan. Käyttöliittymä ja hallinnoinnin sujuvuus olivat kuitenkin Googlen lasien vahvuuksia.

Markkinoilla on siis jo olemassa laitteistoa, jota voisi hyödyntää vaativassakin työympäristössä. Tällä hetkellä selkeästi Vuzixin älylasit tarjoavat parhaimman soveltuvuuden varastoympäristöön, erityisesti vaihtoakkujen ansiosta. Alalla kannattaa myös seurata tarkasti, että milloin seuraavan sukupolven älylasit (Vuzix M300, M3000 ja Google EE) tulevat myyntiin ja minkälaista käyttäjäpalautetta ne saavat, sillä ne ovat todennäköisesti pureutuneet pahimpiin tyyppivikoihin aikaisemmista malleista.

4 ÄLYLASIEN SOVELTAMINEN SISÄISEEN LOGISTIIKKAAN

Saksassa Volkswagenin Wolfsburgin autotehtaalla älylaseja kokeiltiin kolmen kuukauden ajan. Autotehtaan toiminnassa lasit ilmoittivat käyttäjille osien sijainneista ja tarkistivat osat käyttäjän puolesta hyödyntämällä älylasien kameraa viivakoodin lukijana. Jos työntekijä poimii ja lukee väärän viivakoodin, viivakoodi hälyttää punaisella, kun taas oikea viivakoodi näyttää vihreää. Näin työntekijän molemmat kädet jäävät vapaiksi materiaalin käsittelyyn. Suunnitelma on, että aluksi 30 työntekijää eri alueilta, kuten tuulilasien tai akseliston työpisteillä, työskentelevät älylaseilla ja niiden käyttöä laajennetaan hiljalleen jopa eri osastoille. Tehtaan logistiikkajohtaja Reinhard de Vries näkee älylasien käyttöönoton auttaneen toimintaa: ”Digitalisaation merkitys on kasvamassa tuotannossa. Älylasit vievät ihmisen ja tietojärjestelmien yhteistyön uudelle tasolle”. (Volkswagen 2015.)



Kuva 6. Volkswagenin tehtaan työtä älylaseja hyödyntämällä (Volkswagen 2015).

DHL on myös tutkinut täydennetyin todellisuuden hyödyntämistä logistiikan alalla Euroopassa ja Yhdysvalloissa. Älylaseja ja täydennettyä todellisuutta voidaan hyödyntää varastoinnissa DHL:n mukaan esimerkiksi

- henkilöstön koulutuksessa

- varaston suunnittelussa
- keräilyn optimoimisessa
- kansainvälisessä kaupassa, esimerkiksi toimittajien pakkausmerkintöjen tunnistamisessa
- toimituksien tarkastamisessa
- lähtevien trailerien lastaamisessa.

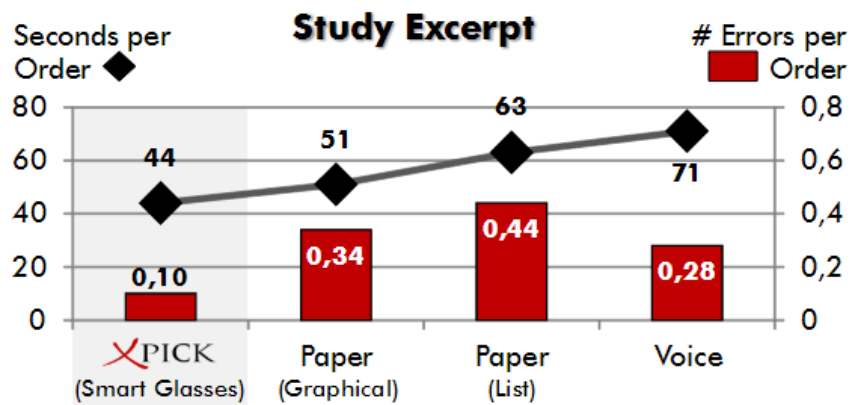
(Glockner ym. 2014, 13-16.)

DHL järjesti myös kokeilujakson älylasien hyödyntämisestä varastointityöskentelyssä. Kokeilujakso tapahtui Ricoh –asiakasyrityksen tiloissa Alankomaissa, jossa DHL toimii logistiikan alihankkijana ja vastaa muun muassa varaston toiminnoista. Älylasien käytöstä vastasi käytännössä saksalainen ohjelmistotalo Ubimax GmbH, joka on esitelty alla. Älylasien kokeilujakso keskittyi keruun tehostamiseen täydennetyllä todellisuu-
della varastoympäristössä. Yhteensä kymmenen keruun työntekijää käyttivät laseja kolme viikkoa, jolloin kerättiin yhteensä yli 20 000 varastonimikettä ja toteutettiin yli 9000 tilausta. Laitteistona käytössä oli Vuzix M100 –älylasit. Testijakson perusteella keräily tehostui yli 25% käsikäyttöisiin keruulaitteisiin verrattuna ja käyttäjäpalautte oli positiivista. Lähitulevaisuudessa DHL aikoo tutkia täydennetyin todellisuuden hyödyntämistä myös muille alueille. (DHL 2016.)



Kuva 7. Ubimaxin XPick –järjestelmän hyödyntäminen keräilyssä. Työntekijä voi tarkistaa varastonimikkeen oikeellisuuden lukemalla viivakoodin älylasien kameralla (Youtube 2015).

Yhtenä edelläkävijänä älylasien hyödyntämisessä yrityskäyttöön on saksalainen Ubimax GmbH –yritys, joka tarjoaa sovelluspaketteja ja niiden käyttöönottoprojekteja esimerkiksi varastoinnin tai tuotannon tarpeisiin. Referensseiksi Ubimax listaa muun muassa tunnettuja suuria teollisuusalan yrityksiä, kuten Daimler (käyttöönotto), BMW (pilottihanke), Samsung (pilottihanke), Volkswagen (pilottihanke) ja Man (konsultointi). (Ubimax 2016.) Kuviossa 11 Ubimax esittelee oman ohjelmistoratkaisunsa potentiaalia yhden asiakkaansa tuloksista.



Kuvio 11. Ubimaxin XPick -ohjelmiston tehokkuus verrattuna perinteisiin keruun apuvälineisiin (Deutsche Messe 2016).

Myös Samsung toteutti pilotointiprojektin keräilyssä Euroopan osavarastollaan. Keruuta suoritettiin hyllystöjen välissä ja tuotteet kerättiin keruuvaunuun. Älylasit lähettävät käyttäjälle keruulistan, josta näkyy varastopaikka ja kerättävien nimikkeiden määrän. Kerättyjen nimekkeiden määrä kuitattiin älykellolla, jotta oikea määrä vahvistettiin. Varaston logistiikkapäällikkö Robert Van Der Waal kommentoi pilotointiprojektin tuloksia: ”Tuloksena oli 12% nopeampi keräily hitaasti liikkuville nimikkeille ja 22% nopeampi keräily nopeasti liikkuville. Myös laatu parani, sillä virheitä ilmeni 10% vähemmän.” (Youtube 2016b.)

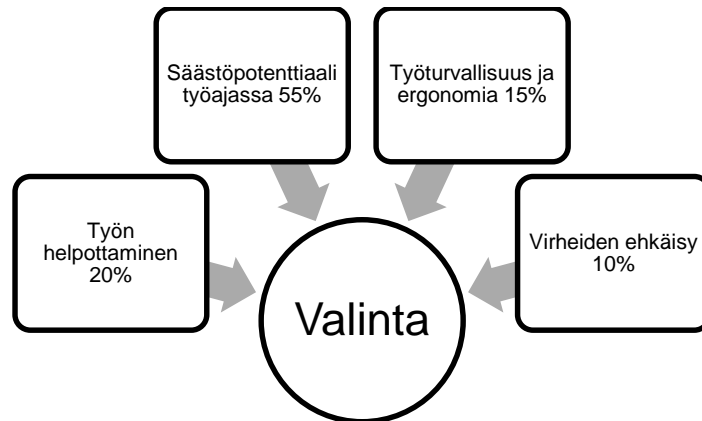


Kuva 8. Samsungin keräilyä älylaseja ja älykelloja hyödyntämällä (Youtube 2016).

4.1 Soveltuvuusarviointi

Kuten edellä esitetyt älylasien pilotoinnit ovat osoittaneet, niin älylaseja on sovellettu enimmäkseen tuotteiden ja osien keräilyyn varastoissa ja tuotantolaitoksilla, joissa tavaran kierto on nopeaa. Tämän työn tavoitteena on kuitenkin määrittää myös itsenäisesti yksi kohde, johon älylaseja olisi järkevää ottaa käyttöön, jonka investoinnin kannattavuutta tarkastellaan myöhemmässä luvussa.

Toimeksiantajan suurimman yksikön kehitystiimin kanssa järjestettiin kesäkuussa 2016 suunnittelukokous, jossa tavoitteena oli määritellä ne tarpeet ja kehityskohteet sisäisen logistiikan työskentelyssä. Koko toimipaikan materiaalinkäsittelyprosessien kehitys vastuut oli jaettu kehitystiimin eri jäsenille, joten jokaisesta työvaiheesta saatiin asiantuntijan näkökulma. Näkökulmana oli oman toimipaikan työskentelyn kehittäminen, eli missä tehtävissä älylaseja voitaisiin ottaa paikallisesti käyttöön. Valintaprosessissa otettiin aluksi esille kaikki ne vaihtoehdot, jotka vaikuttivat sopivilta toimipaikan prosesseihin. Kaikista mahdollisista työvaiheista arvioitiin, kuvion mukaisesti, mitä hyötyä tai haittaa älylasien käyttäminen voisi tuoda työskentelyssä, sekä minkälainen säästöpotentiaali kyseisellä kehityksellä voisi olla suhteessa muihin. Tämä tehtiin pisteyttämällä jokainen mahdollinen työvaihe kriteerien mukaan ja laskemalla painotetut yhteispisteet työvaiheille. Soveltuvuusarviointi on opinnäytetyön liitteenä 2.



Kuvio 12. Älylasien soveltuvuuden valintaan vaikuttaneet kriteerit ja painotukset.

Kuviossa näkyvät neljä kriteeriä, työn helpottaminen, työajan säästö, työturvallisuus ja virheiden ehkäisy painotettiin toistensa suhteen, niiden tärkeyden perusteella. Tärkeintä tämän tyyppisessä investoinnissa tulisi olemaan takaisinmaksu, jolloin säästöpotentiaali työajassa sai suurimman painotuksen (55%). Tämä perustettiin sillä, että mikäli älylasit voisivat helpottaa päivittäistä työtä paljonkin ja lisätä turvallisuutta, siihen ei silti tulisi investoimaan, mikäli hanke osoittautuisi taloudellisesti kannattamattomaksi. Toiseksi suurimman painoarvon sai työn helpottaminen, mikä on tärkeä osuus taas käyttöönoton kannalta, sillä mikäli älylasien käyttöä ei mielletä mukavaksi tai helpoksi, niiden käyttäminen tulee kohtaamaan paljon vastarintaa ja ongelmia.

Arvioinnin tuloksena ilmeni, että painotuksien ja pisteytyksien perusteella, synkro-osien ja isojen osien keruu olisi työvaihe johon älylaseja kannattaisi ensimmäisenä hyödyntää. Synkro-osilla tarkoitetaan komponentteja, jotka ovat valmistettu juuri tiettyä tuotetta varten, joten ne ovat synkronisoitu juoksevalla tuotantonumerolla linjaston tuotannon kanssa, kuten esimerkiksi penkit. Synkro-osien keruu sai suuret pisteytykset työn helpottamisessa ja työajan säästössä, koska useassa eri keruupaikassa työtä tehdään vielä paperilistalla, mikä olisi mielekästä korvata älylaseilla. Työajan suurta potentiaalista säästöä kuvaa erityisesti myös WADELMA benchmarking -tutkimustulokset, jonka mukaan eniten kustannuksia luova ja työaikaa vievä tehtävä on juuri keruutyö (kuvio 6 - 8). Työturvallisuutta ja ergonomian parantamiselle nähtiin vähän mahdollisuuksia nykyisissä puitteissa, mutta taas virheiden ehkäisyssä on mahdollisuutta, sillä älylasit voisivat vahvistaa kerätyt osat lukemalla viivakoodit itse osista ja käskeä käyttäjää tarkistamaan kerätyt osat manuaalisesti.

Esille tuli myös niitä työtehtäviä, joissa todennäköisesti älylasien käyttäminen ei toisi merkittävää hyötyä tai olisi taloudellisesti kannattavaa. Esimerkiksi trukeilla ja puheohjauksilaitteilla suoritettavat työtehtävät saivat alhaiset pisteet, sillä työajan säästö olisi todella marginaalista. Pohdinnassa tuli myös esille, että älylaseja tulisi soveltaa trukkityöskentelyyn harkiten ja hyvin rajoitetusti, koska jatkuva informaatiovirta kuljettajan näkökentässä voi luoda merkittäviä vaaratilanteita. Trukkikuljettaja joutuukin käsittelemään koko ajan useiden tuhansien kilojen painosta trukki -ja kuljetuskalustoa, eikä havaitavuuden heikentäminen ole viisasta siinä työssä. Tällöin mikäli keräilijän työhön kuuluu keruuta jalkaisin, sekä trukkityöskentelyä, tulisi älylasien käyttäjän sammuttaa näyttö tai ottaa lasit pois päästä trukkityöskentelyn ajaksi.

4.2 Vaadittavat ominaisuudet

Yhdessä HUB logistics Automotiven synkro-osien keruusta vastaavan logistiikkasuunnittelijan kanssa määriteltiin ne ominaisuudet mitä älylasien ohjelmistossa tulisi olla, jotta työtä voitaisiin helpottaa ja työaikaa säästää tarpeeksi, että älylaseihin investoiminen olisi järkevää.

Lähtökohta on, että älylasit pystyvät häiriöttä keskustelemaan WMS:n kanssa, vastaanottamalla ja kuittaamalla keruulistoja. Tässä tapauksessa varastonhallintajärjestelmästä keruulista tulee tuotantonumeroiden muodossa sille tietylle keruupaikalle, missä työtä ollaan suorittamassa. Yhdellä keruupaikalla kerätään vain yhdentyypisiä synkro-osia. Tuotantonumeroiden perusteella kerääjä pystyy hakemaan oikean kollin lattiavarastosta keruupaikalle, sekä etsimään oikean osan kollien joukosta itse keruupaikalla. Kuittaus on oltava mahdollista kameran avulla, jolloin luetaan itse osassa tai sen mukana tulevassa osanumerolapussa oleva viivakoodi tai QR-koodi. Kuittauksen tulisi olla myös mahdollista puheella sen varalta, mikäli viivakoodilappu -tai tarra on kadonnut. Kun keruulistan kaikki osat ovat kuitattu onnistuneesti, älylasit lähettävät tiedon onnistuneesta keruusta varastonhallintajärjestelmään.

Taulukko 2. Älylasiohjelmiston vaatimukset.

Pakolliset ominaisuudet	Työaikaa säästävät ominaisuudet	Muuten hyödylliset ominaisuudet
Keskustelee varastohallintajärjestelmän kanssa, vastaanottaa ja lähettää sanomia	Osoittaa oikean sijainnin osalle tai oikean keruupaikan QR-koodien avulla	Kirjaa käyttäjän järjestelmään sisälle QR-koodin avulla
Näyttää käyttäjälle kerättävät osat keruulistan perusteella	Näyttää oikean osan tai kollin viivakoodien tai QR-koodien avulla	Näyttö sammuu puheohjauksesta ja/tai aikasammutuksella
Kuittaa keruita lukemalla viivakoodeja tai QR-koodeja	Näyttää kerättävän osan tuotekohtaisia ominaisuuksia kerääjälle (materiaali, muoto, väri)	Pyytää käyttäjään tarkistamaan osan kunnan visuaalisesti ennen kuin hyväksyy kuittauksen
Mahdollisuus kuitata keruita puheella, mikäli viivakoodia tai QR-koodia ei ole saatavilla		

Lähtökohtaisesti järkevää olisi käyttää mahdollisimman paljon QR-koodeja, ennemmin kuin perinteisiä viivakoodeja. QR-koodien lukeminen on helpompaa ja varmempaa, sekä ne pystyvät sisältämään paljon enemmän tietoa, kuin viivakoodit. Tämä tarkoittaa, että useassa tapauksessa osien toimittajilta tulisi vaatia osanumerotarrojen muokkaamista, siten että viivakoodi vaihdetaan QR-kodiin tai QR-koodi tulee viivakoodin rinnalle.

Älylasien keruusovelluksen toimintaa havainnollistamiseen luotiin esimerkki keruuprosessista älylaseilla (liite 3). Kaavio esittää sitä näkymää, minkä käyttäjä näkisi älylasien näytöltä, eli samaan aikaan käyttäjä pystyisi myös havainnoimaan ympäristöään. Esimerkin käyttöliittymä on Googlen Glass XE -älylaseja vastaava.

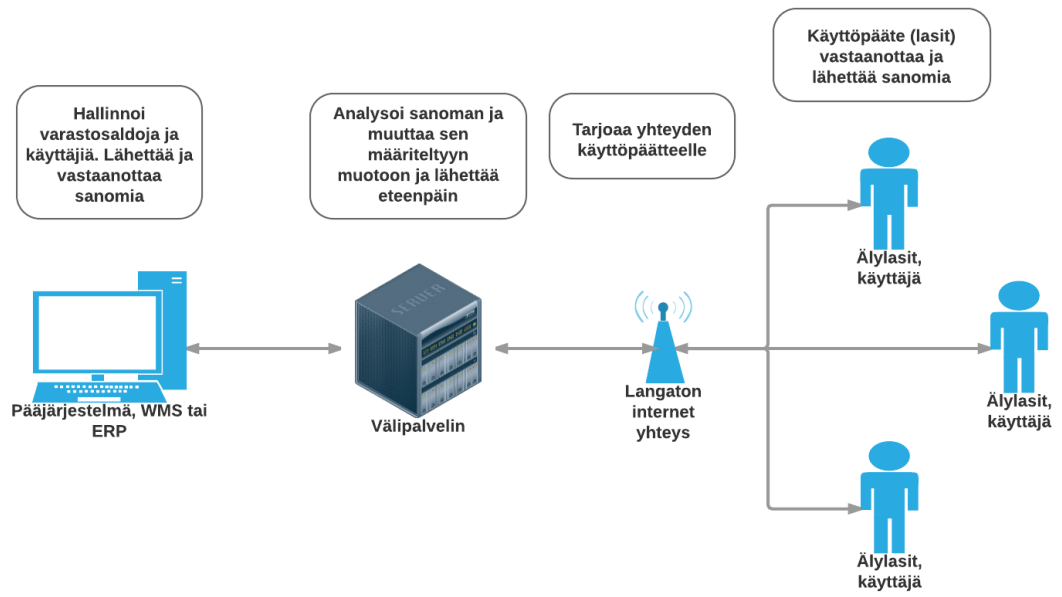
4.3 Älylasien ja pääjärjestelmien tiedonsiirto

Älylasien tiedonsiirron tulee käytännössä toimia samalla mallilla, kuten puheohjauslaitteidenkin. Tässä mallissa pääjärjestelmä, joko ERP tai WMS, hallinnoi varastosaldoja, tilauksia ja pitää kirjaa eri päätteiden käyttäjistä. Kun esimerkiksi pääjärjestelmä on saanut tiedon sisään tulleesta tilauksesta, jonka osat tulee kerätä varastosta, pääjärjestelmä

kerää tiedon tarvittavista tuotteista (yhdestä tai useammasta tilauksesta), niiden varastopaikoista ja lähettää keruulistan eteenpäin yhtenä määrämuotoisena sanomana välipalvelimelle. Välipalvelin toimii rajapintana käyttöpääteen ja pääjärjestelmän välillä, jolloin se analysoi vastaanotetun sanoman, muuntaa sen määrämuotoon jota vastaanotettava järjestelmä ymmärtää ja lähettää sen eteenpäin. Palvelin voi olla käytännössä erillinen fyysinen palvelin yrityksen omissa toimitiloissa tai virtuaalinen palvelin ulkoiselta palvelintarjoajalta. Välipalvelinta ei välttämättä aina tarvita, kun pääjärjestelmää pystytään muokkaamaan tarpeeksi vaivatta, jolloin se voi lähettää sanomia suoraan käyttöpääteelle. Tämä on kuitenkin harvinaisempaa, kuin välipalvelinten käyttäminen. Sanomien muoto ja tiedostotyyppi vaihtelevat aina käytössä olevan ohjelmistoratkaisun mukaan.

Älylasit ovat järjestelmä-arkkitehtuurissa käyttöpääte, joka toimittaa kaiken tarvittavan tiedon käyttäjän näkökenttään, kuten varastopaikan suunnan, osanumerot ja tarvittavat määrät. Älylasit ovat yhteydessä palvelimeen ja sitä kautta pääjärjestelmään langattoman internet -yhteyden kautta. Tärkeää on kuitenkin, että älylasien ei tarvitse olla jatkuvassa internetyhteydessä, sillä tieto siirtyy järjestelmästä toiseen yksittäisinä sanomina, eli ei-reaaliaikaisesti. Tämä varmistaa toiminnan jatkuvuutta siinä tilanteessa, että yhteys katkeaa, mutta tällöin tarvittava tieto on jo tallennettu käyttöpääteelle, eli työtehtävää ei tarvitse keskeyttää.

Laitteet pystyvät luomaan langattoman internet yhteyden joko itsenäisesti tai yhdistämällä laitteen tablet-tietokoneen tai älypuhelimien kanssa. Haasteena on kuitenkin salasanan syöttäminen suojatuissa wifi -verkoissa, joissa tapauksissa salasana tulisi syöttää joko QR-koodin avulla tai yhdistämällä älylasit toiseen Android -laitteeseen. (Vuzix 2016c.)



Kuvio 13. Tiedonsiirtomalli älylasien ja pääjärjestelmän välillä.

5 CASE – ÄLYLASIEN KANNATTAVUUS

Kannattavuutta mitataan tässä työssä investointilaskelmalla, jolla selvitetään älylasien mahdollisen hankinnan taloudellista hyötyä. Investointilaskelmaan tärkeimmät tiedot saadaan työntutkimuksesta, josta nähdään, että paljonko työaikasäästöä älylasien käyttöönotto voisi tuoda valitulle työtehtävälle. Investointilaskelmien perusteella voidaan päätellä, että onko käyttöönotto tällä hetkellä kannattava vaihtoehto.

5.1 Investoinnit

Investoinnit ovat käytännössä rahamenoja, joilta odotetaan takaisinmaksua vain pidemmältä aikaväliltä. Investoinnit ovat usein ratkaisevassa osassa yrityksen menestystarinoissa ja toisaalta huonosti harkitut investoinnit ovat kaataneet lukuisia yrityksiä. Sijoitettulla rahalla voidaan luoda toiminnalle edellytyksiä, mutta pääomista on lähes aina pulaa. Siten yrityksen johdon on päätettävä, miten tiukat resurssit kohdennetaan järkevästi usein keskenään kilpaileviin tarkoituksiin. Ajoitus on yksi merkittävimmistä tekijöistä investointipäätöksiä tehtäessä, jolloin huomioon tulisi ottaa eri ajanjaksojen tuotot ja kustannukset. Toisaalta tulevaisuutta ei voi koskaan täysin ennustaa, eikä selvienkään trendien jatkumiseen voi luottaa. (Neilimo & Uusi-Rauva 2012, 206.)

Luotettavana periaatteena voidaan todeta, että kustannukset kasvavat ajan myötä investointiprojektin edetessä. Mitä pidemmälle hanketta on viety, sitä enemmän siihen on sitoutettu pääomaa ja sitä vähemmän sen lopputulokseen voidaan enää vaikuttaa. Tämän takia tärkeä vaihe tärkeissä investointihankkeissa on esitutkimus. Esitutkimuksella selvitetään hankkeen teknistä ja taloudellista soveltuvuutta, jonka perusteella voidaan tehdä johtopäätökset investoinnin kannattavuudesta ja päättää joko jatkosta tai hankkeen lopettamisesta. Investointiprojektissa suunnittelukustannukset ovat tyypillisesti 10-15%, jonka perusteella sidotaan kuitenkin loput 85 - 90% kokonaiskustannuksista. (Neilimo & Uusi-Rauva 2012, 207-211.)

Investointilaskelmalla selvitetään hankinnan edullisuus sen suunnitellulla pitoajalla. Laskelman kvantitatiiviset perustiedot ovat:

- Perushankintakustannus
- Pitoaika

- Juoksevasti syntyvät tuotot
- Juoksevasti syntyvät kustannukset
- Laskentakorkokanta
- Investoinnin jäännösarvo

(Neilimo & Uusi-Rauva 2012, 214.)

Yleisesti investointilaskelmissa perushankintakustannukset luovat vähiten epävarmuutta, sillä hankinnan hinta saadaan usein sitovana tarjouksena. Tämän työn näkökulmasta perushankintakustannukset ovat selkeitä selvityksen kohteita, sillä yksittäisille laitteille hinnat ja ohjelmiston lisenssimaksut ovat selkeästi saatavilla. Epävarmuutta luo ainoastaan kustannukset, jotka liittyvät älylasien liittämiseen pääjärjestelmään tiedonsiirtoa varten.

Pitoaika määrittyy investoinnin käyttöajan perusteella, joka hyödykkeellä on yrityksessä sen hankinnan jälkeen. Tässä tapauksessa käyttöaika määritellään hankittavan laitteen teknillistaloudellisesta näkökulmasta ja arvioidaan, että kauanko laite kestää täysipäiväisessä käytössä luotettavasti ja toisaalta milloin uusi parempi laite ilmestyy markkinoille ja korvaa taloudellisesti edellisen.

Juoksevasti syntyviä tuottoja ja kustannuksia tulisi käsitellä vuositasolla yhdessä. Investoinnista seuranneiden erilliskustannusten ja erillistuottojen erotusta käsitelläänkin jatkossa vuotuisena nettotuottona. (Neilimo & Uusi-Rauva 2012, 215.) Käytännössä case-laskelmien tilanteessa juoksevia kustannuksia luovat enimmäkseen kuluva kalusto (vaihto-akut) ja juoksevia kustannussäästöjä taas työajan säästö, joka on suoraa seurausta älylasien hyödyntämisestä. Vaikeampi määriteltävä kustannussäästö on nettosäästö virheiden karsimisessa materiaalin käsittelyssä.

Korko on yleisesti ottaen korvaus rahan käytöstä. Laskentakorolla asetetaan menot ja tuotot eri ajankohdilta vertailukelpoisiksi keskenään. Investointihanke sitoo pääomaa pitkän ajan kiinni ja siitä seuraa maksusuorituksia eri vuosille. Tällöin tulee tietää, kuinka paljon arvokkaampi raha on tänään kuin tietyn ajanjakson kuluttua. Tämä tapahtuu diskonttaamalla arvioitu tulevaisuuden rahavirta sovittua laskentakorkokantaa käyttäen nykypäivään. Investointihankkeeseen tarvittava pääoma on yleisimmin yhdistelmä sekä omaa pääomaa, että vierasta pääomaa. Kummassakin tapauksessa korolla on merkitystä, sillä mikäli investointi ei tuota enemmän kuin rahan pitäminen talletustilillä, kannattaa raha pitää ennemmin pankissa. Vieras pääoma luo taas korkokustannuksia, jotka

investoinnin vähintään pystyttävä kattamaan tai hanke on tappiollinen. Laskentakorkokantana voidaankin käyttää näiden suhteella painotettua keskimääräiskustannusta. Korkokannan tulee kuitenkin olla joka tapauksessa vähintään yhtä suuri kuin yleinen lainan korkokanta. Neilimo ja Uusi-Rauva myös määrittelevät suositellut minimituottovaatimukset investoinneille, jota voidaan käyttää laskentakorkokantana. (Neilimo & Uusi-Rauva 2012, 216.)

Taulukko 3. Investointien minimituottovaatimukset. (Neilimo & Uusi-Rauva 2012, 210.)

Investoinnin luonne	Tuottovaatimus
Pakolliset investoinnit, lakien ja asetusten tai viranomais määräysten täyttäminen	Ei tuottovaatimusta
Markkina-aseman turvaaminen	6% tuottovaatimus
Uusintainvestoinnit, koneiden ja laitteiden korjaaminen ja uusiminen	12% tuottovaatimus
Kustannusten alentaminen investointien avulla	15% tuottovaatimus
Tuottojen lisääminen investointien avulla	20% tuottovaatimus
Uusien alueiden valtaaminen tai uusien tuotteiden kehittäminen riskinalaisin investoinnein	25% tuottovaatimus

Myös inflaatiolla on merkityksensä investointien kannattavuuslaskelmissa, esimerkiksi liian jyrkkä rahan arvon inflaatio tulevaisuudessa voi muuttaa investointihankkeen kannattamattomaksi. Inflaation voi ottaa huomioon kahdella eri tavalla:

- I. Laskelmat tehdään reaali rahassa, eli rahan arvo on yhtäläinen laskelmien eri vuosina. Tällöin laskentakoron tulee olla myös reaalikorkokanta
- II. Laskelmat laaditaan nimelliseuroissa, eli kunkin tarkasteluvuoden rahassa erikseen. Tällöin korkokin on nimelliskorko

Jäännösarvo on arvio pitoajan jälkeen odotettavissa olevasta rahasummasta, joka saadaan myymällä tai romuttamalla hankinta. Yleensä se määritellään nollassa. (Yritystulkki 2015.) Jäännösarvo voi olla myös negatiivinen, sillä toisinaan yrityksen tulee maksaa, siitä että laitteesta tai rakennuksesta päästään eroon (Saaranen ym. 2011, 298).

Edellisten investointilaskelmien perustietojen perusteella tehdään itse investointilaskelmat. Laskelmissa yleisesti käytettyjä menetelmiä ovat:

- Takaisinmaksuajan menetelmä (korollinen tai koroton)
- Nykyarvomenetelmä
- Sisäisen korkokannan menetelmä
- Annuiteettimenetelmä

(Saaranen ym. 2011, 298.)

Kaikkia investointilaskentamenetelmiä ei käydä läpi vaan pelkästään ne menetelmät, joita tässä työssä käytetään myöhemmin. Tähän hankkeeseen sopivina laskentatapoina voidaan pitää takaisinmaksuajan menetelmää, joka huomioi laskentakorkokannan, sekä sisäisen korkokannan menetelmää. Sisäisen korkokannan menetelmällä yritys voi arvioida investoinnista saatavan tuottoprosentin, jolloin hankkeen järjestyminen on helpompi suhteuttaa alkuiinvestointiin, mikä olisi taas hankalampaa nykyarvomenetelmässä. Takaisinmaksun menetelmällä hankinnan, tässä tapauksessa älylasien, elinikää voidaan verrata siihen aikaan, jossa niiden käyttöönotto maksaa itsensä takaisin. Mikäli älylasit maksaisivat itsensä takaisin paljon myöhemmin, mikä on niiden oletettu pitoaika, voidaan todeta hankinnan olevan kannattamaton.

Takaisinmaksuajan menetelmässä lasketaan se ajankohta, jolloin investoinnin vuotuiset nettotulot kattavat hankintamenon. Investointi on silloin kannattava, kun takaisinmaksu-aika on yrityksen määrittelemää tavoiteaikaa lyhyempi ja yleisesti ottaen investointi on kannattavampi mitä lyhyempi takaisinmaksu-aika on. Tämä menetelmä on varsin yleinen, mutta huomioitavaa on, että siinä ei oteta huomioon tuottoja tai kustannuksia takaisinmaksuajankohdan jälkeen, joten esimerkiksi suuria jäännösarvoja ei oteta huomioon. Laskenta suoritetaan siten, että vuotuisia diskontattuja nettotuottoja lasketaan yhteen, kunnes ne muodostavat yhtä suuren summan hankintamenon kanssa. (Saaranen ym. 2011, 299-303.) Tätä menetelmää kuvataan esimerkissä 1.

Taulukko 4. Takaisinmaksumenetelmän esimerkkilaskelma.

Esimerkkilaskelma 1. Takaisinmaksuaika

Hankintamenot, investointi	75 000,00 €
Vuotuiset nettotuotot	13 000,00 €
Laskentakorkokanta	7,50 %

Vuodet	Kassavirta	Diskontattu kassavirta	Kumulatiivinen diskontattu kassavirta
0	- 75 000,00 €		
1	13 000,00 €	12 093,02 €	12 093,02 €
2	13 000,00 €	11 249,32 €	23 342,35 €
3	13 000,00 €	10 464,49 €	33 806,83 €
4	13 000,00 €	9 734,41 €	43 541,24 €
5	13 000,00 €	9 055,26 €	52 596,50 €
6	13 000,00 €	8 423,50 €	61 020,00 €
7	13 000,00 €	7 835,81 €	68 855,82 €
8	13 000,00 €	7 289,13 €	76 144,95 €
9	13 000,00 €	6 780,59 €	82 925,53 €

$$\text{Takaisinmaksuaika } 7 + (75\,000\text{€} - 68\,855,82\text{€}) / 7\,289,13\text{€}$$

$$= \underline{\underline{7,84 \text{ vuotta}}}$$

Sisäisen korkokannan menetelmässä lasketaan se vuotuinen tuotto prosentti, jonka investointi pystyy tarjoamaan määritellyllä pitoajalla. Investointi on kannattava silloin, mikäli laskettu tuotto prosentti on suurempi kuin investoinnin tuotto vaatimus. (Yritystulkki, 2015.) Käytännössä menetelmän käyttö kynää ja paperia käyttämällä on hankalaa, sillä siinä päädytään niin korkean asteen yhtälöihin, joten laskennassa kannattavaa on käyttää Excelin rahoitusfunktioita SISÄINEN.KORKO (kun nettotuotot ovat eri suuruksia) tai KORKO (kun nettotuotot ovat saman suuruksia). Sisäisen korkokannan menetelmä on yksi yritysten yleisimmistä käyttämistä laskentamenetelmistä. (Saaranen ym. 2011, 307-308.)

Sisäisen korkokannan laskentamenetelmää kuvataan esimerkissä 2. Laskelman perusteella nähdään, että 50 000€ investointi ei ole kannattava, sillä sen tuotto prosentti on arviolta 4,77%, kun tuotto-odotus on 7%.

Taulukko 5. Sisäinen korkokannan esimerkkilaskelma.

Esimerkkilaskelma 2. Sisäinen korkokanta

Hankintamenot, investointi	50 000,00 €
Vuotuiset nettotuotot	13 000,00 €
Pitoaika	5 vuotta
Jäännösarvo	7 000,00 €
Tuotto-odotus	7 %

Vuodet	Kassavirta	Diskontattu kassavirta	
0	- 50 000,00 €	- 50 000,00 €	
1	13 000,00 €	12 093,02 €	
2	13 000,00 €	11 249,32 €	
3	13 000,00 €	10 464,49 €	
4	13 000,00 €	9 734,41 €	
5	13 000,00 €	13 931,17 €	Nettotuotto + jäännösarvo

4,77 % Tuotto-%

5.2 Työntutkimus ja työaika-analyysi

Investointilaskelmien ytimessä on säästettävä työaika, joka saataisiin älylasien hyödyntämisellä. Työajan potentiaalinen säästö selvitetään tässä työssä työntutkimuksella, jonka perusteita EK:n ja SAK:n yhteinen tuottavuustyöryhmä on selostanut vuonna 2011 julkaisussa ”Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita”.

Ilman jatkuvaa kehitystä tuottavuudessa yrityksen on vaikea ylläpitää kilpailukykyään ja näin ollen menestyä alallaan. Tavoitteena on, että löydetään tapa tehdä oikeita asioita ja tehdä ne oikein. (Ahokas ym. 2011, 4.)

Pyrkimyksiä parantaa työn tuottavuutta systemaattisilla menetelmillä ja tekniikoilla kutsutaan yleisesti työntutkimukseksi. Se pyrkii vastaamaan muun muassa seuraaviin kysymyksiin: voidaanko jalostavan työajan osuutta lisätä, voidaanko työmenetelmiä kehittää vähemmän kuormittaviksi ja turvallisemmaksi ja voidaanko läpimenoaikoja parantaa? Työntutkimus on tutkimusmuoto, joka pyrkii selvittämään ja kehittämään tutkittavan työn ergonomiaa, työmenetelmiä ja työajankäyttöä. Työtä tulee tarkastella kolmesta näkökulmasta:

- **Teknologisesta näkökulmasta**
 - Huomioidaan uuden teknologian, prosessien ja välineiden hyödyntämisen mahdollisuudet
- **Työntekijän näkökulmasta**
 - Selvitetään, onko työssä vaarallisia, epäkäytännöllisiä, rasittavia tai yksitoikkoisia vaiheita
- **Taloudellisesta näkökulmasta**
 - Tutkitaan työn kustannusvaikutuksia, sekä selvitetään muun muassa paljon materiaalin siirtoa tai toistoja vaativat työt ja mitkä työt tuottavat lisäarvoa, laatuongelmia tai kustannuksia

(Ahokas ym. 2011, 4-7.)

Työntutkimuksista saatavaa tietoa hyödynnetään varsinkin tässä tapauksessa työmenetelmien suunnittelussa ja vaihtoehtojen arvioinnissa. Jotta työmenetelmä on yrityksen kannalta kannattava, on etukäteen voitava tehdä arvio siitä, mikä on edullisin toimintatapa. Tämä korostuu varsinkin, kun suunnitellaan uusien koneiden, välineiden tai menetelmien käyttöönottoa, sillä yrityksen päätöksen tekijöiden on otettava huomioon ne tuotteet ja palvelut, joita tarjotaan nyt ja tulevaisuudessa. Myös sarjasuuruudet ja niiden mahdollisuus muuttua tulevaisuudessa on otettava huomioon. (Ahokas ym. 2011, 8.)

Yksi yleisimmistä työntutkimusmenetelmistä teollisuuden alalla on MTM (Methods Time Measurement). Vuonna 1948 kehitetty MTM -tekniikka luotiin jakamaan työvaiheet ja prosessit yksinkertaistetuiksi perusliikkeiksi. Perusliikkeitä ovat muun muassa liikkua, tarttua, ja muut käden ja jalan liikkeet. Oikeat perusliikkeet tunnustetaan ja niiden perusteella valitaan kuluva aika datakorteista. Laskelmien perusteella työntutkija analysoi työvaiheiden pullonkaulat ja työn määrä, joka ei ole arvoa lisäävä ja pyrkii minimoimaan sen. MTM toisaalta nähtiin todella raskaaksi menetelmäksi, jossa tutkijan tarvitsi käsitellä valtavia määriä dataa tutkimuksissa. Tätä ongelmaa varten 1960 kehitettiin MOST (Maynard Operating Sequence Technique) -menetelmä. Se määrittää työntutkimusmenetelmäksi, joka analysoi työtehtäviä tai työvaiheita määrittelemällä ja hyödyntämällä tiettyä standardiaikaa työlle. (Karim ym. 2014.)

MOST -menetelmä erikoistuu tutkimaan nimenomaan työtä esineiden ja kappaleiden siirtämisen näkökulmasta, sillä se muodostaa suurimman osan tehtävästä työstä ja varsinkin arvoa lisäävästä työstä. Erilaisia työtehtäviä tutkittaessa on huomattu, että esineiden siirtäminen noudattaa tiettyä toistuvaa rytmiä. Tämä luo perustan MOST -analyysille,

sillä toisin kuin MTM -tekniikassa, se jakaa työn teon vakioituihin liikesarjoihin. Liikesarjat käyttävät aakkosilla merkittyjä parametreja, joista yleisimmät ovat:

- A – Action Distance, siirtyä (horisontaalista liikettä)
- B – Body Motion, kumartua tai nousta (vertikaalista liikettä)
- G – Gain Control, tarttua
- P – Placement, asettaa

(Zandin 2003, 9-11.)

Nämä parametrit asetetaan loogiseen järjestykseen työvaiheen mukaan (Zandin 2003, 9-11). Tämä järjestys luo liikesarjan kulloisellekin materiaalin siirtämisen kuvaukselle. Esimerkki liikesarjasta on kappaleen siirtämisen liikesarja, joka esitetään kuvassa.



Kuva 9. BasicMOST -kappaleen siirtämisen kuvaava liikesarja. Tämä liikesarja kuvaa noin 50% ihmisen tekemästä fyysisestä työstä (Zandin 2003, 12).

Työhön kuluva aika saadaan lisäämällä liikesarjojen parametreihin alaindeksit, jotka edustavat jokaiseen liikkeeseen kuluvaan aikaan. Tämä mahdollistaa joustavan ja nopean tavan suorittaa työntutkimusta. Alaindeksiluvut ovat tuntien osia, joita kutsutaan TMU:ksi (Time Measurement Unit). Seuraavassa taulukossa nähdään TMU:n suhde muihin aikayksikköihin.

Taulukko 6. MOST -menetelmän aikayksiköt. (Zandin 2003, 14.)

1 TMU = 0,00001 tuntia	1 tunti = 100 000 TMU
1 TMU = 0,0006 minuuttia	1 minuutti = 1667 TMU
1 TMU = 0,036 sekuntia	1 sekunti = 27,8 TMU

Esimerkkinä voidaan esittää sama yksinkertainen kappaleen siirtämisen liikesarja, kuin aikaisemmin. Tässä tapauksessa tutkittava työntekijä siirtyy kolme askelta työpisteelle, nostaa kevyen pakkauksen ja asettaa sen vaa'alle.

$$A_6 B_6 G_1 A_1 B_0 P_3 A_0$$

Missä:

- A_6 = kävelee 3 – 4 askelta laatikon vierelle
- B_6 = kumartuu ja nousee päästäkseen laatikon käsiksi
- G_1 = ottaa otteen laatikosta
- A_1 = asettaa laatikon ulottuvilleen
- B_0 = ei liikettä
- P_3 = asettaa laatikon vaa'alle pienin asetteluin
- A_0 = ei liikettä, ei kävele takaisin

Esimerkkitapauksessa koko laatikon käsittelyyn kuluva aika lasketaan summaamalla alaindeksit yhteen ja kertomalla tulos kymmenellä:

$$6 + 6 + 1 + 1 + 0 + 3 + 0 = 17$$

$$17 \times 10 \text{ TMU} = 170 \text{ TMU}$$

170 TMU:a vastaa noin 6,1 sekuntia. (Zandin 2003, 14.)

MOST -menetelmä otettiin käyttöön ensimmäisen kerran Volvon tehtaalla Ruotsissa 1972 Basic MOST -menetelmänä. Muita menetelmiä ovat MiniMOST ja MaxiMOST -menetelmät, jotka käsittelevät työtä vain eri tarkkuudella. Esimerkiksi MaxiMOST luotiinkin erityisesti laivateollisuuden tutkimista varten. (Karim ym. 2014.) Kansainvälisesti yli 30 000 ihmistä on koulutettu käyttämään MOST työntutkimus -tekniikkaa (Zandin 2003, 5).

5.3 Investointilaskelmat

5.3.1 Lähtötiedot

Seuraavat käytännön investointilaskelmat perustuvat kappaleessa 5.1. kuvattuihin investointilaskelmien menetelmiin ja tarvittaviin lähtötietoihin. Investointilaskelmien pohjana on käytetty MOST -työajantutkimusmenetelmää, jonka avulla pystyttiin simuloimaan mahdollinen työajan säästö synkro-osien käsittelyssä. Tämän avulla voidaan laskea vuosittaiset tuotot hankinnalle, kun arvioidaan myös vuosittaiset tuotantovolyymit. Älylasien käytöllä arvioitiin olevan seuraavia työaikaa säästäviä ominaisuuksia:

- **Paperiton toiminta**
 - Keruulistoja ei tarvitse tulostaa tietokoneelta
 - Keruulistoja ei tarvitse irrottaa tai kiinnittää keruuvaunuihin
 - Seuraava kerättävä osa on helpompi ja nopeampi katsoa älylasilta kuin paperiselta keruulistalta
- **Työn helpottaminen**
 - Oikeita osia ei tarvitse etsiä, vaan lasit voivat osoittaa käyttäjälle oikean keruupaikan
 - Käyttäjän tarvitsee lukea vähemmän tuotantonumeroita tai osanumeroita, kun lasit lukevat viivakoodin tai QR-koodin ja ilmoittavat mikä kolli on seuraava käsittelyssä
 - Keruuluettelon yhteydessä voidaan näyttää myös muita oleellisia tietoja kerättävästä osasta, jotka helpottavat keruuta, kuten materiaali tai väri
- **Laadun varmistaminen**
 - Kerättävä osa voidaan kuitata kerätyksi lukemalla kameralla osan viivakoodi tai QR-kooditunniste
 - Älylasit voivat pyytää käyttäjää tarkistamaan osien laadun visuaalisesti

Näillä ominaisuuksilla työaikaa pystyttäisiin arviolta säästämään 10-15%, riippuen keruupaikasta. Työajan säästön simulointiin valittiin kuusi eri komponenttien keruupaikkaa, joissa ei käytetä puheohjauskeruulaitteita. Näiden keruupaikkojen normaali työaika on myös huomattava muihin keruuihin verrattuna, jolloin säästetylle ajalle saadaan eniten taloudellista hyötyä. Työntutkimuksen perusteella arvioitiin myös, että älylasit eivät voi tarjota merkittävää työajan säästöä verrattuna puheohjauskeruuseen. Keruita valittiin

useita varsinkin sen takia, että investointilaskelmia tehdessä havaittiin, että sovellettavia kohteita tulee olla näin paljon, jotta hankkeella voi olla taloudellista tuottoa.

Työajan säästö muodosti tärkeimmän osuuden vuotuisista tuotoista mutta myös laadullisia vaikutuksia arvioitiin. Älylasien käyttöönotolla ulkoisia virhekustannuksia voisi vähentää suhteessa merkittävästi. Arvio virheiden ehkäisemisen tuomasta säästöstä saatiin tutkimalla aikaisempia reklamaatioreportteja, joiden perusteella pääteltiin keskimääräiset vuotuiset reklamaatiokustannukset, jotka olisi helposti ehkäistävissä älylaseilla. Toisaalta laskelmissa ei otettu huomioon piilevien laatuksustannusten potentiaalista säästöä.

Hankintakulut muodostuvat toimittajan arviosta järjestelmän pilotoinnin hinnalle, sekä sen jälkeisille juokseville kuluille. Jotta älylasit voidaan ottaa käyttöön, on toimittajan kanssa yhteistyössä suoritettava pilotointiprojekti, jossa älylaseille räätälöidään tarpeisiin sopiva ohjelmisto -ja tiedonsiirtopaketti. Pilotoinnin kesto on 2-3kk, jolloin ratkaisu ajetaan sisään ja muokataan tarvittaessa paikan päällä ohjelmistokehittäjän toimesta. Pilotoinnin jälkeen, mikäli älylasien käyttöä halutaan jatkaa, tulee vuosittain maksaa serverin käyttömaksua, sekä lisenssimaksua ohjelmistosta. Itse laitteisto tulee ostaa myös erikseen. Pilotoinnin jälkeen myös älylasit tulee lunastaa itselleen. (Ubimax henkilökohtainen tiedonanto 15.7.2016.)

Pitoajaksi laitteistolle arvioitiin kolme vuotta, sillä kyseessä on nopeasti kehittyvä teknologia, joten älylasit -mallit, jotka hankittaisiin tällä hetkellä ovat todennäköisesti jo vanhaa mallia muutaman vuoden kuluttua. Jäännösarvoksi tämän pitoajan jälkeen arvioitiin 5% hankintahinnasta, sillä näille laitteille löytyy todennäköisesti vielä ostajia muutaman vuoden käytönkin jälkeen. Toisaalta itse laitteiston kustannukset ovat vähemmän merkittävässä roolissa koko kustannusjakaumassa, kuin pilotoinnin tai serverimaksujen kustannukset. Ohjelmistolle ei voida määrittää jäännösarvoa, sillä sen käyttö perustuu lisenssimaksuihin ohjelmistokehittäjälle, joten ohjelmistoa ei voida myydä eteenpäin käytön jälkeen.

Tuotto-odotukseksi oletetaan 10%, joka perustuu Neilimon ja Uusi-Rauvan taulukkoon neljä. Investointia voidaan luonnehtia toisaalta kustannusten alentamisen tavoitteeseen, mutta toisaalta myös yrityksen markkina-aseman turvaamiseen panostamalla innovatiivisiin teknologioihin ja prosesseihin.

Investointilaskelmat ovat opinnäytetyön liitteenä 2.

5.3.2 Tulokset

Edellä esitettyjen alkuarvojen ja investointilaskelmamenetelmien perusteella laskettiin hankinnan kannattavuus seuraaviin taulukoihin.

Taulukko 7. Sisäisen korkokannan investointilaskentamenetelmä ja sen tulokset.

Sisäinen korkokanta

Hankintamenot, investointi	64 428,00 €
Vuotuiset nettotuotot	31 655,20 €
Pitoaika	3 vuotta
Jäännösarvo	556,40 €
Tuotto-odotus	10 %

Vuodet	Kassavirta	Diskontattu kassavirta
0	- 64 428,00 €	- 64 428,00 €
1	31 655,20 €	28 777,45 €
2	31 655,20 €	26 161,32 €
3	31 655,20 €	24 201,05 € + Jäännösarvo

11,39 % Tuottoprosentti

Sisäisen korkokannan menetelmän perusteella hankinta siis tuottaisi kolmen vuoden käyttöajan loppuksi noin 11% tuottoprosentin investoinnille. Ottaen huomioon, että tuotto-odotus asetettiin 10 prosenttiin, voidaan nähdä, että tuotto-odotus saavutetaan juuri ja juuri kolmen vuoden pitoajalla. Koska tuotto-odotus ei ylity merkittävästi, tulee lähtöarvojen muutoksien, eli herkkyyksianalyysin tuloksiin kiinnittää erityistä huomiota arvioi-
dessa hankkeen kannattavuutta.

Taulukko 8. Takaisinmaksuajan investointilaskentamenetelmä ja sen tulokset.

Takaisinmaksuajan menetelmä

Hankintamenot	64 428,00 €
Vuotuiset nettotuotot	31 655,20 €
Laskentakorkokanta	0,10

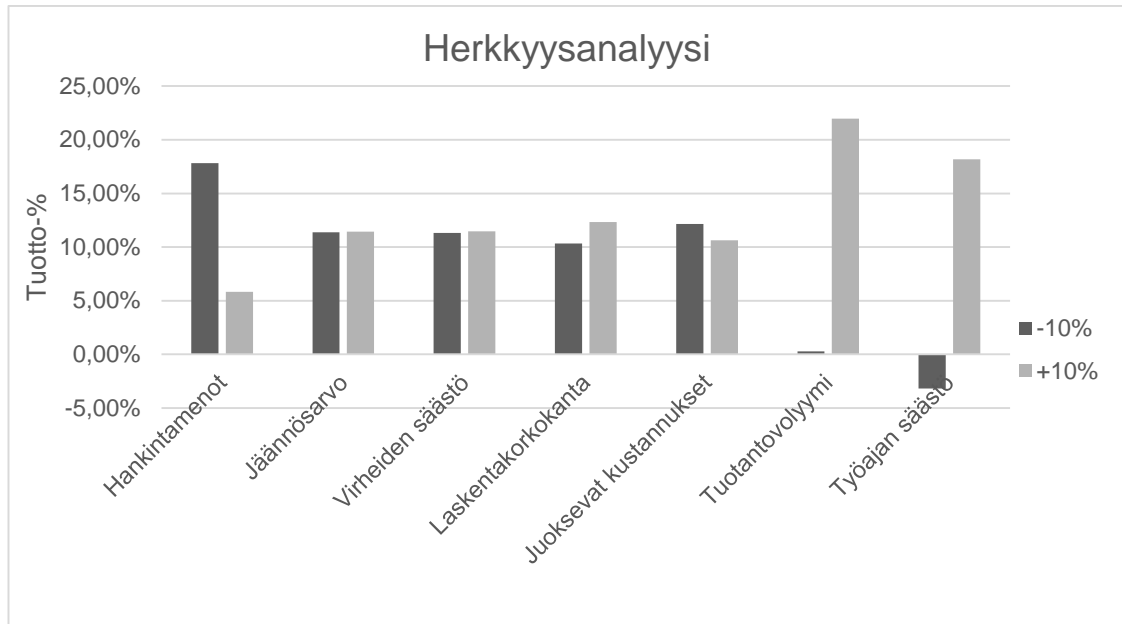
Vuodet	Kassavirta	Diskontattu kassavirta	Kumulatiivinen diskontattu kassavirta
0	- 64 428,00 €		
1	31 655,20 €	28 777,45 €	28 777,45 €
2	31 655,20 €	26 161,32 €	54 938,78 €
3	31 655,20 €	23 783,02 €	78 721,80 €

Takaisinmaksuaika 2,22 vuotta

Takaisinmaksuajan menetelmää käytettäessä huomataan, että näillä lähtöarvoilla hankinta maksaa itsensä takaisin jo ennen kolmatta käyttövuotta, tarkemmin 2,22 vuodessa.

5.3.3 Herkkyysanalyysi

Investointilaskelmien lisäksi on hyvä suorittaa myös herkkyysanalyysi laskelmille, jotta voidaan nähdä, että mitkä alkuarvojen muutokset vaikuttavat merkittävimmin laskelmien lopputulokseen. Alkuarvot muodostuivat seuraavista alkuarvoista: hankintakustannukset, juoksevat kustannukset, virheiden ehkäisyn säästö, pitoaika, jäännösarvo, laskentakorkokanta, tuotantovolyymi ja työajan säästön simuloinnista. Herkkyysanalyysi suoritettiin muuttamalla kyseisiä lähtöarvoja 10% negatiiviseen ja positiiviseen suuntaan, ja vertaamalla sisäisen korkokannan laskelmien lopputulosta alkuarvon muutoksen jälkeen. Kaavion tummat pystypylväät edustavat laskelman lopputulosta, kun nimenomaista alkuarvoa on muutettu -10% ja vaaleat pystypylväät vastaavasti edustavat laskelman lopputulosta, kun alkuarvoja on muutettu +10%.



Kuvio 14. Investointilaskelmien lähtöarvojen muutoksien tarkastelua herkkyyksanalyysissä.

Kaavion perusteella voidaan nähdä suurimmat eroavaisuudet palkkien, eli lähtöarvojen, välillä. Varsinkin hankintamenojen, työajan säästön ja tuotantovolyymien muuttuessa edes 10%, vaikutus tuottoon on merkittävä. Nämä suurimmat eroavaisuudet ovat herkimpiä muutoksille laskemissa, jolloin mitkä tahansa muutokset niihin arvoihin vaikuttavat eniten laskelmien paikkaansa pitävyyteen. Siksi päi niihin tulee kiinnittää eniten huomiota, mikäli käyttöönottoprojektissa siirrytään seuraavaan vaiheeseen ja hankkeen tuotto halutaan varmistaa.

Nämä itsenäiset laskelmat ja työntutkimuksen perusteella saatu työajan säästö osoittavat, että saavutettava hyöty älylaseilla tulee todennäköisesti olemaan heikompi, kuin mitä ohjelmistokehittäjien markkinointi antaa olettaa. Työajan säästöön toisaalta vaikuttaa paljon kehitettävä työtapa, eli kuluuko työntekijän aika enimmäkseen paperin käsittelyyn, siirtymisiin vai materiaalin käsittelyyn. Yrityksen voi olla hankala arvioida työtapojen muutoksista seuraavia vaikutuksia työaikaan, mutta MOST -analyysi tarjoaa hyvän metodin tähän. Toisaalta mikäli älylaseilla päästäisiin 20 – 25% säästöön työajassa, olisi älylaseihin sijoittaminen vähemmän riskialtista. Tulee myös huomioida, että mikäli älylaseja käytetään esimerkiksi kymmenen vuotta työskentelyssä, niin kumulatiiviset nettotuotot voittavat selkeämmin korkeat alkuinvestoinnit, joten pitkällä aikavälillä hankkeelta voidaan odottaa hyvää tuottoa, vaikkakin laitteistoa pitäisi uusia useaan otteeseen.

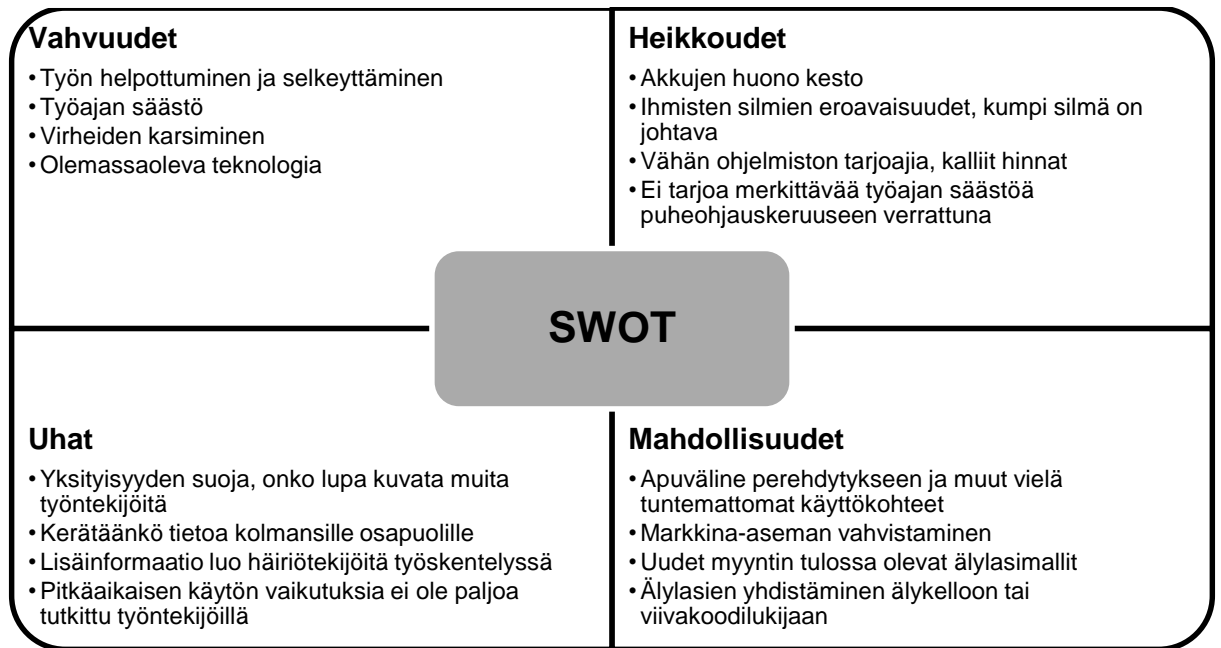
6 PÄÄTELMÄT JA TULEVAISUUS

Älylaseilla suoritettava keruu olisi siis arvioiden mukaan investointina kannattava, sillä turhaa paperin käsittelyä ja virheiden riskiä voidaan vähentää. Hanke olisi toisaalta kannattava vain seuraavilla reunaehdoilla:

- Toiminnassa käsitellään paljon tavaraa, eli volyymi on korkea
- Sovellettava työvaihe on toistuvaa ja sen osuus työajasta on suuri
- Älylasit otetaan tarpeeksi laajasti käyttöön
- Älylasit korvaavat paperisen keruujärjestelmän
- Yrityksellä on käytössä WMS tai ERP, josta älylasit saavat tietoa
- Hankintakustannukset eivät nouse merkittävästi

Tämä uusi teknologia mahdollistaisi myös työn helpottamista merkittävästi, kun ohjelmisto voisi huolehtia enemmän keruun onnistumisesta. Toisaalta hyvin harva hankinta tai uusi työmenetelmä on täysin ongelmaton tai riskitön. Kappaleessa kolme kerrottiin jo mahdollisesta uhkasta käyttäjien tietoturvaan, sekä mahdollisesta vaarasta minkä ylimääräinen informaatio voi aiheuttaa esimerkiksi koneen kuljettajalle. Älylasien käytännön kokeilussa huomattiin taas, että käyttäjän silmien dominanssi vaikuttaa merkittävästi käyttöön: vain johtavalla silmällä näkee lasien näytön tarpeeksi tarkkaan. Ongelma kyläkin korjaantuu, mikäli älylaseja on mahdollista käyttää kummallakin silmällä.

Näistä eri näkökulmista on koottu SWOT -kaavio (kuvio 15), joka tiivistää tässä työssä havaitut vahvuudet, heikkoudet, uhat ja mahdollisuudet älylasien käyttöönotolle yrityksessä.



Kuvio 15. Älylasien käyttöönottamisen SWOT-analyysi.

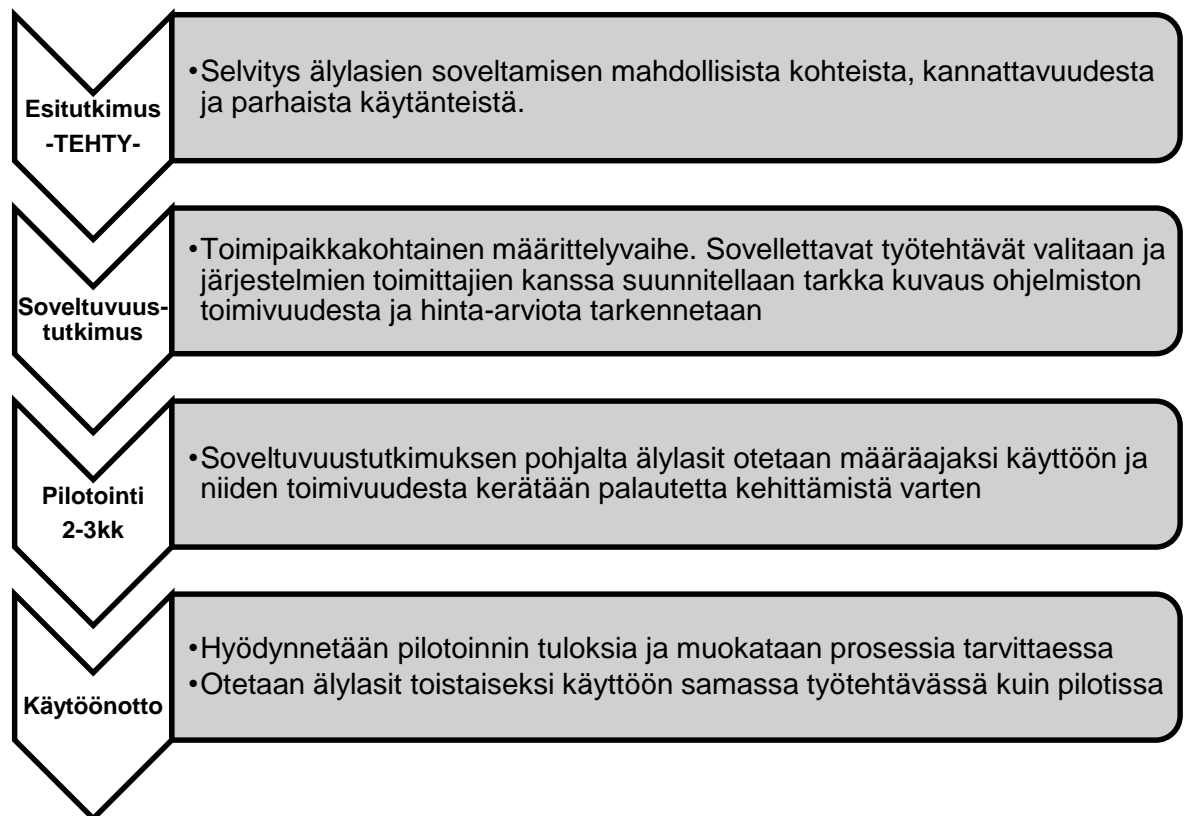
6.1 Projektisuunnitelma jatkosta

Tällä hetkellä älylasien tekniset ominaisuudet mahdollistavat hyvinkin niiden käyttämisen varastoympäristössä työvälineenä, mutta alalla ei ole kovinkaan montaa ohjelmistoa tai ohjelmistotaloa, jotka tarjoaisivat sopivia ratkaisuja. Yksi ohjelmistotarjoaja nousi selvästi ylitse muiden hyvien referenssien perusteella, mutta ainakin tällä hetkellä heidän tarjoama ohjelmistoratkaisu luo liian suuria kiinteitä kuluja. Todennäköisesti nämä hinnat tulevat laskemaan seuraavan kahden tai kolmen vuoden aikana, jolloin uusia yrityksiä ilmestyy alan markkinoille. Paras aika edetä seuraavaan vaiheeseen olisi siis tällöin.

Tämän työn selvitystä hankkeen kannattavuudesta ja parhaista käytänteistä voidaan käyttää tulevaisuudessa lähtökohtana suunniteltaessa älylasien käyttöönottoa sisäisen logistiikan alalle. Tulee kuitenkin huomioida, että tämän työn tuloksia ei voida soveltaa automaattisesti mihin tahansa varastotyöskentelyyn, joten joka tapauksessa on kuitenkin selvitettävä myös erikseen älylasien soveltuvuus toimipaikka -ja työkohtaisesti käyttöönoton kannattavuus ja mielekkäys. Kuten investointilaskelmat osoittavat, niin käsiteltävä tavaran määrä (tuotantovolyymi) ja arvioitu työajan säästö (työntutkimus) varsinkin vaikuttavat hankkeen kannattavuuteen, jotka ovat aina yrityksen toimipaikkakohtaisia arvioita. Soveltuvuustutkimuksessa tulee lisäksi kuulla työntekijöitä ja arvioida myös riskejä, kuten vaaran paikkoja koneen käytössä.

Mikäli toimipaikkakohtainen soveltuvuustutkimus osoittautuu mielekkääksi ja yrityksen johto on hyväksynyt projektin jatkon, tulisi seuraavaksi ottaa yhteyttä valittuun järjestelmätoimittajaan ja käynnistää pilotointivaihe. Tämä vaihe kestäisi 2-3 kuukautta ja tällöin ohjelmisto ja tiedonsiirtorakenne räätälöidään toimipaikalle sopivaksi. Pilotoinnin käynnistäminen tulee olemaan suurehko kustannuserä yritykselle, joten sen hyötyjä ja haittoja tulee tarkkaan harkita ennen siihen siirtymistä. Pilotoinnin aikana ohjelmisto ja laitteisto otetaan ensimmäistä kertaa täysipäiväiseen työkäyttöön. Tässä vaiheessa ohjelmistokehittäjä on myös paikan päällä tekemässä tarvittavia korjauksia ja muutoksia ohjelmistoon.

Kun prosessi on havaittu toimivaksi ja suurimmat muutokset ohjelmistoon on tehty, pilotointivaihe siirtyy vähitellen normaalitilaan, jolloin älylasit ovat jo osa normaalia työskentelyä yrityksessä.



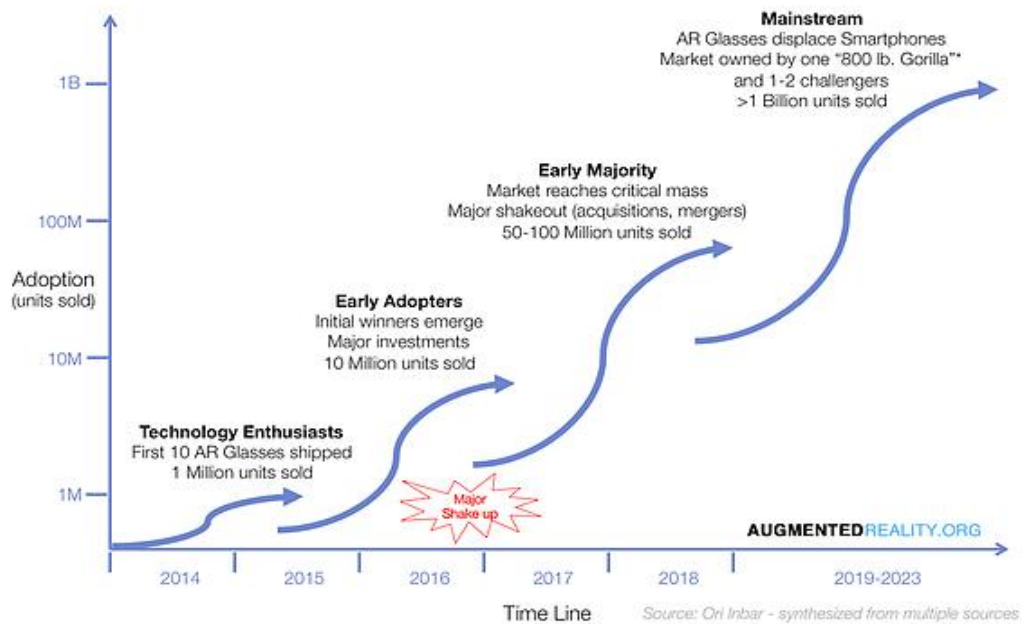
Kuvio 16. Askeleet älylasien käyttöönottoprojektille.

6.2 Älylasien tulevaisuus

Älylasit ovat alkaneet hiljalleen kasvattamaan suosiotaan. Nähtäväksi jää, että tulevatko älylasit älypuhelisten rinnalle vai korvaavatko ne lopulta ne kuluttajamarkkinoilla. Todennäköistä on kuitenkin, että teknologia yleistyy ensin merkittävästi yritysmaailmassa, jossa sille nähdään jo paljon potentiaalia. Suuret teollisuusyritykset kuten Volkswagen, DHL tai Daimler ovat jo tutkineet älylasien mahdollisuuksia ja toteuttaneet koejaksoja lasien hyödyntämisestä. Nämä kokeilut tulevat yleistymään ja niiden perusteella tullaan näkemään ne parhaimmat käytännöt ja kohteet joihin älylaseja tulisi soveltaa. Näillä näkymin varsinkin pakettien keräily, toimitus, sekä paljon vaihtelua sisältävät kokoonpano- ja huoltotyöt ovat niitä kohteita. Kyseisissä työkuivissa ihminen tarvitsee paljon tukevaa informaatiota suoriutuakseen tehokkaasti, jolloin täydennetty todellisuus on sekä hyödyllistä, että kustannustehokasta. Monissa valmistavan teollisuuden tehtävissä älylaseja voitaisiin myös kohtuullisen helposti hyödyntää perehdytyksessä ja koulutuksessa. Yksi tapa olisi lukea eri työpisteiltä niihin kiinnitettyjä QR-koodeja, jotka avaavat opastusvideota tai ohjelmia, jotka pyytävät käyttäjää tekemään työtä vaiheittain.

AugmentedReality.org -järjestön vuosittainen markkinaraportti arvioi, että älylaseja tullaan toimittamaan asiakkaille 50 - 100 miljoonaa yksikköä vuoteen 2018 mennessä ja jopa miljardi yksikköä tällä vuosikymmenellä. (AugmentedReality 2015b.) Tämä ennustus on oletus, että älylasit yleistyvät ja tulevat kuluttajan suosioon kuten älypuhelimet 2000 -luvulla.

Smart Glasses Adoption Phases - Forecast



Kuvio 17. Älylasien markkinoiden kehittymisen arvio (Augmented Reality 2015.)

Kuluttajien käyttäytymistä ja tulevia pidempiaikaisempia trendejä on kuitenkin hyvin vaikea ennustaa, joten vain aika näyttää, että saavuttavatko älylasit aikanaan yhtä suuren suosion kuin älypuhelimet. Suurimpana kompastuskivenä tällä hetkellä ainakin on kuitenkin ollut akkuteknologia, sillä sankoihin on hyvin hankala saada mahtumaan akkua, joka kestäisi enemmän kuin muutaman tunnin aktiivisessa käytössä. Joka tapauksessa älylasien tekniset ominaisuudet tulevat lähivuosien mittaan paranemaan ja tarjonta laajenemaan niin ohjelmistojen kuin tekniikankin puolelta, joka luo mahdollisuuksia vielä tuntemattomille käyttökohteille.

Selvitykseni perusteella voin päättää työni arvioon siitä, että älylasit ovat luonnollinen seuraava askel työvälineiden kehityksessä ja työympäristön digitalisaatiossa. Älylasit tulevat aluksi perinteisten apuvälineiden rinnalle ja saattavat myöhemmin jopa syrjäyttää esimerkiksi puheohjatun keräilyn. Uudesta teknologiasta hyötyvät niin työntekijät, kuin myös työnantaja ja se avaa myös mahdollisuuksia uudelle liiketoiminnalle varsinkin ohjelmiston kehityksen alalla.

Lopuksi haluan kiittää HUB logistics Oy:tä kiinnostuksesta uusiin innovaatioihin alallaan, sekä koko HUB logistics Automotiven toimiston väkeä. Erityisesti logistiikkasuunnittelijan sekä kojelauta- ja pienosakeruun tiimivetäjän avustuksella työn tavoitteita voitiin peilata käytännön työskentelyyn. Suuri kiitos myös kuuluu avovaimolleni, joka oli tukenani koko työn ajan.

Tämä tutkimustyö paljasti uuden teknologian mahdollisuuksia myös Suomen markkinoille ja toivonkin, että työn tuloksia halutaan hyödyntää lähitulevaisuudessa. Työn tuloksia voivat hyödyntää niin logistiikkasuunnittelijat, yrityksiensä johtajat, kuin myös älyläisohjelmistokehittäjät.

LÄHTEET

9to5Google 2015. Google Glass 'Enterprise Edition' is foldable, more water resistant, rugged for the workplace. Viitattu 10.6.2016. <http://9to5google.com/2015/07/21/google-glass-enterprise-edition-is-foldable-water-resistant-rugged-for-the-workplace/>

AugmentedReality 2015. Smart Glasses Market Report 2015. Viitattu 5.7.2016. <http://www.augmentedreality.org/#!/smart-glasses-report/c88h>

Aminoff A.; Kettunen O. & Hyppönen R. 2004. Varastotoiminnan benchmarking – yleiset tulokset. VTT Tuotteet ja tuotanto.

A. N. M. Karim.; H. M. Emrul Kays.; A. K. M. N. Amin. & M. H. Hasan. Improvement of Workflow and Productivity through Application of Maynard Operation Sequence Technique (MOST). International Islamic University Malaysia. Viitattu 27.6.2016. <http://iieom.org/ieom2014/pdfs/463.pdf>

BBC 2016. Google Glass sales halted but firm says kit is not dead. Viitattu 28.5.2016. <http://www.bbc.com/news/technology-30831128>

Denso ADC 2011. QR Code Essentials. Viitattu 31.8.2016. <http://www.nacs.org/LinkClick.aspx?fileticket=D1FpVAvvJuo%3D&tabid=1426&mid=4802>

Deutsche Messe. Esitysmateriaalia. Viitattu 12.7.2016. Ubimax Company Profile. <http://donar.messe.de/exhibitor/cemat/2014/H320982/ubimax-gmbh-company-profile-eng-314551.pdf>

DHL 2015. Press Release – DHL successfully tests Augmented Reality application in warehouse. Viitattu 10.5.2016. http://www.dhl.com/en/press/releases/releases_2015/logistics/dhl_successfully_tests_augmented_reality_application_in_warehouse.html

Ehrenstein, W.H.; Arnold-Schulz-Gahmen, B.E. & Jaschinski, W. Graefe's. 2005. Eye preference within the context of binocular functions. Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology.

EsLogC 2012a. Suomalainen sisälogistiikka. Viitattu 20.8.2016 http://www.eslogc.fi/images/stories/Tietokortti_ESLogC_Suomalainen_sislogistiikka.pdf

EsLogC 2012b. Tunnistus ja ICT. Viitattu 7.6.2016 http://www.eslogc.fi/images/stories/viivakoodi_hankekortti.pdf

Finto 2016. Täydennetty todellisuus. Viitattu 17.9.2016. <https://finto.fi/ysio/fi/page/p25016>

Glockner H.; Jannek K.; Mahn J. & Theis B. 2014. Augmented Reality in Logistics. Changing the way we see logistics – a DHL perspective. Troisdorf. Saksa. DHL Customer Solutions & Innovation.

Google Support 2015. Google Glass Help. Viitattu 28.5.2016 <https://support.google.com/glass/answer/3064128?hl=en>

GS1 2016. Näin pääset alkuun. Viitattu 7.6.2016 <https://www.gs1.fi/tarvitsen-viivakoodin/nain-paaset-alkuun>

Hokkanen S. & Virtanen S. Varastonhoitajan käsikirja. 2013. Kangasniemi. Sho Business Development Oy.

Hompel, M. & Schmidt, T. 2004. Warehouse Management. Berlin. Springer.

HUB logistics 2016. HUB logistics lyhyesti. Viitattu 10.5.2016. <http://www.hub.fi/index.php/fi/yri-tys/hub-logistics-lyhyesti>

Lahtinen H. & Pulli J. Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja – Etelä-Suomen logistiikkakeskusjärjestelmän kehittäminen –hanke 2009-2012. Viitattu 20.6.2016. http://www.eslogc.fi/images/stories/ESLogC_kasikirja_web.pdf

Logistiikan maailma 2016a. Pakkaaminen toimintona. Viitattu 6.5.2016 http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Pakkaaminen_toimintona

Logistiikan maailma 2016b. Toiminnanohjausjärjestelmä. Viitattu 6.5.2016. <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Toiminnanohjausj%C3%A4rjestelm%C3%A4>

Logistiikan maailma 2016c. Varastonohjausjärjestelmät. Viitattu 16.6.2016. <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Varastohallintaj%C3%A4rjestelm%C3%A4>

Logistiikan maailma 2016d. Puheohjaus. Viitattu 15.6.2016. <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Puheohjaus>

Karhunen J.; Reijo P. & Santala J. Kuljetukset ja varastointi. 2008. Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys Logy ry

Karrus K. 1998. Logistiikka. Porvoo. WSOY.

Konsultointi Arvio 2015. Laatukustannukset, eli laatuun ja laaduttomuuteen liittyvät kustannukset. Viitattu 2.6.2016 http://www.arvio.fi/artikkelit_laatukustannukset.html

Optiscan Group 2016. Puettava teknologia – Älylasit. Viitattu 18.4.2016. <http://www.optiscangroup.com/fi/en.php?k=219506>

Saaranen P.; Koltola E. & Pösö J. Liike-elämän matematiikka. 2011. Edita Prima Oy. Helsinki.

Schwerdtfeger B. Pick-by-Vision: Bringing HMD-based Augmented Reality into the Warehouse Viitattu 10.6.2016. Institut für Informatik der Technischen Universität München. <https://mediatum.ub.tum.de/doc/992985/992985.pdf>

Seiko Epson Corporation 2016. About. Viitattu 16.6.2016. <http://global.epson.com/company/>

Science made simple. Are you right or left-eyed? 2012. Viitattu 15.8.2016. http://www.sciencemadesimple.co.uk/activity-blogs/left_or_right_eyed

SupplyChain247. Wearable Technology in the Warehouse. Viitattu 8.6.2016 http://www.supplychain247.com/article/wearable_technology_in_the_warehouse

Tekniikka&Talous 2015. Lisätty todellisuus aiheuttaa yllättäviä oikeudellisia ongelmia – Katso, mihin katsot älylaseilla. Viitattu 15.6.2016 <http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/ict/lisatty-todellisuus-aiheuttaa-yllattavia-oikeudellisia-ongelmia-katso-mihin-katsot-alylaseilla-6062619>

Volkswagen 2015. Volkswagen rolls out 3D smart glasses as standard equipment. Viitattu 20.6.2016 http://www.volkswagenag.com/content/vwcorp/info_center/en/news/2015/11/3D_smart_glasses.html

Vuzix 2015a. About. Viitattu 29.5.2016. <https://www.vuzix.com/About>

Vuzix 2015b. M100 with SAKO Frames. Viitattu 5.6.2016. <http://store.vuzix.eu/M100-White-with-new-SAKO-frames>

Vuzix 2015c. M100 Smart Glasses Product Guide. Viitattu 29.6.2016 https://d2iankuf53zudv.cloudfront.net/Content/Upload/Driver_File_425PB0002_03_Product_Guide_US_Enterprise_20160404131344910.pdf

Wearable Devices 2014. Wearable Technology and Wearable Devices Everything You Need to Know. Viitattu 21.6.2016 <http://www.wearabledevices.com/what-is-a-wearable-device/>

Youtube 2015. Vision Picking at DHL – Augmented Reality in Logistics. Viitattu 10.5.2016. <https://www.youtube.com/watch?v=l8vYrAUb0BQ>

Youtube 2016. Samsung Vision Picking. Viitattu 1.8.2016. <https://www.youtube.com/watch?v=gnUK-HTn4ZA>

Yritystulkki 2015. Investoinnin laskenta. Viitattu 10.6.2016. <http://www.yritystulkki.fi/fi/alue/tredea/toimiva-yrittaja/investoinnin-laskenta/>

Zandin K.B. 2003. MOST Work Measurement Systems. CRC Press.

Liitteet

Liite 1. Älylasien ominaisuuksien vertailu

	Vuzix M100	Vuzix M300	Vuzix M3000	Moverio BT-200	Google EX
Hinta	899€ (alv. 0)	1391€ (alv.0) Tuotanto alkaa kesällä 2016 ja vain ennakkotilauksia otetaan vastaan	Tuotanto alkaa syksyllä 2016. Hinta ei vielä tiedossa.	587,90€ (alv.0)	Ei tuotannossa. Hinta oli noin 1500 USD
Akku	550mAh integroitu akku ja 3800mh ulkoinen akku. Integroitu akku kestää 1-2h normaalilla käytöllä ja ulkoinen n. 5 kertaa pidempään	100mAh integroitu akku ja mahdollisuus 5000mha ulkoiseen akkuun. Kesto 2-12h	100mAh integroitu akku (pikavaihdolla) ja 5000mha ulkoinen akku. Kesto 2-12h	2720 mAh erillinen akku. Kesto videotilassa noin 6h valmistajan mukaan	570mAh integroitu akku. Saavilla lisäakustoa kolmansilta toimittajilta.
Näyttö	Näyttöpäätte	nHD näyttöpäätte	DLP -projekti-onäyttö	Kaksipuolinen LCD projekti-onäyttö	Prismalle heijastettu projekti-onäyttö
Hallinnointi	4 painiketta, liikkeentunnistus	2 –akselinen kosketuspinta, 4 painiketta		Erillisellä ohjausyksikön kosketuspinnalla ja painikkeilla	3 painiketta, 4-akselinen kosketuspinta
Ääniohjaus	✓	✓	✓		✓
Kamera	5MP	13MP	13MP	VGA	5MP

(jatkuu)

Taulukko. Älylasien ominaisuuksien vertailu (jatkuu).

	Vuzix M100	Vuzix M300	Vuzix M3000	Moverio BT-200	Google EX
Sopivuus eri sankoihin	Valmistajan omat sangat (suojalasit tai normaalit lasit), joiden linssit voidaan tilata vahvuuksilla. Voidaan käyttää myös silmälasien päällä pääpannan avulla	Voidaan asentaa kypärän tai silmälasien päälle	Voidaan asentaa kypärän tai silmälasien päälle	Voidaan pitää henkilökohtaisten silmälasien päällä tai tilata linssit erikseen linssikehykseen	Valmistajan omat sangat joihin pystyi tilaamaan linssit vahvuuksilla
Muuta	Yrityskäyttöön	Pölyn, veden ja lian kestävä.	Pölyn, veden ja lian kestävä.	Enimmäkseen viihdekäyttöön	Kuvan ottaminen silmänräpäytyksellä, herätys lepotilasta päätä heilauttamalla

Liite 2. Älylasien soveltavuuden valinta

Älylasien pilotoinnin työtehtävän valinta

Potentiaalinen työtehtävä	Kriteerit				Yhteensä
	Työn helpottaminen	Työajan säästö	Työturvallisuus&ergonomia	Virheiden ehkäisy	
	20 %	55 %	15 %	10 %	
Synkro-osien keruu	4	4	1	3	3,45
Miniloadin jakelu	4	4	1	2	3,35
Laputus, hyllytys, vastaanottotarkastus	3	3	4	3	3,15
Tavaran vastaanotto	4	3	0	4	2,85
Pienosakeruut	2	2	2	0	1,8
Trukkijakelu	1	1	1	2	1,1
Vaunujakelu	1	1	1	1	1

Potentiaalinen työtehtävä	Kriteerit				Yhteensä
	Työn helpottaminen	Työajan säästö	Työturvallisuus&ergonomia	Virheiden ehkäisy	
	20 %	55 %	15 %	10 %	
Synkro-osien keruu	4	4	1	3	3,45
Miniloadin jakelu	4	4	1	2	3,35
Laputus, hyllytys, vastaanottotarkastus	3	3	4	3	3,15
Tavaran vastaanotto	4	3	0	4	2,85
Pienosakeruut	2	2	2	0	1,8
Trukkijakelu	1	1	1	2	1,1
Vaunujakelu	1	1	1	1	1

Kommentit: Paperiset keruulistat voidaan korvata

Kommentit: lasit pystyvät näyttämään oikean käyttöpaikan ja optimoidun reitin, oikean hyllypaikana hakuun

Kommentit: Vähentää merkittävästi ylimääräistä kävelyä lattialla

Kommentit: Puheohjaukseen verrattuna ei auta, viivakoodeja ei saada kaikkiin osiin

Kommentit: Purkuohjeet voidaan lisätä, erikoispurkuohjeita voidaan lisätä,

Kommentit: Ei auta paljoa verrattuna puheohjaukseen

Kommentit: Luo enemmän vaaraa kun käsitellään raskaita koneita

Kommentit: Hyllypaikan osoittaminen ja tarkastaminen

Liite 3. Esimerkki keräilyprosessista älylaseilla

