

Sami Pieviläinen

ÄÄNIOHJAUS JA LISÄTTY TODELLISUUS VARASTOKERÄILYSSÄ

Opinnäytetyö
Logistiikan koulutusohjelma

Huhtikuu 2016



KYAMK
University of Applied Sciences

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Sami Pieviläinen	Insinööri	Huhtikuu 2016
Opinnäytetyön nimi		
Ääniohjaus ja lisätty todellisuus varastokeräilyssä		29 sivua
Toimeksiantaja		
Kymenlaakson ammattikorkeakoulu		
Ohjaaja		
Lehtori Olli Huuskonen		
Tiivistelmä		
<p>Tässä opinnäytetyössä tutustutaan varastotoimintoihin yleisesti ja tarkastellaan varastotoiminnoista tarkemmin ääniohjattua keräilyä sekä lisätyn todellisuuden käyttöä varastokeräilyssä. Opinnäytetyössä myös luodaan katsaus menetelmien historiaan sekä tuodaan esille menetelmien etuja ja haittapuolia työvaltaisessa varastokeräilyssä. Koska työ on kokonaan teoreettinen, menetelmiin perehdyttiin suomen- ja englanninkielisten painettujen lähteiden, sekä verkkomateriaalien avulla.</p> <p>Johtopäätöksenä todetaan ääniohjauksen varastokeräilyssä olevan varsin suosittu. Se on yleisesti käytössä maailmanlaajuisesti ja siitä noin 20 vuoden aikana saadut kokemukset osoittavat varsin selvästi menetelmän tuovan etua niin itse työn suorittamiseen kuin sitä käyttävän yrityksen talouteen.</p> <p>Lisätty todellisuus varastokeräilyssä sitä vastoin on varsin uusi konsepti ja päivittäiskäytössä vielä harvinaisuus. Kuten monissa muissakin uusissa tekniikoissa ja menetelmissä, alku on yleensä hankala ja vaatii rohkeita päätöksiä, jotta saadaan lisäkokemuksia ja tuotekehitys pääsee kunnolla vauhtiin. Menetelmästä saadut hyödyt ovat teoriassa samankaltaisia kuin ääniohjausta käytettäessä, mutta pitkäaikaisesta päivittäiskäytöstä saatavat tulokset vielä puuttuvat, koska lisättyä todellisuutta käyttää varastokeräilyssä vasta yksi yritys maailmassa.</p> <p>On kuitenkin varsin selvää, että lisätty todellisuus on tulevaisuuden uusi suuntaus niin logistiikassa kuin muillakin toimialoilla. Mitä aiemmin yritys hyppää kehitykseen mukaan, sitä varmemmin se asemoi oman paikkansa toimialansa tulevaisuuden kärkitoimijana.</p>		
Asiasanat		
varastokeräily, ääniohjattu keräily, lisätty todellisuus, lisätty todellisuus varastokeräilyssä		

Author (authors) Sami Pieviläinen	Degree Bachelor of Engineering	Time April 2016
Thesis Title Voice Direction and Augmented Reality in Warehouse Picking 29 pages		
Commissioned by Kymenlaakso University of Applied Sciences		
Supervisor Olli Huuskonen, Senior Lecturer		
Abstract <p>This thesis deals with warehouse operations in general and particularly the process of warehouse picking. It studies the usage of voice guidance and augmented reality in warehouse picking, also providing an overview on the history of these picking techniques and the advantages and disadvantages of these techniques in labor-intensive warehouse picking.</p> <p>As sources of this thesis, both English and Finnish printed materials as well as online documents and white papers were used.</p> <p>Voice-guided picking has been used in warehouses over 20 years and is vastly popular all around the world. It clearly demonstrates direct benefits not only to the work process of the picking itself, but also financially to companies using these picking techniques. Augmented reality, in turn, is a fairly new technique in warehouse picking and a rarity in daily use. As with any new technique or process, the beginning is always rough and it takes a lot of brave decisions to get more using experiences and to get the product development going in full scale. In theory, the benefits of using augmented reality in warehouse picking are similar to use of voice-guided picking, but the results of long-term use are still unknown because at the moment the technique is being used by only one company in the world.</p> <p>Nevertheless, the augmented reality is evidently the most prominent technique of the future of logistics and other industries. The earlier companies adopt the technique, the more likely they cement their place in the forefront of their industry in the future.</p>		
Keywords warehouse picking, voice-directed picking, augmented reality, augmented reality picking		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	MENETELMÄT JA TEOREETTINEN VIITEKEHYS	6
3	VARASTONHALLINTAJÄRJESTELMÄ (WMS)	7
4	VARASTOINTI JA VARASTOTOIMINNOT	8
4.1	Varastoinnin määritelmä	9
4.2	Varastotoiminnot	9
4.2.1	Tavaran vastaanotto	10
4.2.2	Tavaran tarkastus	10
4.2.3	Hyllytys	10
4.2.4	Keräily	11
4.2.5	Tavaran pakkaaminen ja lähetys	12
4.2.6	Varaston inventointi	12
5	ÄÄNIOHJAUS VARASTOKERÄILYSSÄ	13
5.1	Historia ja nykytila	13
5.2	Ääniohjattu keräily	14
5.3	Mietittävää ennen hankintaa	17
6	LISÄTTY TODELLISUUS VARASTOKERÄILYSSÄ	18
6.1	Lisätty todellisuus - Augmented Reality (AR)	18
6.2	Historia, nykytila ja tulevaisuus	18
6.3	Visuaalisesti ohjattu keräily	20
6.4	Vertailu AR – tekniikan hyödyistä suhteessa ääniohjauksen hyötyihin	22
6.5	AR – keräilyjärjestelmän mietinnän kohteita	24
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	24
	LÄHTEET	26

1 JOHDANTO

Kuluttajan ja tavarantoimittajan kasvavat odotukset tilaustoimitusten nopeudesta ja oikeellisuudesta haastavat jakelukeskukset ja muut tavarantoimittajat kehittämään toimintojaan yhä kiihtyvällä tahdilla. Puheohjaus on keräilynopeutumisen ja keräilytarkkuuden parantumisen osalta vastannut tähän haasteeseen. Puheohjauksesta saatavat hyödyt suhteessa aiempiin tekniikoihin, esimerkiksi paperilistalta keräilyyn, ovat merkittävät, ja ne tulisi jokaisen päätöksiä varastotyössä tekevän huomioida.

Lisätty todellisuus, englanniksi Augmented Reality (AR), on nykyään kuluttajien sekä eri alojen ammattilaisten hyödynnettävissä monilla toimialoilla. Esimerkiksi viihde- ja matkapuhelinteollisuus tuottavat palveluja, joissa kuluttajat käyttävät lisättyä todellisuutta apuna. Esimerkiksi yksityiskotien sisustussuunnittelu on helpompaa eri mobiililaitteille saatavien sovellusten avulla, ja turistit ympäri maailmaa löytävät matkakohteissaan helposti nähtävyyksien luo ja saavat niistä enemmän irti, vaikka omaa kieltä puhuvaa opasta ei aina olekaan saatavilla.

Seuraava logistiikan suuri uusi suuntaus on lisätyn todellisuuden käyttö. 12.1.2016 saksalainen, pääasiassa yrityksille IT-palveluja tuottava Bechtle AG otti logistiikkakeskuksessaan Neckarsulmissa ensimmäisenä maailmassa käyttöön lisättyä todellisuutta hyödyntävät lasit, ns. älylasit varastokeräilyprosessissaan. (Bechtle AG 2016)

Laittevalmistajat ovat kehittäneet laitteita ja sovelluksia, joilla varastokeräilyä tekevä työntekijä saa tarvittavat keräystiedot päässään oleviin älylaseihin. Näin suoritettava keräily on helpompaa, nopeampaa ja virheettömämpää ja jättää keräilijän kätet vapaaksi esimerkiksi trukin ajoon tai pakkausten käsittelemiseen.

Maailman talouden ollessa kuopassa ja yritysten yhä enenemässä määrin pyrkiessä globalisoitumaan kustannussäästöjä etsitään kaikkialta. Toimitusketjuja pyritään hiomaan äärimmilleen ja säästöjä saamaan kaikilta osa-alueilta.

Turun kauppakorkeakoulun vuonna 2014 julkaiseman logistiikkaselvityksen mukaan teollisuuden ja kaupan logistiikkakustannukset olivat vuonna 2013 keskimäärin 13,4 % liikevaihdosta. Yritysten logistiikkakustannuksista noin 20 % koostuu varastotoiminnoista ja varastotoimintojen kuluista noin 55 % on keräilyn aiheuttamia kustannuksia. (Solakivi et al. 2014.) Keräilyn ollessa suurin yksittäinen kulun aiheuttaja varastotoiminnoissa, on selvää, että jokainen yritys on valmis kartoittamaan ja kokeilemaan uusia järjestelmiä tai menetelmiä, joilla tätä kulurakennetta saisi muutettua.

2 MENETELMÄT JA TEOREETTINEN VIITEKEHYS

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Kymenlaakson ammattikorkeakoulu ja työ tarkastelee kahta erilaista varastokeräilymenetelmää: Ääniohjattua keräilyä (Voice-directed picking) ja visuaalisesti ohjattua keräilyä (Pick-by vision), missä työohjeita saadaan älylaseihin lisätyn todellisuuden (Augmented Reality) avulla. Opinnäytetyö on teoreettinen, koska varsinaista tutkimusongelmaa ei ollut. Opinnäytetyössä saadaan kuva kuinka menetelmät toimivat ja pyritään myös valottamaan menetelmien historiaa, sekä tuomaan esille menetelmien mahdollisia etuja ja haittaoja työvaltaisessa varastokeräilyssä. Tarkasteltavia menetelmiä vertaillaan aiempiin tekniikoihin kuten paperilistalta keräily ja radiopääteskannaus, sekä miten tekniikat eroavat toisistaan.

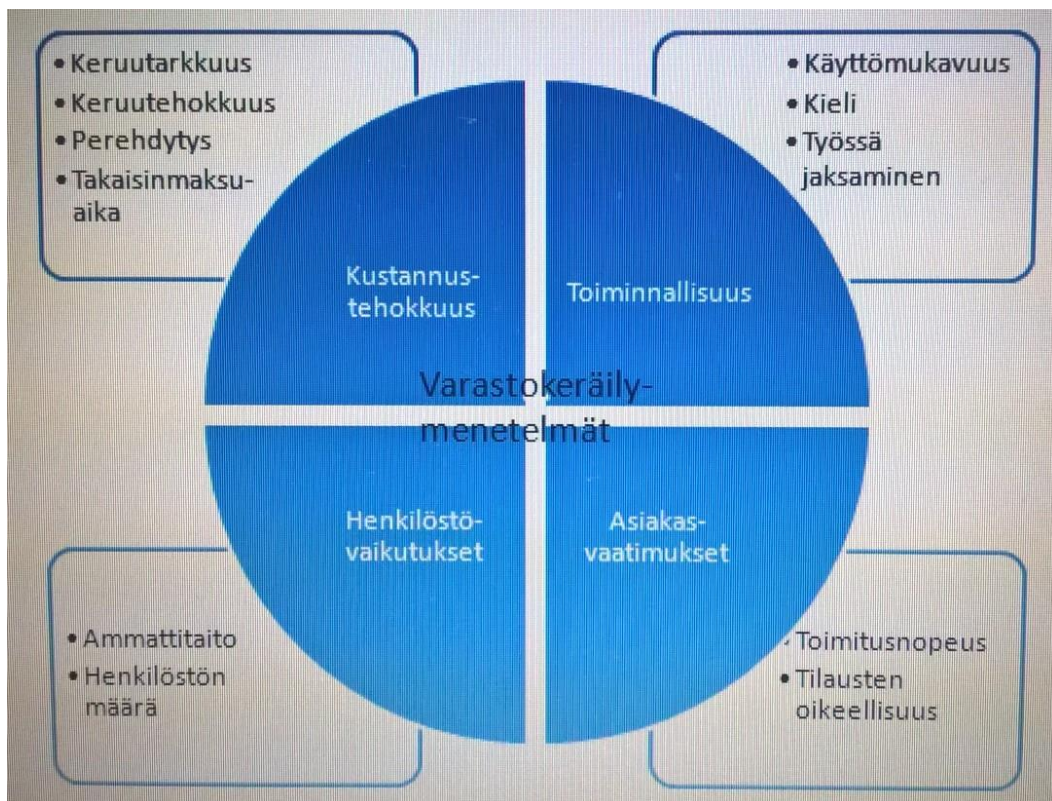
Opinnäytetyön toteutuksessa käytettiin suomen- ja englanninkielisiä painettuja lähteitä, sekä verkkojulkaisuja ja valkoisia papereita. Ääniohjauksen osalta molempia lähdetyppejä löytyi varsin helposti. Visuaalisesta älylasikeräilystä ei ole painettuja lähteitä, koska tekniikka on vielä varsin uusi, ja kaikki tieto on saatu erilaisista verkkojulkaisuista viime vuosilta.

Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys on esitetty kuvallisesti (kuva 1). Siinä on esitettyä aihealueet, joiden pohjalta keräilymenetelmiä lähdettiin tarkastelemaan neljän perusajatuksen ohjaamana.

Työssä käydään läpi varastointi ja yleisimmät varaston prosessit, sekä tarkastellaan varastohallintajärjestelmää yleisesti. Opinnäytetyön

ulkopuolelle jätettiin varastohallintajärjestelmän ja keruujärjestelmien hankinnan kustannukset, koska ne ovat riippuvaisia yrityksen toiminnan laajuudesta ja tuotannon prosesseista ja näin ollen kustannusarvion tekemistä ei katsottu järkeväksi.

Työn ulkopuolelle jätettiin myös keruujärjestelmien syväluotaavat tekniset tarkastelut, koska tekniikoiden täydellinen ymmärtäminen vaatii elektroniikan ja tietotekniikan erityistaitoja.



Kuva 1. Kuvassa hahmoteltuna opinnäytetyön teoreettinen viitekehys.

3 VARASTONHALLINTAJÄRJESTELMÄ (WMS)

Kilpailu kiristyy koko ajan ja varaston asiakkaat muuttuvat valveutuneemmiksi vaatien tarkempaa, nopeampaa ja turvampaa tiedonsiirtoa. Yritykset tarvitsevat informaatioteknologian työkaluja liiketoimintansa tueksi saadakseen varastotoimintoihinsa valvontaa, luotettavuutta, nopeutta ja joustavuutta. Myös yritysten myynti-, markkinointi- ja talousosastot haluavat ajantasaista tietoa. Kilpaillakseen tehokkaasti yritys tarvitsee reaaliaikaisen varastohallintajärjestelmän. (Richards 2014, 180, 189.)

Yleisimpiä syitä investoida varastohallintajärjestelmään ovat asiakaspalvelun parantaminen ja resurssien mahdollisimman tarkka hyödyntäminen.

Tyypillisimpiä varastohallintajärjestelmän ohjeistamia toimintoja ovat:

1. tavaran vastaanotto,
2. hyllytys
3. tuotteiden varaaminen ja keräily
4. toimituksen varmennus
5. inventaario (Muehlbauer)

Valittaessa oikeanlaista varastohallintajärjestelmää, on ensin täysin ymmärrettävä yrityksen tarpeet ja liiketoiminnan keskeiset vaatimukset, ei ainoastaan tällä hetkellä, mutta myös tulevaisuudessa. Jotta varastohallintajärjestelmän hankinta ja käyttöönotto voidaan tehdä onnistuneesti, on vastuullisen projektiryhmän

- valmistauduttava, sekä varmistettava, että projektiin on varattu riittävästi aikaa ja resursseja
- oikaista tuotantoprosessit ennen järjestelmän käyttöönottoa
- asetettava pohjataso, mihin järjestelmän tuomia hyötyjä on mahdollista verrata
- varmistettava, että projektiin osallistuu henkilöstöä läpi organisaation, sekä ylempää johtoa, että varaston henkilöstöä
- varmistettava, että järjestelmän toimittaja on paras mahdollinen yrityksen tarpeisiin
- pidettävä huolta, että henkilökunnan perehdytys uuden järjestelmän suhteen on asianmukaista ja riittävää

Ryhdyttäessä varastohallintajärjestelmä-projektiin on oltava täysin varma, että muutoksella tullaan saamaan aikaan huomattavia liiketoimintahyötyjä. Varaston tehokkuus on avain asemassa toimitusketjun laadukkaaseen hallintaan ja teknologia voi olla sen mahdollistaja. (Richards 2014, 202.)

4 VARASTOINTI JA VARASTOTOIMINNOT

Tässä osiossa tarkastellaan varastointia yleisesti, sekä käydään läpi varastoinnin yleisimmät perustoiminnot.

4.1 Varastoinnin määritelmä

Suomen kielessä sanalla varasto voidaan tarkoittaa joko talousopin mukaista vaihto-omaisuuden materiaaliosuutta tai teknisessä mielessä fyysistä tilaa, jossa kyseistä materiaalia säilytetään. Varastoksi voidaan katsoa miltei mikä hyvänsä paikka, jossa tavara seisoo milloin mistäkin syystä, lyhyemmän tai pidemmän aikaa. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 140.)

Varastoon liittyviä toimintoja on löydettävissä lähes kaikista tuotannollisista sekä kaupallisista toiminnoista. Myös palveluliiketoiminta tarvitsee onnistuakseen varastoja. Usein yritykset ovat ulkoistaneet osan varastoistaan yritykselle, joka toimii omalla ydinalueellaan, varastona. (Hokkanen & Virtanen 2012, 9)

Aiemmin varastojen ajateltiin olevan kustannuskeskittyviä ja paikkoja, jotka harvoin tuottivat lisäarvoa. Tuotannon siirtyminen Kaukoitään, verkkokaupan kasvu ja kuluttajien lisääntyvät vaatimukset toimituksissa ovat muuttaneet varastotoimintoja, ja nykyään varastot nähdään elintärkeinä osina toimitusketjua. (Richards 2014, 5.)

4.2 Varastotoiminnot

Varaston työt liittyvät pääsääntöisesti tavaran vastaanottoon, hyllytykseen, keräilyyn, pakkaamiseen, lähettämiseen ja inventointiin. Näiden toimintojen lisäksi varastossa olevia koneita ja laitteita huolletaan, pidetään yllä siisteyttä ja järjestystä sekä pidetään huolta, että ositepaikkajärjestelmä on ajan tasalla. (Hokkanen & Virtanen 2012, 34.)

Varastotoimintojen yhteydessä mainitaan usein mahdollisuutena lisäarvopalvelujen tuottaminen. Lisäarvopalveluilla tarkoitetaan toimintaa, jossa esimerkiksi rengaslähetysten yhteydessä on sovittu renkaiden asettamisesta vanteelle ennen lähetystä. Metallituotteiden osalta vastaava lisäarvopalvelu voisi sisältää esimerkiksi sahauspalvelun, jossa lähetettävä terästanko katkaistaan asiakkaan toivomiin mittoihin ennen lähetystä. (Hokkanen & Virtanen 2012, 35.)

4.2.1 Tavarin vastaanotto

Onnistunut tavarin vastaanotto ja säilytys luovat perustan varaston tehokkaalle toiminnalle. Varastonhoitaja pystyy vaikuttamaan tähän tehokkuuteen hallitsemalla vastaanoton ja säilytykseen liittyvät rutiinit. Vastaanoton henkilökunnan pitää pystyä tunnistamaan, millaisia erityispiirteitä saapuviin sekä varastoitaviin tuotteisiin liittyy. On tärkeää tunnistaa eri tuotteiden vaatimat säilytykseen liittyvät erityisominaisuudet, kuten esimerkiksi paino, säilyvyys ja pinottavuus. (Hokkanen & Virtanen 2012, 15.)

Saapuvista lähetyksistä on hyvä saada ennakkotiedot, jotta tiedetään varata sopiva henkilö, ja tila kuorman purkamiseen. Saapuvien tuotteiden osalta on tavanomaista, että tapahtuu niin sanottuja rutiinitäydennyksiä, jotka tulevat ennalta määriteltynä ajankohtina. Toimitusten poikkeavuuksista ilmoitetaan, ja kapasiteetti voidaan sovittaa vastaamaan saapuvien lähetysten määrää. (Hokkanen & Virtanen 2012, 28.)

4.2.2 Tavarin tarkastus

Kun tavarat on purettu, tehdään päätös siitä, tarkastetaanko tavarat ennen hyllytystä vai ei. Mikäli tavarin toimittaja ei ole ehdottoman luotettava, on jonkin asteinen tarkastus paikallaan. Tämä voi olla satunnaistarkastus koko erän tarkastuksen sijaan. Toisinaan voi riittää pelkkä lavamäärän tarkistus. Luonnollisesti, mitä arvokkaammasta tavarasta on kysymys, sitä tarkemmin se on syytä tarkastaa erän saapuesssa varastoon. (Richards 2014, 70–71.)

Tarkastus voidaan tehdä manuaalisesti lähetyslistan avulla tai esimerkiksi viivakoodilukijan avulla, mutta eniten säästyy aikaa, jos käytössä on varastohallintajärjestelmän kanssa reaaliajassa kommunikoiva RFID – järjestelmä (Radio Frequency Identification). (Richards 2014, 72.)

4.2.3 Hyllytys

Monet tämän päivän varastohallintajärjestelmistä varaavat saapuvalla tavaralle hylly- tai varastopaikan ennalta, kun tavara on saapumassa, ja ohjeistavat hyllyttäjää, mihin tavarat tulee laittaa. Mikäli tällaista järjestelmää ei ole käytössä, voidaan käyttää sattumanvaraista hyllytystä, missä tuotteet laitetaan vapaisiin hyllyihin miettimättä enempää paikan edullisuutta keräilijän tai lähetysten näkökulmasta. Toinen vaihtoehto on käyttää tuotevarausta

hyllytyksessä, missä tietyt hyllyt on varattu tietyille tuotteille. Täytyy myös muistaa, että esimerkiksi vaaralliset tuotteet tarvitsevat erityisen varastoalueen ja arvotavara varastoidaan mahdollisesti lukittavaan tilaan. (Richards 2014, 75.)

4.2.4 Keräily

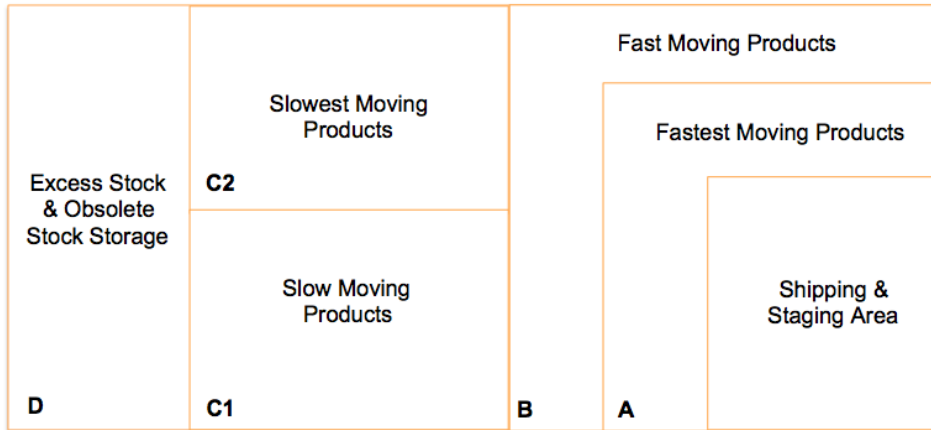
Yksi kaikkia varastoja yhdistävä tekijä on, että varastossa suoritetaan keräilyä. Keräily on varaston työvaltaisimpia tehtäviä, ja suurin osa henkilövaltaisesta työpanoksesta kohdentuu keräilyssä suoritettaviin tehtäviin. Keräily jaetaan nykyisin staattiseen ja dynaamiseen sen mukaisesti, kuljetetaanko tavara esimerkiksi automaattisesti keräilijän luokse vai kulkeeko keräilijä perinteisesti hyllypaikalle poimimaan tavaran. (Hokkanen & Virtanen 2012, 34.) Sama toiminta on havaittavissa kaupoissa, joissa ostoslistalla varustautuneet asiakkaat kiertelevät hyllyjen välissä ja keräävät ennalta suunnittelemansa listan mukaan tuotteita ostettavaksi. (Hokkanen & Virtanen 2012, 35.)

Jotta keräilystä saadaan mahdollisimman kustannustehokasta, pitää tuntea tuotteet ja ymmärtää niiden menekki, jotta tuotteet voidaan sijoittaa otollisimpiin paikkoihin keräilyn kannalta. Tuotteiden oikea sijoittelu vähentää kerääjän työtaakkaa ja johtaa keräilyaikojen vähenemiseen, tuottavampaan tekemiseen ja edelleen väheneviin kokonaiskustannuksiin. (Richards 2014, 93.)

ABC-analyysissä arvioidaan, mikä tuote on yrityksen toiminnalle tärkeä, mikä tuottaa eniten, minkä vaihtuvuus on suuri ja mitä ilman yritys ei tule toimeen. Tärkein tuote ei aina ole arvokkaan-rahallinen arvo ei siis ratkaise kaikkea. ABC-analyysi perustuu niin sanottuun 20/80-sääntöön:

- 20 % nimikkeistä vastaa 80 % myynnistä
- 80 % varaston arvosta sitoutuu 20 %:iin varastoitavista nimikkeistä

Analyysi vaikuttaa varastopaikan valintaan. Volyymituotteet (usein haettavat, suurina määrinä toimitettavat) kannattaa sijoittaa lähelle ovea tai muuhun keräilyn ja lähettämisen kannalta helppoon paikkaan. Harvemmin käytettävät pannaan kauemmas ovelta ja päivittäin tarvittavasta keräilyhyllystä. (Kuva 1.) (Ståhl. S. 2014, 63.)



Kuva 1. Esimerkki ABC-analyysin pohjalta tehdystä varastojärjestyksestä. (Eazystock 2015.)

Shipping and staging area = lähetysalue

A alue - fastest moving products = nopeimmin liikkuvat tuotteet

B alue – fast moving products = nopeasti liikkuvat tuotteet

C1 alue – slow moving products = hitaasti liikkuvat tuotteet

C2 alue – slowest moving products = hitaimmin liikkuvat tuotteet

D alue – excess stock and obsolete stock storage = ylijäämän ja vanhentuneiden tuotteiden varasto

4.2.5 Tavarankäsitteily ja lähetys

Oleellinen osa tuotteen pakkaamisesta on sen osoittaminen. Varsinkin päivittäistavarat liikkuvat usein monien välikäsien kautta. Mitä huonommin lähetys on osoitettu, sitä suurempi riski sillä on kadota. (Hokkanen & Virtanen. 2012. 41)

Lähetysprosessi on hallittava tarkasti ja sovitettava useimpien muiden varaston toimintojen kanssa. Esimerkiksi, jos vastaanotto ja lähetys tapahtuvat samoista ovista, on päivittäinen aikataulu tehtävä sellaiseksi, että työvoima ja työvälineiden käyttö on mahdollisimman optimoitu ja vältetään ruuhkien syntymistä. (Richards 2014, 183)

4.2.6 Varaston inventointi

Varaston perustoimintoihin kuuluu tarve pystyä vastaamaan kysymykseen varastossa olevien tuotteiden määrästä ja kunnosta. Inventaariossa tuotteet tunnistetaan ja lasketaan. (Hokkanen & Virtanen 2012, 67.)

Inventointia voidaan tehdä useilla eri tavoilla:

- vuosi-inventointi - tehdään kerran vuodessa

- jatkuva inventointi – poistaa tarpeen tehdä vuosi-inventointi, mikäli virheitä on ollut erittäin vähän
- osa-inventointi – inventointi jaetaan eri ajankohtiin, esimerkiksi peräkkäisille viikoille
- risti-inventointi- kaksi eri inventoijaa tekee inventoinnin (laskevat samat tuotteet) ja tarkastavat sitten toistensa työn
- nolla-inventointi – tehdään aina kun tavaran saldo on nolla, joko kirjanpidossa tai hyllyssä ei ole yhtään tavaraa

Inventointi kertoo myös sen, millaista hävikkiä varastossa tapahtuu. Sen kummemmin syyllistä etsimättä ja syyllistämättä voidaan selvittää, miksi hävikkiä on tullut ja sen saa minimoitua. (Ståhl S. 2014, 64.)

5 ÄÄNIOHJAUS VARASTOKERÄILYSSÄ

Osiossa paneudutaan ääniohjatun varastokeräilyn historiaan ja nykytilaan, sekä perehdytään ääniohjattuun keräilyprosessiin. Osiossa myös käydään läpi järjestelmän hyötyjä, sekä mahdollisia haittoja.

5.1 Historia ja nykytila

Ääniohjaus otettiin ensimmäisenä käyttöön noin 20 vuotta sitten kylmävarastoissa, missä pakkasen ja hanskojen käytön takia skannaaminen tai paperilistalta kerääminen oli erittäin hankalaa. (Richards 2014, 140.) Ääniohjauksen käyttö varastokeräilyssä on ollut suomalaisyrityksissä arkipäivää 2000-luvun puolivälistä lähtien. Vuonna 2004 suomalainen Viivakoodi Optiscan Oy aloitti ensimmäisenä kotimaisena yrityksenä puheohjausjärjestelmien markkinoinnin Suomessa. Ensimmäinen järjestelmä toimitettiin Tuko Logistics:lle keväällä 2005. Muualla Euroopassa ja Yhdysvalloissa tekniikka on ollut käytössä varastotyössä jo 90-luvulta lähtien ja näyttää vahvasti siltä, että suuremmissa yrityksissä ääniohjaus on monien hyötyjensä ansiosta syrjäyttämässä aiempia tekniikoita yhä enemmän (Lehtinen et al.2005.)

Kesällä 2015 Pohjois-Amerikassa ja Euroopassa tehty kysely osoitti, että suuret, vähintään 500 henkilöä maailmanlaajuisesti työllistävät jakelukeskustoimijat, ovat siirtymässä yhä enemmän erilaisten mobiilitekniikoiden ja puheohjauksen käyttöön. Suuren monikansallisen sensortekniikan valmistajan Honeywell:n YouGov:lta tilaamassa tutkimuksessa vastaajista noin 85 % kertoi siirtyvänsä ääniohjaukseen

seuraavan viiden vuoden sisällä. Vastaajina oli 256 suurten jakelukeskusten operatiivista ja IT-johtohenkilöä Yhdysvalloista, Iso-Britanniasta, Saksasta ja Ranskasta. (Krantz. 2015.)

5.2 Ääniohjattu keräily

Yritykset ovat huomanneet, että ääniohjatut varastoratkaisut voivat parantaa toimintoja ja vähentää kuluja toimitusketjusta. Ääniohjatun keräilyn kautta on mahdollista nostaa työn tehokkuutta ja tuottavuutta perinteisempiin keräilymenetelmiin verrattaessa. (Miller 2004.)

Ääniohjatussa keräilyssä puhutut keräilyohjeet tulevat operaattorin päässään pitämään mikrofoni-kuuloke-yhdistelmään. Mikrofonin kautta operaattori puhuu takaisin varastonhallintajärjestelmälle vyöllä kannettavan langattoman tietokonepäätteen avulla. (Jones 2007)

Kun operaattori on kirjautunut sisään äänikeruulaitteeseen, järjestelmä ohjaa operaattorin ensimmäiselle keruupaikalle. Operaattori varmentaa oikean keruupaikan puhumalla järjestelmälle yksilöidyn tarkastusnumeron, mikä löytyy jokaiselta keruupaikalta. Mikäli operaattorin kertoma tarkastusnumero on väärä, järjestelmä kertoo operaattorin olevan väärässä paikassa. Kun numero on oikea, kertoo järjestelmä kerättävän määrän, minkä operaattori varmistaa kerättyään tuotteet. Tämän jälkeen järjestelmä ohjaa operaattorin seuraavalle keruupaikalle. Mikäli operaattori unohtaa tai ei kuullut ohjeistusta, järjestelmä toistaa pyydettyä edellisen käskyn. Kun kaikki tarvittavat tuotteet on kerätty, operaattori kuittaa työn tehdyksi valmis-komennolla ja voi siirtyä seuraavaan työriviin. (Miller 2004)

Hyödyt

Ääniohjauksen käytöstä on saatavissa useita hyötyjä verrattuna esimerkiksi perinteisempään paperilistalta keräilyyn tai radiopääteskannaukseen. Seuraavassa on listattuna joitakin tekniikasta saatavia hyötyjä.

Keräilytarkkuuden paraneminen

Keräilyn aikana operaattori varmentaa oikean keräilypaikan järjestelmälle kertomalla niin sanotun tarkastus numeron ja vasta sen jälkeen järjestelmä kertoo kerättävän määrän. Tällä varmistetaan, ettei keruun aikana kerätä tilaukseen kuulumattomia tuotteita. Näin operaattori pysyy keskittyneenä ja kykenee keräämään tarkemmin ja tuottavammin. (Miller 2004)

Kustannusten aleneminen

Keruuvirheiden vähenemisen ansiosta asiakas palautukset vähenevät. Yrityksillä, missä on suuret keruuvolyymit ja tuhansia varastonimikkeitä, palautukset muodostavat suuren kuluerän. (Miller 2004)

Esimerkiksi varastossa, missä kerätään puoli miljoonaa riviä viikossa keräilytarkkuudella 99,8 prosenttia tuottaa 52 000 keruuvirhettä vuodessa. Keräilytarkkuuden nostaminen 99,96 prosenttiin, vähentää virheitä vuositasonalla 41 600. Mikäli hyväksytään keruuvirheen kustannukseksi noin 25 £(n.31 €), saadaan säästöksi 1 040 000 £(n.1,3 m €) vuodessa. (Richards 2014, 140.)

Helpompi perehdytys

Ääniohjausta käyttävät yritykset ovat saaneet vaikuttavia tuloksia uuden työvoiman koulutuksessa. Useimmissa tapauksissa järjestelmän käytön sisäistää päivässä ja ammattitaitoiseksi käyttäjäksi oppii noin viikossa. (Richards 2014, 145)

Kielimuuri katoaa

Ääniohjausjärjestelmä voi tarjota rajapintoja useilla eri kielillä samanaikaisesti. Operaattorin tarvitsee vain tunnistautua itsensä järjestelmään. (Flanders 2002)

Lyhyt takaisinmaksuaika

Toimitusketjuohjelmistoihin ja varastonhallintajärjestelmiin erikoistuneen Business Computer Projects Ltd:n asiantuntija Chris Passin mukaan oletettu ääniohjausjärjestelmän takaisinmaksuaika vaihtelee eri yritysten välillä riippuen

- nykyisestä keruutarkkuudesta ja prosessin parannuspotentiaalista
- tämänhetkisestä keruumenetelmästä – paperilta keruu vai skannaus
- tarkastetaanko tilaukset ennen lähettämistä
- kuinka monessa vuorossa keruuta tehdään
- nykyisen radiotaajuus infrastruktuurin tasosta
- tukeeko nykyinen järjestelmä ääniohjusta (Pass 2015.)

Pass toteaa kirjoittamassaan valkoisessa paperissa näin: ”Yritykselle, jossa keruuta tehdään useammassa kuin yhdessä vuorossa, keruumenetelmän vaihtamiskustannukset paperilista keräilystä ääniohjattuun keräilyyn voidaan saada takaisin kuuden kuukauden sisällä. Yritykselle, missä keruuta tehdään

yhdessä vuorossa, realistisempi tavoite takaisinmaksulle on vuosi.” (Pass 2015.)

Työturvallisuus

Kerättäessä trukeilla ääniohjatusti operaattori voi keskittyä täysin laitteen ajamiseen ja välttää huomion herpaantumisesta johtuvat törmäykset, koska hänen ei tarvitse ajon aikana lukea näyttöä tai paperia. Tämä korostuu varsinkin suurissa jakelukeskuksissa, joissa voi ruuhka-aikana olla useita kymmeniä operaattoreita varsin pienellä alueella samanaikaisesti ja törmäysten vaara on ilmeinen, kun keruulaitteet risteilevät varastopaikalta toiselle.

Tuottavuuden paraneminen

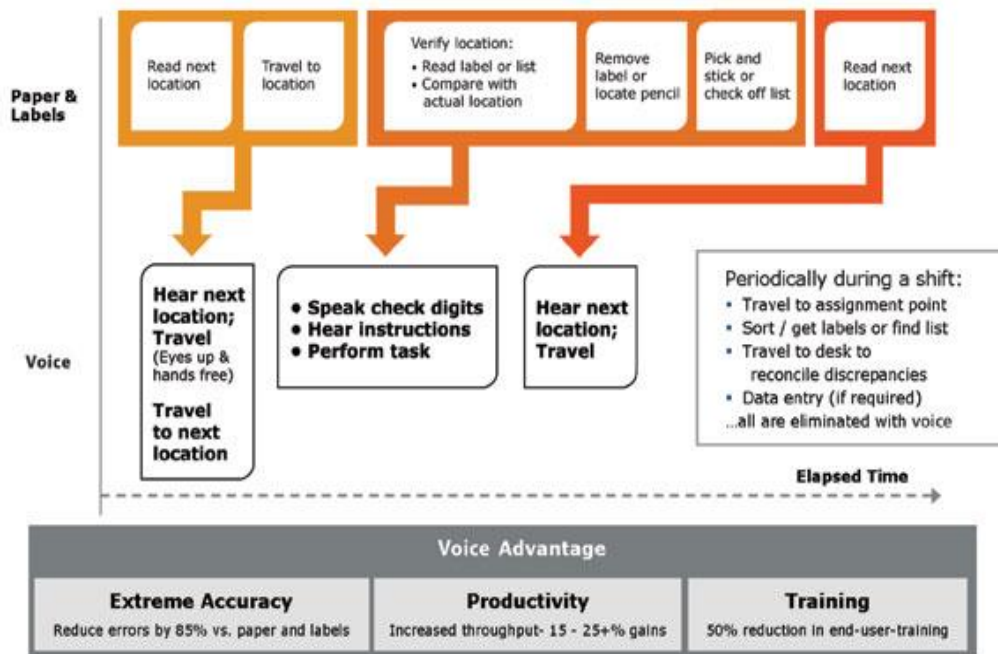
Koska operaattorin ei tarvitse pidellä kädessään skannauslaitetta tai paperilistaa, käyttää hän aikansa tehokkaasti tilauksen täyttämiseen. Operaattorin ei tarvitse yhden keruun päätyttyä käydä toimistolla hakemassa uutta keruulistaa, vaan hän pystyy jatkamaan seuraavaan tilaukseen välittömästi.

Varastojen tehokkuuteen erikoistuneen konsultointiyrityksen Total Logistics Solutions:n perustaja Rene Jones kirjoittaa Multichannel Merchant verkkosivustolla, että esimerkiksi käytettäessä skannausta ainoana järjestelmä, pahimmillaan operaattorin ajasta noin 70 % menee liikkumiseen keruupaikkojen välillä, skannauslaitteen näppäilyyn sekä laitteen asettamiseen koteloon tai ottamiseen kotelosta. (Jones 2007.)

Siirryttäessä paperilistalta keruusta ääniohjaukseen on hallinnollisten kulujen väheneminen myös merkittävä osa tuottavuuden paranemista. Kun keruuprosessista jää kokonaan pois keruulistojen tulostus ja jakaminen, on siihen käytettävän ajan ja tulostuspaperin menekin väheneminen yritykselle lisää käytettävää pääomaa muihin toimintoihin. (Miller 2004)

Voice vs Paper/Labels

Voice can provide clear increases in productivity and accuracy as well as a reduction in training time.



Kuvassa on keräysprosessi hahmoteltuna, sekä paperilta keräyksessä, että ääniohjatussa keräyksessä. (Power 2011.)

5.3 Mietittävää ennen hankintaa

Yhdysvaltalaisen logistiikkaohjelmistoja valmistavan Aldata Solutions Incin markkinoinnin varapresidentti Donal Mc Daid kertoi Inbound Logistics verkkolehden haastattelussa muutamia tärkeitä kohtia, joita on syytä pohtia ennen ääniohjausjärjestelmän hankkimista. Seuraavassa muutamia poimintoja Mc Daidin neuvoista:

- Tiedä mitä tarvitset
- Yhteensopivuus varastohallintajärjestelmän kanssa
- Järjestelmän oltava joustava-helposti otettavissa käyttöön muihin varaston toimintoihin
- Testaa ennen hankintaa

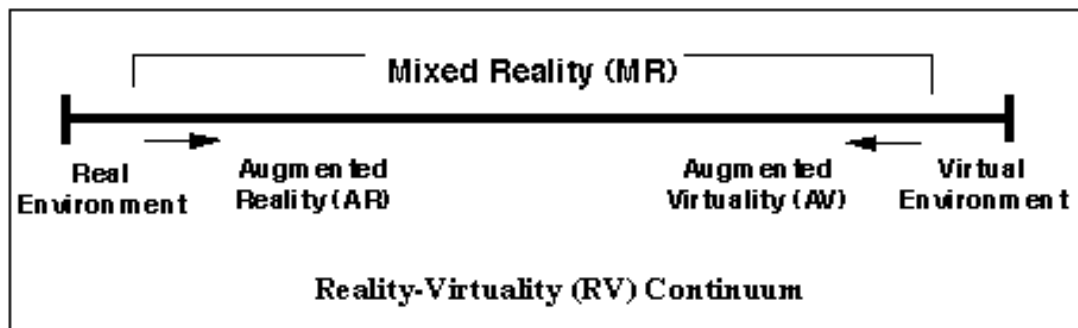
- Älä ole pioneeri-referenssit muilta saman toimialan käyttäjiltä (Catalano Ruriani, 2009)

6 LISÄTTY TODELLISUUS VARASTOKERÄILYSSÄ

Osiossa käydään läpi lisätyn todellisuuden periaate ja älylasikeräilyn keruuprosessi. Osiossa myös luodaan katsaus lisätyn todellisuuden historiaan ja tulevaisuuden näkymiin.

6.1 Lisätty todellisuus - Augmented Reality (AR)

Lisätty todellisuus (AR) on reaaliaikaista suoraa tai epäsuoraa näkymää todellisesta fyysisestä ympäristöstä, mitä on tietokonegrafiikan avulla tehostettu siihen tietoa lisäämällä. AR on, sekä vuorovaikutteinen ja kolmiulotteinen, että yhdistää todellisia ja virtuaalisia objekteja. Lisätty todellisuus on osa Milgramin todellisuus-virtuaalisuus-jatkumoa, jossa todellisuus ja virtuaalisuus ovat jatkumon ääripäissä ja välillä on lisätty todellisuus ja lisätty virtuaalisuus. (kuva 3.) (Furth 2011.)



Kuva 3. Paul Milgramin ja Fumio Kishinon todellisuus-virtuaalisuus jatkumo (Milgram 1994.)

6.2 Historia, nykytila ja tulevaisuus

AR -tekniikan mobiilisovellusten historian kaupallisessa nyky muodossaan voidaan katsoa ulottuvan 2000-luvun alkupuolelle. Vuonna 2003 Siemens julkisti ensimmäisen älypuhelimensa, Siemens SX1:n, jossa oli ensimmäisenä AR tekniikkaa käyttävä peli, The Mozzies. Se valittiin vuoden mobiilipeliksi vuonna 2003. (Arth et al. 2015.)

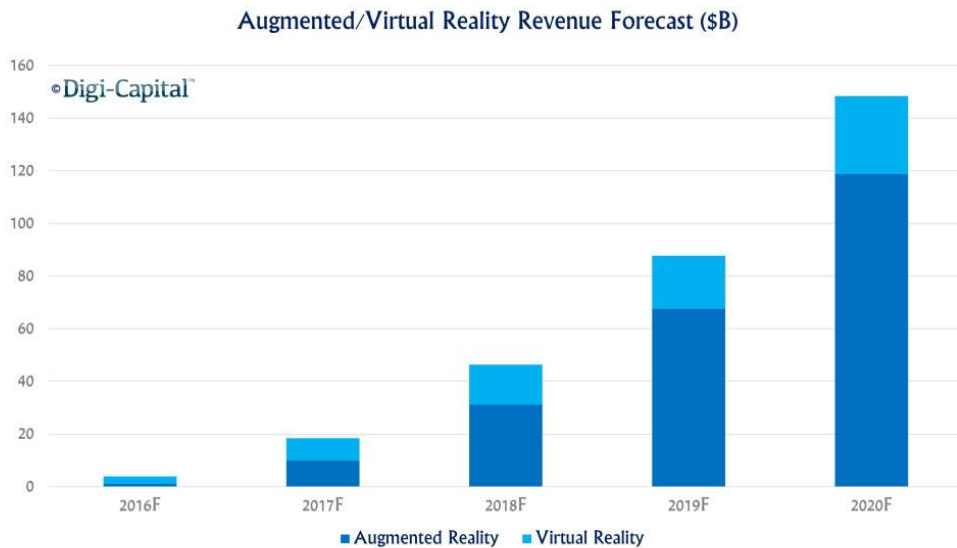
Aluksi tekniikan uskottiin olevan vain markkinointikikkailua, eivätkä suuret massat uskoneet sillä olevan mitään varsinaista hyötykäyttöä. Osaltaan

tekniikan yleistymistä esimerkiksi teollisuudessa hidasti myös sopivien laitealustojen puute. Vuodesta 2009 eteenpäin mobiililaitteiden kehitys on ollut erittäin nopeaa ja mahdollistanut mobiili AR-sovellusten leviämisen niin kuluttajille kuin teollisuuteen. Kuten sittemmin on käynyt ilmi, on AR eräs nopeimmin kasvavista markkinoista, ja sitä hyödynnetään kaikilla toimialoilla, aina teollisuudesta terveydenhoidon kautta opetukseen ja viihteeseen. (Glockner et al. 2014.)

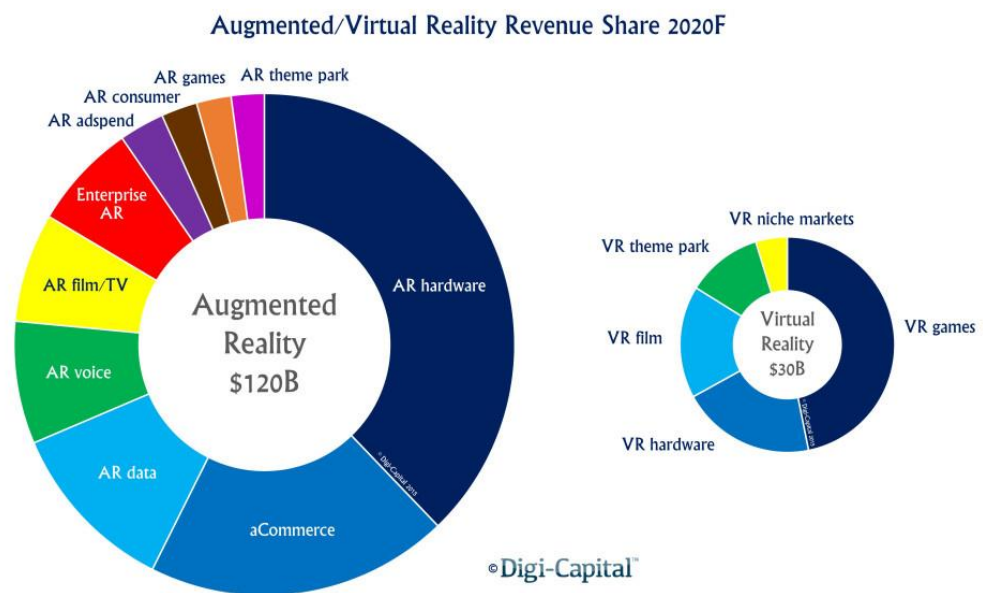
Saksalainen, pääasiassa yrityksille IT-palveluja tuottava, Bechtle AG otti logistiikkakeskuksessaan Saksan Neckarsulmissa ensimmäisenä maailmassa käyttöön AR -tekniikkaa hyödyntävät keräilylasit, niin sanotut älylasit. Yritys oli tehnyt projektin parissa yhteistyötä SAP:n kanssa vuodesta 2014 ja intensiivisen kehitys- ja testausjakson jälkeen järjestelmä otettiin käyttöön 12.1.2016. Bechtlen logistiikkajohtaja, Klaus Kratz, kertoi asiaa koskeneessa lehdistötiedotteessa yrityksellä olevan suunnitteilla ottaa tekniikka käyttöön tulevaisuudessa myös vastaanotoissa ja lähetyksissä. Tämä on selvä merkki siitä, että vaikka AR -tekniikka keräilyssä on ollut taka-alalla viime vuosina, on kehitystyötä tehty paljon ja se on selvästi tulevaisuuden suuntaus. Kratz myös painottaa, että järjestelmän käyttöönotto toimii hyvänä testikenttänä mahdollisille AR-tekniikan tulevaisuuden sovelluksille, ja koko toimiala mahdollisesti hyötyy heidän käyttökokemuksistaan myöhemmin. (Bechtle AG 2016.)

Kun jokainen kuudesta maailman suurimmasta kuluttajateknologia yrityksestä on viime aikoina syvästi investoinut ja tekee kuumeisesti tuotekehittelyä AR/VR-sektorilla (Augmented Reality / Virtual Reality), se kertoo sektorin olevan valtavassa nousussa. Facebook, Samsung, Google, Sony, Microsoft ja Apple ovat kaikki julkistaneet omat sektorin tuotemerkinsä ja se kertoo, että virtuaalimarkkina-alue ei ole enää pieni. (Hoefflinger 2016.)

Yhdysvaltalainen konsulttiyhtiö Digi-Capital julkaisi huhtikuussa 2015 raportin, jossa se arvioi AR- markkinoiden kasvavan noin 120 Miljardiin dollariin vuoteen 2020 mennessä (Kuvat 7. ja 8.). (Digi-Capital 2016.)



Kuva 7. Digi-Capital:n julkaisema AR/VR-markkinoiden tuottoennuste vuosille 2016–2020. (Digi-Capital 2016.)



Kuva 8. Digi-Capital:n ennuste tuottojen jakautumisesta markkinoiden sisällä (Digi-Capital 2016.)

6.3 Visuaalisesti ohjattu keräily

Keräysprosessi älylaseilla kerätessä on hyvin samanlainen ääniohjatun keräilyn kanssa, mutta laitteet eroavat toisistaan.



Kuva 4. Vuzix M100 älylasit (Vuzix.)

Operaattorilla on päässään älylasit (Kuva 4.) (englanniksi Smart Glasses), joissa on näyttölaite, kuuloke, HD-kamera kuvien ja videon taltioimiseen, sisäänrakennettu GPS, Bluetooth 4.0 ja WiFi, joiden kautta lasit kommunikoivat varastohallintajärjestelmän kanssa langattomasti. (Vuzix)

Käyttämällä tällaista järjestelmää, jokainen operaattori näkee digitaalisen keruulistan näkökentässään ja parhaan mahdollisen reitin keruupaikalle, näin nopeuttaen liikkumista keruupaikkojen välillä. Käytettäessä automaattista viivakoodin skannaus vaihtoehtoa, järjestelmän kuvantunnistus ohjelmisto pystyy varmistamaan operaattorin saapuneen oikeaan keruupaikkaan. Seuraavaksi operaattori voi skannata kerättävän tuotteen ja rekisteröidä keruun samanaikaisesti varastohallintajärjestelmään mahdollistaen reaaliaikaisen varastosaldojen päivityksen. (Glockner et al. 2014)



Kuva 5. Kuvassa näkymä operaattorin näkökulmasta AR-laseilla kerättäessä. (Hockett 2014.)



Kuva 6. Järjestelmän operaattorille lasien kautta lisäämä tieto näkyy kuvassa vihreänä. (Itizzimo 2015.)

6.4 Vertailu AR – tekniikan hyödyistä suhteessa ääniohjauksen hyötyihin

Seuraavassa käydään läpi AR - tekniikasta saatavia mahdollisia hyötyjä varastokeräilyssä. Koska AR – tekniikkaa on varastokeräilyssä päivittäisessä käytössä vasta yhdessä yrityksessä, on vertailu tehty päättelyn avulla ja käyttäen hyväksi saatavilla olevia lyhyemmän aikajakson pilottihankkeiden testituloksia.

Tuottavuuden ja keräilytarkkuuden paraneminen

Alkuvuodesta 2015 suuret saksalaisjätit DHL ja Ubimax suorittivat pilottiprojektin yhdessä Hollantilaisen Ricoh:n kanssa. Kolmen viikon aikana 10 varasto-operaattoria käytti AR -tekniikkaa keräilyssä täyttäen yli 9 000 tilausta ja keräten yli 20 000 tuotetta. DHL kertoi raportissaan saavuttaneensa yli 25 % tehokkuuden lisäyksen keräysprosessissa nopeuden kasvamisen ja virheettömyyden kautta. Tämä tarkoittaa DHL:n kaltaisessa yli 275 000 työntekijän suuryrityksessä erittäin merkittäviä säästöjä vuosittain. Käyttäjäpalaute pilotissa oli positiivista ja erityisesti kiiteltiin laitteiden keveyttä, helppokäyttöisyyttä ja sitä, että operaattoreiden kädet jäävät vapaiksi. (DHL 2015.)

Takaisinmaksuaika

Takaisinmaksuajasta ei ole olemassa vielä julkista tietoa, koska logistiikka sektorilla on vasta yksi yritys, millä on AR – tekniikka päivittäisessä käytössä varastokeräilyssä. (Bechtle AG 2016)

Työturvallisuus ja työssä jaksaminen

Entä sopivatko tekniikka ja älylasit jokaisen silmään? Toiminnallisen neurokirurgian professori Eric E. Sabelman kirjoitti kesäkuussa 2015 IEEE-lehden verkkosivuilla julkaisussa *The Real-Life Dangers of Augmented Reality* näin: *Lisätty todellisuus voi aiheuttaa sen, että arvioit väärin vastaantulevan auton nopeuden, aliarvioit oman reaktioaikasi ja tahattomasti jätät huomioimatta reaali maailmassa navigoimisen. Ja mikä pahinta, ennen kuin mitään paha tapahtuu, et edes tiedä että olet vaaraksi muille.* (Sabelman 2015.)

Samassa artikkelissa professori Sabelman kertoo yleisesti ihmissilmän tarkennuksesta ja siitä miten ihmiset, joilla on heikentynyt katseen kohdistuskyky, joko käyttävät korjaavia laseja tai kärsivät liikkueessaan. AR -älylaseilla silmän kohdistus tapahtuu varsin nopeasti kaukokatseesta noin 2,5 metrin päähän lähikatseeseen. Kokeessa, jota hän oli tekemässä, testattiin AR -tekniikan käyttöä Google Glass- lasien avulla. Professori kertoo usean sadan koehenkilön joukosta 5 % -10 % kärsineen silmän rasituksesta siinä määrin, että he joutuivat lopettamaan kokeen kesken. Näiden lisäksi noin 25 % koehenkilöistä oli vaikeuksia kohdistamisessa, mutta he pääsivät siitä yli ja pystyivät käyttämään laseja.

6.5AR – keräilyjärjestelmän mietinnän kohteita

Koska keräilyjärjestelmän hankinta on suuri investointi, on syytä miettiä seuraavia asioita ennen hankintapäätöksen tekemistä.

- Suuri alkuinvestointi
 - esimerkiksi Vuzix M100 älylasit 1079,99 €/Kpl (Vuzix.)
 - onko sopivaa ohjelmistoa vai pitääkö kehittää alusta asti
 - riittääkö olemassa oleva IT-henkilöstö, vai tarvitseeko rekrytoida lisää
- Vähän tutkimus- ja käyttödataa varastokeräilystä
 - kannattaa vielä odottaa hetki, jotta dataa saatavilla pitkän ajan käytöstä
 - laseissa paljon tekniikkaa, riittääkö virtalähteen lataus koko vuoron ajaksi
- Terveys- ja turvallisuusaspektit pitkän aikavälin käytössä
 - esim. rasittaako liikaa silmiä
 - silmien toiminnalliset muutokset
 - mahdolliset muut haitat silmille ja aivoille

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyössä tutustuttiin varastotoimintoihin yleisesti ja tarkasteltiin varastotoiminnoista tarkemmin ääniohjattua keräilyä sekä lisätyn todellisuuden, (Augmented Reality), käyttöä varastokeräilyssä. Päähuomio kiinnittyi näiden kahden varastokeräilytekniikan käytöstä saataviin taloudellisiin etuihin yritykselle, sekä miten tekniikat vaikuttavat keruutyön suorittamiseen työntekijän osalta. Keräilytekniikoita vertailtiin paperilistalta keräilyyn ja radiopääteskannaukseen, sekä miten tekniikat eroavat toisistaan.

Verrattuna paperilta keräilyyn ja radiopääteskannaukseen molemmat tarkastellut keruumenetelmät nopeuttavat ja tehostavat keräilyprosessia huomattavasti. Menetelmillä saadaan aikaan kustannussäästöjä esimerkiksi vähentyneiden asiakaspalautusten, nousevan tuottavuuden sekä säästyneen

ajan muodossa. Toisaalta menetelmien käyttöönotto voi vaatia merkittäviä taloudellisia satsauksia ja kiinnittää paljon henkilöstöresursseja uudistusprojektiin.

Työntekijän osalta työssä jaksaminen helpottuu keruuprosessin suoraviivaistumisen ansiosta. Työturvallisuuden osalta lisätyn todellisuuden käyttö varastokeräilyssä jättää avoimeksi esimerkiksi pitkäaikaisen käytön vaikutukset silmien toimintaan, koska se on päivittäiskäytössä vielä harvinaisuus. Sen sijaan ääniohjauksen käytössä on työturvallisuuden osoitettu paranevan, koska työntekijän huomio keskittyy työtehtävään, eikä oheislaitteiden hallintaa.

Mietittäessä tekniikoiden päivittämistä ja menetelmien vaihtoa on aina syytä muistaa ensin kartoittaa omat prosessit huolellisesti, jotta nähdään, mitä tehdään tällä hetkellä oikein ja mitä tämän hetkessä tekemisessä tulee muuttaa. Lisäksi toimijoilla on aina parhaat mahdolliset konsultit jo omasta takaa: päivittäisen työn tekijät. Heidä kuuntelemalla ja ottamalla heidät mukaan muutosprosessiin säästetään monelta vaivalta ja säästetään kustannuksissa.

LÄHTEET

- Arth, C., Gruber L., Raphael G., Grasset R., Langlotz T., Mulloni A., Schmalstieg D., & Wagner D. 2015. The history of mobile augmented reality- Developments in Mobile AR over the last almost 50 years. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/275974448_The_History_of_Mobile_Augmented_Reality [viitattu 10.4.2016]
- Bechtle AG. 2016. Bechtle launches use of smart glasses. Saatavissa: <https://www.bechtle.com/press/press-releases/bechtle-launches-use-of-smart-glasses> [viitattu 9.4.2016].
- Catalano Ruriani, D. 2009. Selecting voice directed picking system. Saatavissa: <http://www.inboundlogistics.com/cms/article/selecting-a-voice-directed-picking-system/> [viitattu 3.6.2016]
- DHL. 2015. DHL successfully tests augmented reality application in warehouse. Saatavissa: http://www.dhl.com/en/press/releases/releases_2015/logistics/dhl_successfully_tests_augmented_reality_application_in_warehouse.html [viitattu 19.4.2016].
- Digi-Capital 2016. Augmented/Virtual Reality to hit \$150 billion disrupting mobile by 2020. Saatavissa: <http://www.digi-capital.com/news/2015/04/augmentedvirtual-reality-to-hit-150-billion-disrupting-mobile-by-2020/> [viitattu 12.4.2016].
- Eazystock. 2015. ABC-analyysin pohjalta tehty varaston tuotteiden sijoittelu. Saatavissa: <http://www.eazystock.com/blog/2015/08/03/6-inventory-control-techniques-for-stock-optimization/attachment/abc-analysis-warehouse-layout-diagram/> [viitattu 7.4.2016].
- Euroopan komissio. 2015. Taustatiedote-kiertotalouspaketti. Saatavissa: http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-6204_fi.htm. [viitattu 25.3.2016].
- Flanders, S. 2002. Voice Directed Picking—A Technology that is Ready for Prime Time! Saatavissa: <http://2wmc.com/WhitePapers/WMC-WP-8378%20-%20Voice%20Directed%20Picking.PDF> [viitattu 2.6.2016]

- Futh, Borko. 2011. Handbook of Augmented Reality. Saatavissa: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-0064-6_1 [viitattu 9.4.2016].
- Glockner, H., Jannek, K., Mahn, J., Theis, B. 2014. Augmented reality in logistics: Changing the way we see logistics-A dhl perspective. Saatavissa: http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/csi__augmented_reality_report_290414.pdf [viitattu 11.4.2016]
- Hockett, Mike 2014. Saatavissa: <http://www.inddist.com/article/2014/12/atheer-labs-bringing-augmented-reality-industrial-workplaces> [viitattu 11.4.2016].
- Hoefflinger, M. 2016. VR and AR will be mobile's demand driver, not it's replacement. Saatavissa: <http://techcrunch.com/2016/02/21/virtual-and-augmented-reality-will-be-mobiles-demand-driver-not-its-replacement/> [viitattu 18.5.2016]
- Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2004. Logistisen ajattelun perusteet. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisu. Jyväskylä: Kopiojyvä Oy.
- Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2013. Varastonhoitajan käsikirja. Tallinna: Tallinna Raamatutrükikoda.
- Itizzimo 2015. What is augmented reality? Saatavissa: <http://www.itizzimo.com/en/augmented-reality/> [viitattu 11.4.2016].
- Jones, Rene. 2007. Voice-directed picking: pro's and con's. Saatavissa: <http://multichannelmerchant.com/opsandfulfillment/voice-direct-picking-pros-and-cons-24012007/> [viitattu 6.4.2016].
- Krantz, E. 2015. E-Commerce Trends Driving Distribution Centers' Need For New Mobile Technology, Voice Applications To Provide Accurate, On-Time Delivery. Saatavissa: <http://www.prnewswire.com/news-releases/e-commerce-trends-driving-distribution-centers-need-for-new-mobile-technology-voice-applications-to-provide-accurate-on-time-delivery-honeywell-survey-reveals-300158227.html> [viitattu 17.12. 2015]
- Lehtinen, J., Hinkka, V., Hiljanen, H., Essén, T. 2005. VTT Rakennus- ja yhdyskuntateknikka tutkimusraportti: Puheohjauksen hyödyntäminen

logistiikassa-loppuraportti. Saatavissa:

http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2005/pulo_loppuraportti.pdf [viitattu 10.3.2015]

Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., Kishino, F.1994. Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. Saatavissa:

http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul_dir/SPIE94/SPIE94.full.html [Viitattu 16.5.2016].

Miller, A. 2004. Order Picking for the 21st Century Voice vs. Scanning Technology. Saatavissa: http://www.logisticsit.com/absolutenm/articlefiles/688-voice_vs_scanning.pdf [Viitattu 23.2.2016]

Muehlbauer, B., What is a WMS. Saatavissa:

http://www.distributionstrategies.net/uploads/What_is_a_WMS.pdf [Viitattu 30.5.2016]

Pass, C. 2015. Voice directed picking: Expected ROI. Saatavissa:

<http://www.bcpsoftware.com/wp-content/uploads/VoicePicking-Paper.pdf> [Viitattu 18.5.2016]

Power, M. 2011. The use of voice technology has extended beyond picking.

Saatavissa: <http://www.mmdonline.com/technology/a-bigger-say-35571/> [Viitattu 16.5.2016]

Richards, G. 2014. A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. 2nd edition. New Delhi. Kogan Page LTD.

Sabelman, Eric E. 2015. The real life dangers of augmented reality.

Saatavissa: <http://spectrum.ieee.org/consumer-electronics/portable-devices/the-reallife-dangers-of-augmented-reality> [viitattu 20.4.2016].

Solakivi, T., Ojala, L., Laari, S. Lorenz, H., Töyli, J., Malmsten, J., Viherlehto, N.2014. Turun kauppakorkeakoulun julkaisuja: Logistiikkaselvitys 2014. Turku: Suomen yliopistopaino Oy-Juvenes PrintOy. Saatavissa:

<http://docplayer.fi/1782570-Logistiikkaselvitys-2014-turun-kauppakorkeakoulu-turku-school-of-economics.html> [Viitattu 10.3.2016]

Ståhl S. 2014. Varastoalan ammattilaiseksi. Neljäs painos. Tampere: Suomen Yliopistopaino-Juvenes Print Oy.

Vuzix M100 älylasit, saatavissa: <https://www.vuzix.eu/m100-smart-glasses/>
[viitattu 11.4.2016].

Vuzix M100 älylasien hintatieto. Saatavissa:
<https://www.vuzix.com/Products/m100-smart-glasses> [viitattu 11.4.2016].