

Juuso Seppä

ROBOTIIKKA JA AUTOMAATIO VARASTOYMPÄRISTÖSSÄ

Opinnäytetyö
Logistiikka

2018



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä	Tutkinto	Aika
Juuso Seppä	Insinööri (AMK)	Tammikuu 2018
Opinnäytetyön nimi		33 sivua 0 liitesivua
Robottiikka ja automaatio varastoympäristössä		
Toimeksiantaja		
Ohjaaja		
Olli Huuskonen, Lehtori		
Tiivistelmä		
<p>Tämä opinnäytetyö on kirjallinen tutkimus, jonka aiheena toimii robotiikan kehitys varastoympäristössä. Tutkimuksen tarkoituksena oli käsitellä varastojen robotiikan kehitystä sen eri osa-alueilla sekä pohtia kehityksen suuntaa tulevaisuudessa vaikutuksineen.</p> <p>Tutkimuksen teoriaosuus käsittelee varastoa sekä varastoautomaatiota. Automaatiota ja robotiikkaa käsittelevässä osassa selitetään, mitä termeillä tarkoitetaan sekä käydään läpi niiden historiaa ja osa-alueita, kuten esimerkiksi automaattista varastointia, goods-to-man, man-to-goods, aluepoimintaa, sekä automaattisesti ohjautuvia ajoneuvoja. Varastoa käsittelevässä osiossa koettiin robotiikan osalta tärkeäksi käydä läpi eri varastotyyppisiä, joista tässä tutkimuksessa esitellään muun muassa valmistuotevarasto, keskusvarasto, aluevarasto, jakeluväri, sekä terminaali.</p> <p>Kirjallisuudesta sekä aihetta käsittelevistä artikkeleista saadun materiaalin pohjalta tutkimuksen tulokset jaettiin nykyhetkeen ja tulevaisuuden näkymiin. ”Nykyhetki”-osassa pohditaan varstorobotiikan tämän hetkistä tilaa sekä kehitystä. Saatujen tulosten pohjalta tarkoituksena oli pohtia robotiikan kehitystä tulevaisuudessa.</p> <p>Robotiikan kehitys varastoympäristössä keskittyy kolmeen tärkeään osa-alueeseen: datan vastaanottoon, robottien väliseen vuorovaikutukseen sekä tunnistusantureihin ja lukulaitteisiin. Datan vastaanoton ja prosessoinnin kehityksellä kyetään luomaan tehokkaampia ja nopeampia varastointimenetelmiä eritoten verkkokauppojen varastoissa. Robottien välisen vuorovaikutuksen kehittäminen mahdollistaa yhä toimivampia toimintaketjuja robottien välille varastotoiminnoissa. Lukulaitteita ja tunnistusantureita kehittämällä on mahdollista saavuttaa yhä sujuvampaa liikkumista varastossa työskenteleville roboteille.</p>		
Asiasanat		
Automaatio, robotiikka, varasto, kehitys		

Author	Degree	Time
Juuso Seppä	Bachelor of Engineering	January 2018
Thesis title		
Robotics and automation in warehouse environment		33 pages 0 pages of appendices
Commissioned by		
Supervisor		
Olli Huuskonen		
Abstract		
<p>This thesis is a literary study on the evolution of robotics in warehouse environment. The Purpose of the study was to cover different areas in the evolution of robotics in warehouses and also consider the direction and impact of this phenomenon in the future.</p> <p>The theoretical section studies warehouse and warehouse automation. The main terms are explained, and their history and areas of reference are examined, such as automatic storage, goods-to-man, man-to-goods, zone picking and automatically guided vehicles. Also, different warehouse types, including finished product warehouse, central warehouse, regional warehouse, distribution center, and terminal were examined.</p> <p>Based on the literature and material from articles, the results of the study were divided into present and future perspectives. In the "present" section, the current state and evolution of warehouse robotics is examined. Based on this, the aim was to reflect the evolution of robotics in the future.</p> <p>Based on this thesis the evolution of the robotics in warehouse environment is focused on three important aspects: reception of data, interaction between robots and detection sensors and readers. With the development of reception and processing of data, it is possible to create more efficient and faster storage methods especially for the purpose of e-commerce. The development of interaction between robots allows to create even more functional operating chains between robots in warehouse operations. By developing readers and detection sensors it's possible to achieve even more fluent movement for the robots working in the warehouse.</p>		
Keywords		
Automation, robotics, warehouse, development		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TUTKIMUSKYSYMYKSET JA TAVOITTEET	7
3	TUTKIMUSMENETELMÄT JA TEOREETTINEN VIITEKEHYS.....	7
4	ROBOTIIKKA JA AUTOMAATIO	8
4.1	Robotit.....	9
4.2	Varastoautomaatio	11
4.3	Automaation historia.....	12
4.4	Varastoautomaation tyyppejä.....	16
4.4.1	Automaattinen varastointi.....	16
4.4.2	Kompakti poiminta (Goods-to-man).....	17
4.4.3	Alue poiminta (Zone Picking).....	18
4.4.4	Automaattisesti ohjattavat ajoneuvot.....	19
5	VARASTO	20
5.1	Varastointi	21
5.2	Varastotyytit	22
5.2.1	Valmistuotevarasto.....	22
5.2.2	Keskusvarasto.....	22
5.2.3	Aluevarasto	23
5.2.4	Jakeluvarasto	23
5.2.5	Terminaali.....	24
6	NYKYTILANNE	24
6.1	Datan käsittelyn mahdollisuudet.....	24
6.2	Automaattisesti ohjautuvat ajoneuvot.....	25
6.3	Lennot.....	26
6.4	Varastoautomaatioratkaisuja Suomessa	26
6.4.1	Inex	27
6.4.2	Stockmann	27

6.4.3	Sinebrychoff	27
6.4.4	Hartwall	27
7	TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT	28
8	LOPPUPOHDINTA.....	29
	LÄHTEET	30
	KIRJALLISUUS	30
	VERKKOLÄHTEET	31
	KUVALUETTELO	33

1 JOHDANTO

Varastojen ollessa lähinnä välttämätön menoerä logistisessa toimintaketjussa on sen tehokkuutta pyritty parantamaan nopeuttamalla varastointia ja sen läpimenoaikoja automatisoimalla varastoon liittyviä toimintoja robotiikan avulla. Eritoten keruu ja käsittely ovat tehtävinä merkittävän työläitä ja aikaa vieviä. Olen ollut työharjoittelussa kodintekniikka myymälän varastolla, ja saamani kokemuksen perusteella voin todeta varastoinnin ja tilausten lähetysten valmistelun vievän oman aikansa.

Vaikka varastoihin sijoitettu robotiikka vaikuttaakin varastoihin sitoutuneisiin kustannuksiin korottavasti, pystytään sillä nopeuttamaan läpivirtausta ja tehostamaan varaston yleistä työnkiertoa. Näiden seikkojen vuoksi varastoautomaatio on jatkuvassa kehityksessä asetettujen sekä jatkuvasti muuttuvien tarpeiden mukaan. Loppujen lopuksi voidaankin pohtia, tarvitaanko tulevaisuuden varastoissa miehitettyjä työpisteitä ollenkaan.

Opinnäytetyön tutkimuksen alla oleva aihe perustuu täysin omaan henkilökohtaiseen mielenkiintoon kyseistä aihepiiriä kohtaan. Etenkin varastossa tapahtuvat prosessit. Tämä johtuu halustani työskennellä logistiikan alalla erityisesti keskittyen varastotehtäviin. Tutkimuksen kohderyhmään kuuluvat logistiikan alalla varastoissa työskentelevät työntekijät.

Tämä opinnäytetyö on luonteeltaan kvalitatiivinen, eli laadullinen, kirjallinen tutkimus, jonka tarkoituksena on kirjallisuuteen, alaan liittyviin luotettaviin nettartikkeleihin sekä muuhun materiaaliin pohjautuen tarkastella varastooympäristöön sijoittuvan robotiikan kehitystä varaston erinäisillä osa-alueilla. Materiaali tulee sisältämään myöskin englanninkielisiä tekstejä mahdollisimman laajan ja luotettavan teoreettisen pohjan takaamiseksi. Tutkimuksella pyritään luomaan kuva varastoautomaation kehityksestä tulevaisuudessa sekä sen vaikutuksista logistiikan alalla. Ottaen huomioon esimerkiksi työllistävyyden.

2 TUTKIMUSKYSYMYKSET JA TAVOITTEET

Tutkimusta sekä sen tekemiseen käytettyä materiaalia lähestytään seuraavien tutkimuskysymysten pohjalta:

- Mille varastologistiikan osa-alueille robotiikka keskittyy?
- Mitkä asiat vaikuttavat varastoautomaation kehitykseen?
- Miten varastoautomaatio tulee tulevaisuudessa kehittymään?

Kyseiset tutkimuskysymykset on asetettu tavoitteena luoda tulevaisuudenkuva varastoympäristöön keskittyvän automaation kehityksen suunnasta.

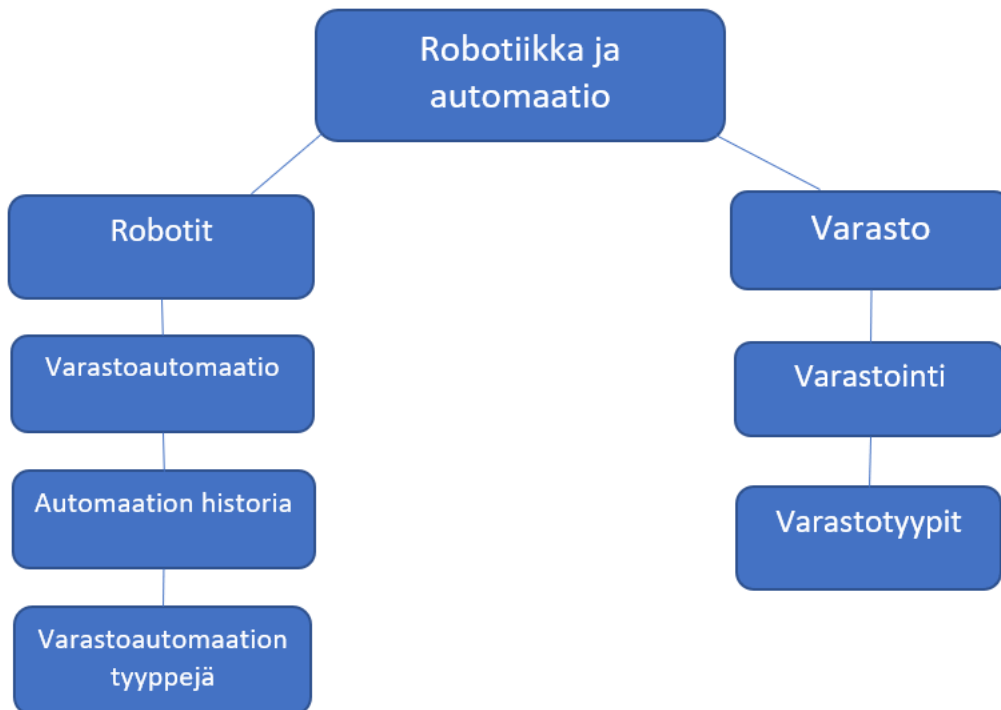
3 TUTKIMUSMENETELMÄT JA TEOREETTINEN VIITEKEHYS

Se että yhteiskuntatieteellisessä tutkimuksessa empiirisiä havaintoja on joskus vaikea erottaa johtolangoista, jollaisina tutkija niitä tarkastelee, ei tarkoita, että tuon eron saisi unohtaa tai pitää sitä vain suhteellisena. Sitä tärkeämpää on tehdä selvä analyttinen ero havaintojen ja johtolankojen välille. Tutkimuksessa havaintoja tarkastellaan siinä mielessä aina johtolankoina, että niitä tarkastellaan vain ja ainoastaan tietystä, eksplisiittisesti määritellystä näkökulmasta. Tällaista erityistä näkökulmaa nimitetään teoreettiseksi viitekehyyksi. (Alasuutari 2012, 60)

Opinnäytetyö on kirjallinen tutkimus, joten siihen liittyvän teoriaosion materiaali on kerätty alaan liittyvästä kotimaisesta sekä ulkomaalaisesta materiaalista mukaan lukien luotettavat aihetta käsittelevät nettiartikkelit että koulutuslaitoksen sähköisestä kirjastosta löytyvä kirjallisuus. Opinnäytetyön eettisyyden vuoksi englanninkielisen materiaalin viittaukset on pyritty kääntämään mahdollisimman tarkasti, sekä uskollisesti tekijänoikeuslakia noudattaen.

Seuraavaksi määritellään teoreettiset lähtökohdat, joista tutkimusta lähdetään käsittelemään. Teoria on jaettu kahteen tutkimuksen aiheen kannalta olennaiseen osaan: robotiikkaan ja varastoon (ks. kuva 1). Ensimmäisessä osassa

käsitellään robotiikkaa yleisellä tasolla, sekä eritellään varastoautomaation tyyppejä. On myös tärkeää käsitellä automation historiaa sen kehityksen kulun kannalta. Toisessa osassa käsitellään varastoa ympäristönä. Osiossa käydään läpi varastointia, sekä siihen liittyviä prosesseja, ja eritellään eri varastotyyppejä.



Kuva 1. Teoreettinen viitekehys.

4 ROBOTIIKKA JA AUTOMAATIO

Automaatiotekniikat ja -ratkaisut kehittyvät nopeasti, ja uusilla ratkaisuilla voidaan vaikuttaa merkittävästi kiinteistöjen ja teollisuuden järjestelmiin. Automaatiolla on suuri merkitys energiatehokkuuteen, koska sen avulla voidaan ohjata kiinteistöjen ja teollisuuslaitosten olosuhteita. Automaatio on kuin aivot, jotka ohjaavat ja säätelevät kaikkia olosuhteita (Caverion, automaatio. 2017).

Robotiikka on yksi tulevaisuuden megatrendeistä. Robottien odotetaan nousevan seuraavan vuosikymmenen kuluessa samanlaiseen asemaan kuin inter-

net. Robotit ovat olleet arkea teollisuuden tuotantolinjoilla jo lähes puoli vuosisataa. Perinteiset teollisuusrobotit ovat nopeita ja voimakkaita, mutta joustamattomia ja suurelta osin sokeita. (Satula 2017.)

4.1 Robotit

Perinteisesti roboteilla tarkoitetaan tietokoneohjattuja työkappaleita tai työvälineitä käsitteleviä yleiskäyttöisiä laitetta. Yleiskäyttöisyydellä tarkoitetaan liikkeiden ohjelmoitavuutta ja mahdollisuutta käyttää samaa laitetta useisiin käyttötarkoituksiin. Robotin liikkeet tuotetaan yleensä sähköisten toimilaitteiden avulla, mutta ne voivat olla myös pneumaattisia tai hydraulisia. Nykyisin roboteiksi nimetään fyysiseltä rakenteeltaan monenlaisia ohjelmallisesti liikkuvia laitteita, joihin usein liittyy ympäristön havainnointia ja sen mukaan toimimista – on olemassa erilaisia liikkuvia robotteja kuten automaattisesti ohjautuvia lennokkeja ja autoja. Robottiautoissa auton ohjaus toimii usean eri toimilaitteen, anturoinnin, tietokoneen ja niitä hyödyntävän ohjelmiston avulla (Salmi 2014).

Robottien asema on erityisesti vakiintunut varastojen keräily- ja lajittelupisteissä. Etenkin pienvarastojen, kuten esimerkiksi posti tai apteekki, joissa oikean tuotteen tai tavaran paikantaminen on silmämääräisesti haastavaa sekä aikaa vievää (ks. kuva 2). Robottien toiminta on silti jatkuvan valvonnan alla häiriöiden varalta.

Yksi keräilyn pääkustannusalueista on ihmisten sekä varusteiden liikkuminen keräilypisteiden välillä. Toiminnosta riippuen tämä vie jopa 50 prosenttia keräilyajan ajasta. Tuottavuuden ja tehokkuuden parantamiseksi päämääränä on pienentää tätä aikaa huomattavasti. (Richards 2018, 128.)

Määritelmän (ISO 8373) mukaan teollisuusrobotti on uudelleen ohjelmoitavissa oleva monipuolinen, vähintään kolminivelinen mekaaninen laite, joka on suunniteltu liikuttamaan kappaleita, osia, työkaluja tai erikoislaitteita, ohjelmointitavoin liikkein monenlaisten tehtävien suorittamiseksi teollisuuden sovelluksissa. Uudelleen ohjelmoitavuus on siis olennainen piirre. (Heinonkoski ym. 2008, 110.)



Kuva 2. Postin varaston keräilyrobotti.

Kuten tietokoneet, niiden myös ollessa tietokoneiden ohjaamia, ne pystyvät käsittelemään valtavan määrän informaatiota. Vahvistettujen varusteiden ta-
voim ne kykenevät manipuloimaan ympäristöään sekä kulkemaan sen sisällä. Ja kuten nuket, mannekiinit, ja muut nukan kaltaiset, ne voivat muistuttaa meitä – joko abstraktisti tai poskiamme hymykuoppia myöten. (Gaudiello & Zibetti 2016, 33 – 34.)

Varastossa tapahtuvat toiminnot vaativat tarkkuutta, joten robotit on ohjelmoitava oikeaoppisesti, jotta onnettomuuksilta vältytään. Robotin on tiedettävä sijaintinsa, mitä etsitään, ja mistä etsitään. Tätä varten roboteilla on tarkkaan optimoitu navigointijärjestelmä.

Navigointijärjestelmän tehtävänä on määrittää liikkuvan robotin paikka ja asento joko absoluuttisessa maailmankoordinaatistossa tai suhteellisessa tehtäväkoordinaatistossa. Navigoinnissa käytetään aistinjärjestelmiä useita samanaikaisesti yhdistäen. Lisäksi käytetään keinotekoisia ja luonnollisia maamerkkejä paikkaestimaatin tarkistamiseksi eli täsmäyttämiseksi. Ulkosovelluksissa GPS (Global Positioning System) on usein erittäin käyttökelpoinen, vaikka mittaukset eivät ole aina jatkuvia. (Heinonkoski ym. 2008, 116.)

Toistaiseksi teollisuusrobotit ovat korvanneet ihmistyövoimaa tehtävissä, jotka ovat ihmisille liian vaativia, rasittavia, vaarallisia tai kerta kaikkiaan mahdottomia. Takavuosina elektroniikka koottiin tehtaissa pitkälti käsin ja nämä tehtävät työllistivät Suomessakin tuhansia ihmisiä. Nämä työpaikat ovat kadonneet maailmanlaajuisesti, koska nykyaikaisen elektroniikan komponentit ovat liian pieniä ihmiskäsin asennettaviksi. (Haikonen 2017.)

4.2 Varastoautomaatio

Automaatio- ja tietojärjestelmillä on nykyisin keskeinen rooli teollisessa tuotannossa. Tuottavuus- ja laatuvaatimusten kiristyessä on tärkeää panostaa automaatio sovellusten kehittämisen tehokkuuteen ja laatuun. (Asmala yms. 2005, 3.)

Automaatio muuttaa perinteisten varastotoimintojen paradigmoja pitkin globaalia toimitusketjua jakelukeskuksista alkaen. Sähköisten täyttämiskeskusten ja keskitettyjen jakelukeskusten kasvavan nousun vuoksi Pohjois-Amerikassa yritykset etsivät tapoja maksimoida läpimeno ja samalla parantaa tilausten tarkkuutta automaattisten materiaalinkäsittelylaitteiden, nopeiden kuljetinjärjestelmien ja robottisovellusten avulla. (Fiveash 2016.)

Automaatiota voidaan tarkastella eri näkökulmista: ihmisten, tehtävän, säädettävän prosessin tai sen toteutukseen käytettyjen teknologioiden, kuten tietokoneen, mittauksen, säätäjän, säädön tai automaatioon oleellisena kuuluvan toimilaitteen näkökulmasta. Sitä voidaan tarkastella myös toteuttamisessa sovellettujen perusteknologioiden, kuten mekaniikan, pneumatiikan, sähkötekniikan, optiikan, elektroniikan tai muun vastaavan näkökulmasta. (Heinonkoski ym. 2008, 14.)

Varastoautomaatiolla luodaan lisäarvoa varastolle parantamalla sen sisällä tapahtuvia toimintoja optimoimalla tiettyjä oleellisia työpisteitä. Tehostamalla varaston läpikulkuaikoja myös asiakastytyväisyys parantuu palvelun nopeudessa sekä joustavuuden parantuessa. Automatisoinnilla pyritään myös luomaan optimaalinen tilankäyttö varaston sisätiloissa (ks. kuva 3).



Kuva 3. Ajettava hyllyjärjestelmä.

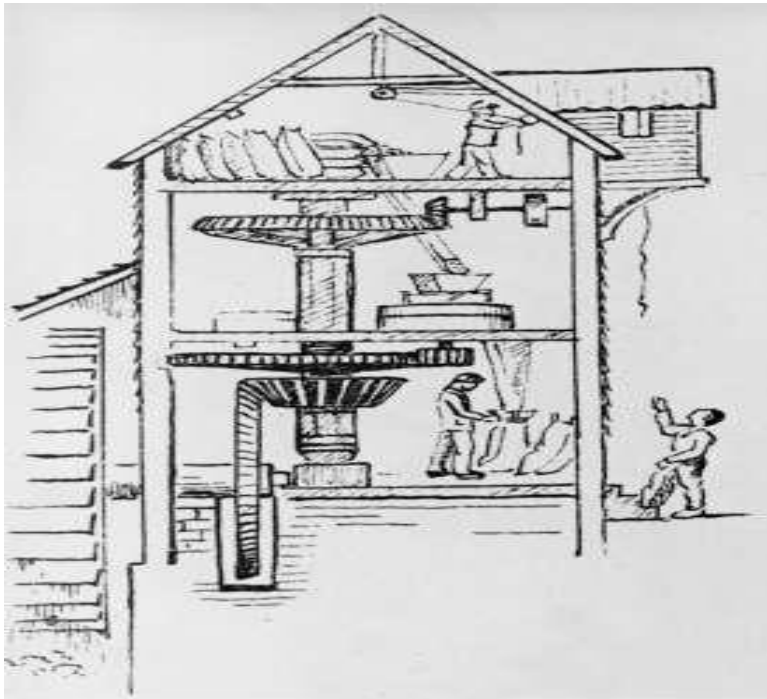
Varastoautomaation tehtävänä on pystyä tekemään se, johon ihminen ei kykene. Artikkelissaan Vänskä (2011) toteaa: ”Yksi varastoautomaattien merkittävimmistä eduista on se, että laite ei tee virheitä.” Koneilta fyysisesti haastavat sekä aikaa vievät tehtävät onnistuvat helpommin ja nopeammin. Ohjelmoidun tunnistusjärjestelmän avulla varastoitujen tavaroiden lajittelu sekä keräily onnistuvat nopeammin ja suoraviivaisemmin.

Uuden sukupolven varastoautomaatio ei kuitenkaan ole yksinomaan mega-vähittäiskauppojen ja sähköisen kaupankäynnin foorumin tarjoajille. Monet keski-suuret jakeluorganisaatiot ovat sitoutuneet robotisoituun lavaamiseen, kotelo-paketointiin, AGV:hin, sekä nopeisiin kuljetinjärjestelmiin. (Fiveash 2016.)

4.3 Automaation historia

Automaation historian voidaan ajatella kunnolla alkaneen teollisen vallankumouksen aikaan, vaikkakin sen juuret juontavat aina kivikaudelle saakka, jolloin esi-ihminen ymmärsi alkaa käyttämään ja muokkaamaan kiveä työkalunaan. Tästä alkoi virallisesti mekaniikan hidas kehitys. Kuten Groover (2017)

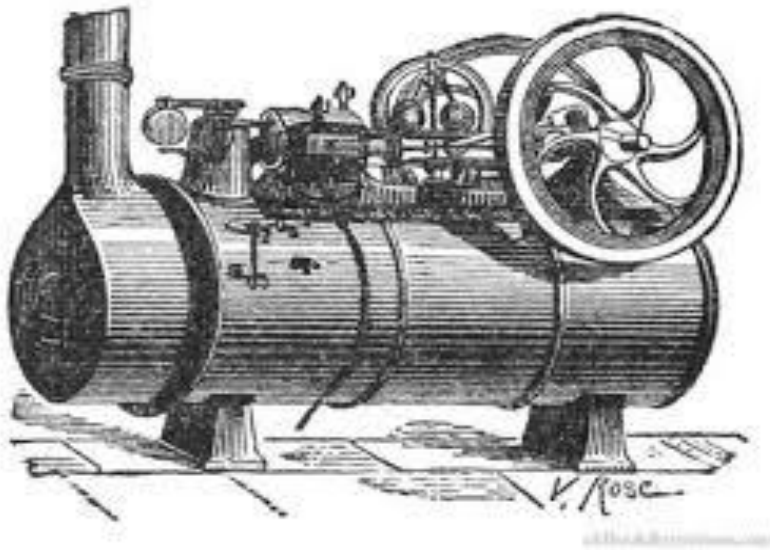
artikkelissaan toteaa: ”Epäilemättä vaadittiin tuhansia vuosia yksinkertaisten mekaanisten laitteiden kehittämiseen, kuten pyörä, vipu ja hihnapyörä, joilla ihmislihaksen voimaa saataisiin kehitettyä. Seuraava laajennus oli koneiden kehittäminen, jotka eivät vaatisi ihmisen voimaa toimiakseen. Kuten esimerkiksi vesipyörä, tuulimylly, sekä yksinkertaiset höyrykäyttöiset koneet.” (ks. kuva 4)



Kuva 4. Piirustus alkeellisesta vesimyllystä.

Kehitys jatkui keskiajan Euroopassa, jossa muun muassa automaattisesti siipään kääntävät tuulimyllyt sekä ensimmäiset mekaaniset kellot saivat alkunsa. Teollisen vallankumouksen lähestyessä höyrykäyttöiset koneet alkoivat yleistymään ympäri maailmaa.

Jokainen uusi kehitys moottoroitujen koneiden historiassa on tuonut mukanaan lisävaatimuksen siitä, että ohjauslaitteisto käyttäisi hyväkseen koneen tehoa. Ensimmäiset höyrymoottorit (ks. kuva 5) vaativat ihmisen avaamaan sekä sulkemaan venttiilit, jotta ensin höyry annettaisiin männän kammioon ja sieltä pakoputkeen. Myöhemmin kehitettiin luistiventtiilimekanismi, jotta nämä toiminnot suoriutuisivat automaattisesti. Ainoa ihmisen tarpeellinen toiminto sitten oli säätää höyryn määrää, joka ohjasi moottorin nopeutta ja tehoa. (Groover 2017.)



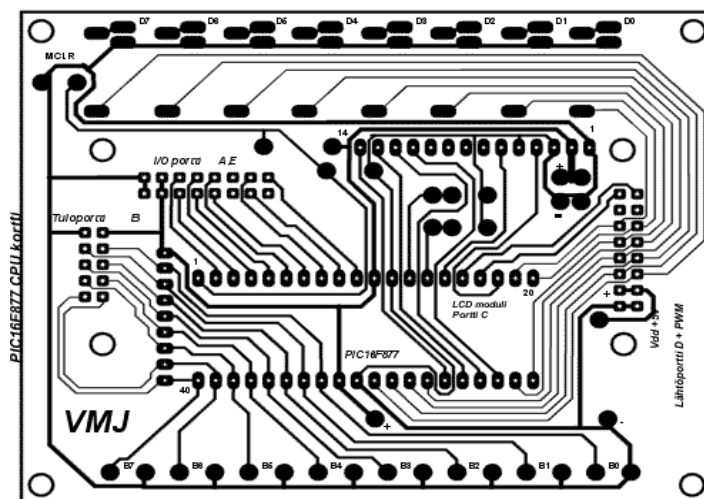
Kuva 5. Kuva varhaisesta höyrymoottorista.

1800-luvulla Ranskassa alkoi ohjelmoitavien koneiden kehitys. Artikkelissaan Groover (2017) kertoo: ”Noin vuonna 1801 ranskalainen keksijä Joseph-Marie Jacquard kehitti automaattisen kangaspuun, joka pystyi luomaan monimutkaisia kuvioita tekstiileissä ohjaamalla monien eri värillisten säikeiden liikku-
mista. Kuvioiden valinta määriteltiin teräkorttien sisältämällä ohjelmalla, jossa reikiä rei’itettiin. Nämä kortit olivat moderneja automatisoituja koneita ohjaavien paperikorttien ja nauhojen esi-isiä.”

Teollisessa valmistuksessa automaatio alkoi kehittymään 1900-luvun alussa, kun Japani ryhtyi kehittämään siihen kuuluvia komponentteja. Kuten Scott (2011) mainitsee artikkelissaan: ”1930 luvun aikana yksi heidän tulevaisuuteen suuntautuvista yrityksistään kehitti erityisen tarkan sähköisen ajastimen yhdessä ensimmäisten mikrokytkinten ja suoja-areiden kanssa. Kaikki nämä otettiin välittömästi teollisuudessa käyttöön.” Automaation kehitys alkoi leviämään laajemmalle, kuten esimerkiksi autoteollisuuteen.

Japanista tuli pian tämän jälkeen johtava maa automaation kehityksessä, etenkin autoteollisuudessa. Nissan, Toyota ja Honda tuottivat tuhansia uusia korkealaatuisia, luotettavia ja nykyaikaisia autoja. Nämä autot sisälsivät vakiovarusteita, joita useammat muut valmistajat luokittelivat lisävarusteiksi. Tämä pystyttiin saavuttamaan automaatioteknologian avulla säästetyn rahan takia. (Scott 2011.)

Nyky aikaan siirtyessä automaatio harppasi kehityksessään huimasti. Kehityksessä olivat esimerkiksi tietokoneet, robotiikka, elektroniikka, sekä piirilevyt. Etenkin robotiikan vaikutus näkyi muualla, kuten esimerkiksi piirilevyjen valmistuksen helpottamisessa (ks. kuva 6).



Kuva 6. Ohjauspiirin piirilevy.

4.4 Varastoautomaation tyyppejä

Varastoille on olemassa laajalti automatisoituja ratkaisuja materiaalin käsittelyä varten tehokkuuden lisäämiseksi, keskittyen materiaalin varastointiin sekä poimintaan.

4.4.1 Automaattinen varastointi

Automaattinen varastointi käyttää hyväkseen muun muassa liukuhihnatekniikkaa, jonka avulla saapuneet tavarat voidaan nopeasti siirtää purkauslaiturilta suoraan kuormalavoille sekä laatikoihin. Tämän jälkeen ne nostetaan hyllylle automatisoidulla pinoajanosturilla (ks. kuva 7).

Varastointi- ja noutamiskoneet on suunniteltu käsittelemään laajalti kuormaus-tyyppejä, mutta tyypilliselle varastolle tämä yleensä tarkoittaa lavallisia kuormia, yksittäisiä pakkauksia, raahauksia, tai molempia. Koko automatisoidun varastojärjestelmän malli keskittyy kuormankäsittelyyn (laajuus) ja toimitusnopeuteen tietyille kuormaustyypeille. (Clemens 2017)

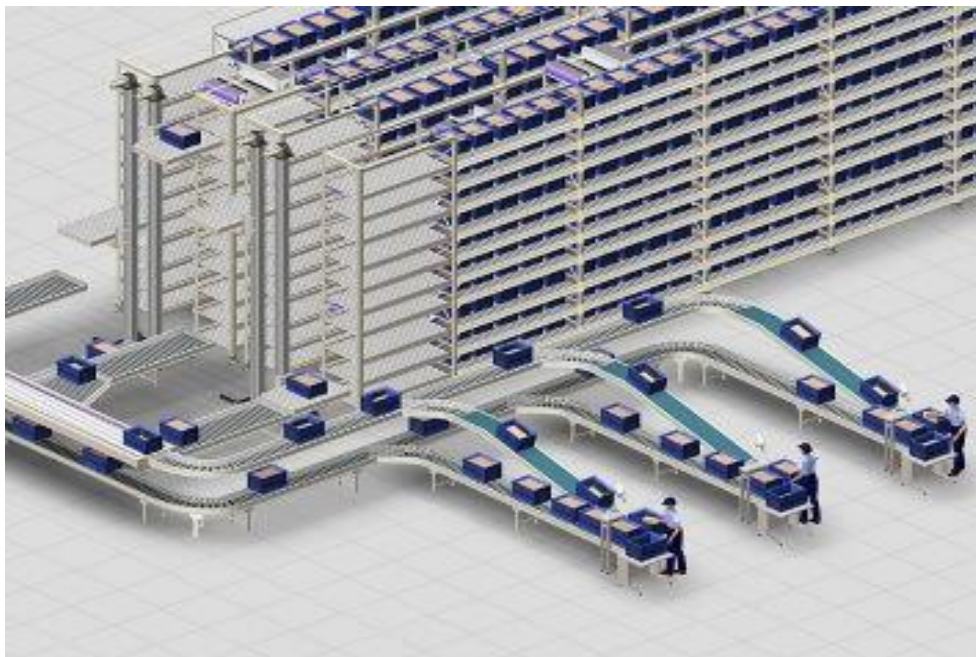


Kuva 7, Automaattinen varastointijärjestelmä.

4.4.2 Kompakti poiminta (Goods-to-man)

Goods-to-man-poimintamenetelmää käytetään yleensä jälleenmyynnissä sekä tukkukaupoissa, joissa on käsiteltävä laajalti erillisiä osia ja komponentteja. Menetelmällä pyritään vähentämään poimintaan kuluvia siirtymäaikoja automatisoimalla tuotteen tai osan paikantaminen sekä poiminta. Tuotteen tai osan tunnus kirjoitetaan järjestelmään, minkä jälkeen se kuljetetaan liukuhihnalla pitkin poimintapaikalta perille (ks. kuva 8).

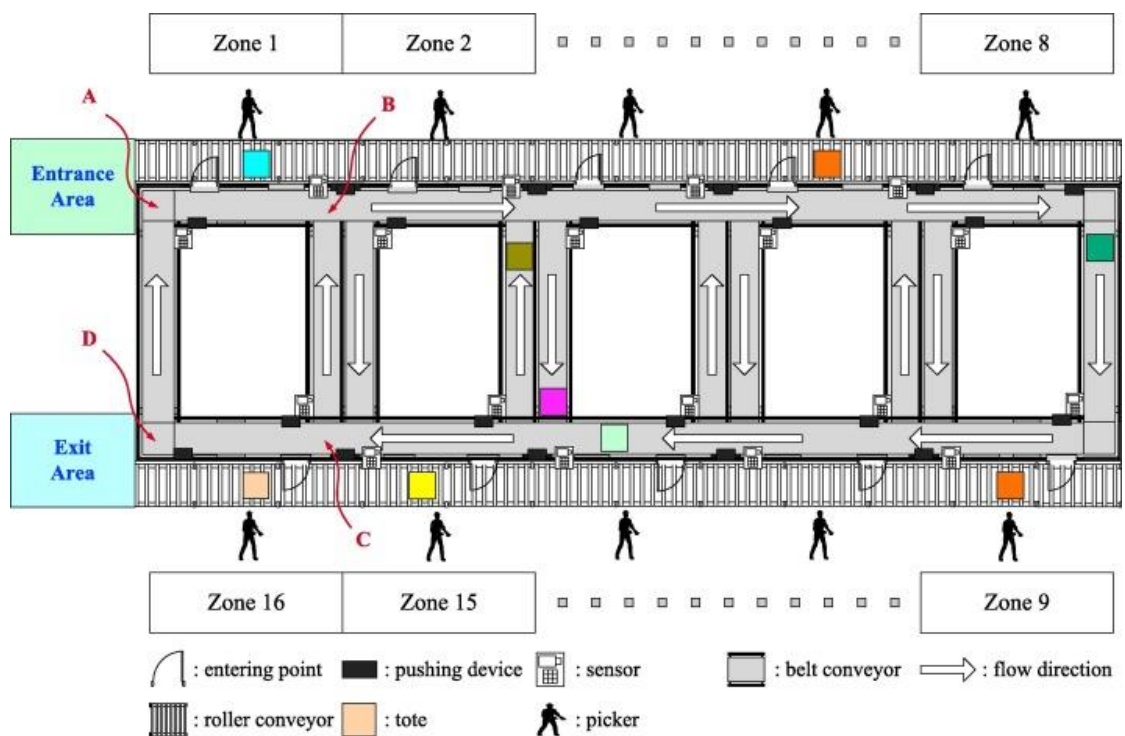
Termillä tarkoitetaan tavaroiden automaattista toimittamista henkilölle, jolla on hallussaan materiaalivirran ohjausjärjestelmä, kuten esimerkiksi karusellit, automatisoitu varastojärjestelmä, tilausvarastointi- ja noutamakone, automaattisesti ohjatut vaunut, robotisoitu lavarakennus, tai jopa kuljetin pohjainen jakelujärjestelmä, joka voi tuottaa jopa 1000 tilausriviä. Yleisesti goods-to-man-järjestelmiä ei ole tarkoitettu nopeasti liikkuvalla varastolle, koska täyttömäärien tukemiseen tarvittavasta täydennystarpeesta. Monilla vähittäiskauppiaille ja tukkukauppiaille on kuitenkin laajalti keskipitkiä ja hitaita varastointiyksiköjä, jotka edellyttävät huomattavan paljon tilaa sekä työvoimaa, joka yleensä muodostaa suurimman osan heidän varastostaan. Tällaiset varastointiyksiköt ovat ideaalisia Goods-to-man järjestelmälle. (McCombs-Wall, Inc. 2012)



Kuva 8. Goods-to-man poimintajärjestelmä.

4.4.3 Aluepiminta (Zone Picking)

Aluepiminta (ks. kuva 9) on vuorostaan vastakohta kompaktille poiminnalle (Man-to-Goods). Kuten Vanderlanden internetsivuilla kerrotaan: ”Keräilyalue on jaettu yksittäisiin poiminta-alueisiin, ja siellä toimivat operaattorit poimivat vain kyseisellä alueella olevia tuotteita. Alueella olevat tuotteet voidaan varastoida virtaussäiliöihin tai hyllyihin. Kun poiminta alueella on valmis, tilauskanta tai kartonkipakkaus kulkee kuljettimen avulla seuraavalle alueelle (Pick and Pass). Tämä järjestelmä vähentää kävelymatkoja poiminta-ajan aikana ja poistaa tungosta keräilykäytävillä ruuhka-aikana. Se on sen vuoksi erittäin tehokas, koska operaattorit voivat poimia suoraan kuljetuslaatikkoihin ja telineisiin (Pick and Pack). (Vanderlande. Zone picking system)



Kuva 9. Esimerkki alue poiminnasta.

4.4.4 Automaattisesti ohjattavat ajoneuvot

Automaattisesti ohjattuja ajoneuvoja käytetään kuljettamaan jatkuvasti ja ennustettavasti materiaalikuormia paikkoihin, jotka muutoin voitaisiin hoitaa haarakatrukeilla, kuljettimilla tai manuaalisesti kärryajoneuvoilla. Niitä käytetään yleensä silloin, kun vaaditaan suuria määriä materiaalin jatkuvaa liikettä, mutta jossa vaaditaan vähän tai ei ollenkaan ihmisen päätöksentekokykyä liikettä kohtaan. Ne ovat erityisen käyttökelpoisia palveluprosesseissa, joissa muutos on jatkuvaa ja esteet, kuten kuljettimet, eivät ole toivottuja. (Bastian Solutions s.a.)

Automatisoitujen ajoneuvojen, ja robottien liikettä ohjataan niiden järjestelmään ennalta määrätyllä reitillä sekä erinäisillä sensoreilla, jotka aistivat ympärillä olevia esteitä. Näitä ovat esimerkiksi laserit, jotka havaitsevat seiniin ja pylväisiin teipattuja teippejä. Menetelmä on hyvä etenkin hyvin kapeissa hyllyväleissä ja käytävissä. Varastossa yleisimpiä automatisoituja ajoneuvoja ovat lavatrukit, vihivaunut joita käytetään raskaisiin ja toistuviin siirtoihin (ks. kuva 10) sekä varastotrukit.



Kuva 10. Tehtaan vihivaunu.

5 VARASTO

Varastoja on aiemmin kutsuttu kustannuskeskuksiksi, jotka harvemmin tuottavat lisäarvoa. Tuotannon siirryttyä halvemmille maille sähköisen kaupankäynnin kasvu sekä kuluttajien lisääntyvät vaatimukset ovat parantaneet varasto-toimintaa. Nykyään varastot nähdään tärkeänä osana toimitusketjua. (Richard 2018, 7.) Varastojen määrää pyritään kuitenkin pitämään mahdollisimman vähäisenä niihin sitoutuvan pääoman vuoksi.

Varastolla tarkoitetaan rakennusta tai tilaa, jossa toimitusketjuun kuuluvat yritykset ja palvelut säilyttävät raakamateriaalejaan tai lopullisia tuotteitaan ennen valmistusta tai myyntiä (ks. kuva 11). Varastot voivat myös toimia välietappeina lähetetyille tuotteille. Suurissa yrityksissä varastot ovat yleensä erillisiä rakennuksia, eivätkä välttämättä sijaitse samalla alueella. Pienemmissä yrityksissä ja liikkeissä varastot voivat sijaita samassa rakennuksessa, kuten esimerkiksi apteekki tai myymälä.

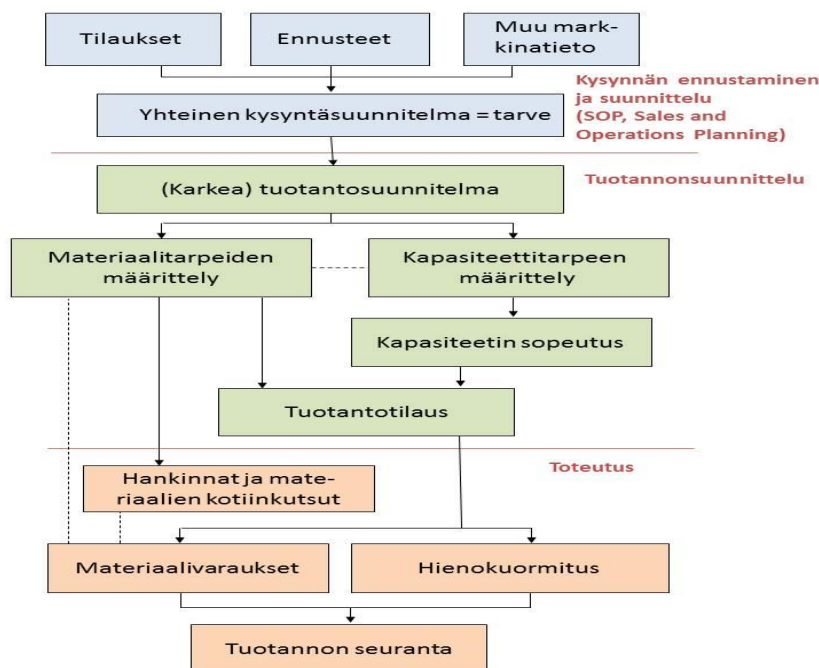


Kuva 11. Varaston käytävä.

5.1 Varastointi

Varastointi puolestaan tarkoittaa varastotoimintaa (warehousing, stock keeping) ja varastotoimintoja (warehouse operations). Liiketoimintana varastointia harjoittavat logistiikkapalveluyritykset tarjoten asiakkailleen varastointipalveluja. Toimitusketjun muut yritykset varastoivat tuotteita eri syistä ja varastointiin liittyvät päätökset ja varastointistrategia ovat yhteydessä yrityksen muihin päätöksiin ja –strategioihin, selkeimmin tuotanto- ja kuljetusstrategioihin. (Logistiikan maailma s.a.)

Varastopalveluilla pyritään siihen, että asiakkaille luodaan mahdollisimman korkea saatavuus tuotteisiin. Vaikka tuote ei olisikaan heti saatavilla liikkeessä, se voidaan toimittaa liikkeen varastolta tarvittaessa. Varastointiin sitoutuu kuitenkin runsaasti pääomaa. Tämän vuoksi tavaran tuottaminen pyritään luomaan mahdollisimman tarkkaan kysynnän mukaan, jottei niiden tarvitse lojua varastossa liian pitkiä aikavälejä. Mahdollisimman nopea läpimenoaika vähentää varaston aiheuttamia kustannuksia huomattavasti. Mutta kysynnän arvioinnissa on ongelmansa. Richards (2018, 17) mainitseekin teoksessaan, että ”Yhteiskuntamme ja markkinamme eivät ole ennustettavissa, jonka vuoksi meidän on varastoitava toimitusketjun eri vaiheissa.”



Kuva 12. Diagrammi tuotannosuunnittelusta.

5.2 Varastotyypit

Varastot luokitellaan niiden käyttötarkoituksen ja toiminnan mukaan. Varastoitavan materiaalin, tavarain, ja tuotteiden laajuuden ja monipuolisuuden vuoksi tarvitaan juuri oikeanlainen varastointitapa jokaiselle kohteelle tilanteesta ja tarpeesta johtuen.

5.2.1 Valmistuotevarasto

Valmistuotevarastosta tapahtuvat tuotteen lähetykset asiakkaalle. Tuotteiden säilytysaika riippuu pitkälti kysynnästä sekä tuotteiden ominaisuuksista. Monesti valmistuotevaraston ja tuotannon yhteistoiminta on hyvin tärkeää, kun kerätään asiakaskohtaisia lähetyksiä, joista mahdollisesti puuttuu vielä osa komponenteista. Tällöin tieto siitä, milloin kyseinen komponentti valmistuu, nopeuttaa useiden lähetysten matkaan saattamista. (Hokkanen & Virtanen, 2013, 20.)

Valmistuotevarastossa säilytetään nimensä mukaisesti valmiita tuotteita. Tuotteen varastointi toteutetaan kysynnän ennusteen mukaan. Kun tiedetään mitä tuotetta juuri sillä jaksolla halutaan kaikkein eniten, on varaston läpimenoa helpompi kontrolloida. Hokkanen ja Virtanen (2013, 21) toteavat: ”Myös myynnin ja hankinnan pitää tietää, milloin uusilla komponenteilla valmistettua tuotetta on alkanut saapua varastoon ja ennen kaikkia paljonko version vanhaa erää on vielä jäljellä. Tämä siksi, ettei varastoon jäisi ns. edellisen kauden tuotteita.”

5.2.2 Keskusvarasto

Varastojen kantamuotona voitaisiin pitää varaston nimeämistä keskusvarastoksi. Nimeämisen yhtenä motiivina on saattanut olla käsitys varaston sisältämien tuotteiden moninaisuudesta. Tuotannon yhteydessä keskusvarastosta on ajateltu löytyvän kaikki, mitä tuotannossa on tarvittu. (Hokkanen & Virtanen 2013, 22)

Keskusvarastot tunnetaan myöskin nimellä Logistiikkakeskus. Kuten logistiikan maailman keskusvarastoa koskevassa artikkelissa (Keskusvarasto s.a.) mainitaan: ”Logistiikkakeskus on tuotteiden hankinnan, varastoinnin ja jakelun yhdistävä toiminnallinen keskus. Logistiikkakeskus voi olla joko ainoastaan yhden toimijan käyttöön tarkoitettu tai se voi toimia usean eri yrityksen keskuksena hyödyntäen yhtä henkilökuntaa ja jonka kustannukset voidaan jakaa eri toimijoiden kesken suhteutettuna käytettyjen varastopaikkojen sekä tapahtumien suhteen.”

5.2.3 Aluevarasto

Toimittaessa maanlaajuisesti tai globaalisti saattaa esille tulla käsite aluevarasto. Tällöin yleisnimityksellä haetaan ajatusta siitä, miten tietyn alueen tarpeita palvelee alueellinen yksikkö. Autoteollisuus ymmärtää aluevaraston käsitteenä yksikön, joka palvelee mahdollisesti koko Euroopan laajuista aluetta. Kotimaisessa verkostossa alueellinen varasto on lähinnä perustettu palvelemaan alueellisia kokonaisuuksia. (Hokkanen & Virtanen 2013, 22)

5.2.4 Jakeluvarasto

Jakeluvarastona voidaan ajatella toimintaa, jossa tuotteet kerätään läheyydeksi asiakkaille. Jakeluvaraston toiminnan yhteydessä on toimintaa, jossa tuotteet ovat asiakkaiden noudettavissa. (Hokkanen & Virtanen 2013, 23)

Jakeluvarastot toimivat muun muassa erinäisten valmistajien tuotteille. Jakeluvarasto toimii siis pitkälti samalla tavalla, kuin muutkin varastotyyppit. Sinne varastoidaan valmistetut tuotteet, jotka jälkeinpäin lähetetään eteenpäin niitä tarvitseville asiakkaille, kuten esimerkiksi myymälöille.

5.2.5 Terminaali

Terminaalissa toiminta painottuu kuormien purkuun ja lastaukseen. Tyypillisiä selvitettäviä asioita ovat kuormasta puuttuneet lähetykset tai väärälle paikkakunnalle saapuneet lähetykset. Kollien lukumäärien seuranta on tärkeää samoin kuin nopeasta työrytmistä johtuvat tarkkuusvaatimukset tuotteiden sijoittamiseksi oikeisiin ruutuihin. (Hokkanen & Virtanen 2013, 23)

Terminaali voidaan ymmärtää hyvin suuren läpivirtausnopeuden sisältäväksi varastoksi. Tyypillistä on aamulla tai yöllä tapahtuva täydennys ja uudelleenlastaus sekä saman toistuminen illan aikana. Kun kyse on maantieliikenteen terminaaleista, tulisi terminaalin olla puoliltapäivin tyhjä. Tämä johtuu rytmityksestä, jossa tavarat vaihtavat paikkakuntaa pääsääntöisesti yön aikana, kun taas tuotteiden jako asiakkaille sekä uusien lähtevien tuotteiden nouto asiakailta tapahtuu päivällä. (Hokkanen & Virtanen 2013, 23)

6 NYKYTILANNE

Nykypäivän internetaikana suuret globaalit yritykset laajoine logistiikkakeskuksineen ovat yleistäneet varastoissaan nykyteknologian robotiikan avulla. Internetin ja informaatioteknologian kehittyessä robotiikan vierellä on pystytty yhdistämään nämä kaksi tekijää. Tässä tapauksessa kyseinen tapa on helpointa toteuttaa varaston poiminnassa. Esimerkiksi pilvipalvelun avulla roboteille voidaan syöttää tarvittavat tiedot joiden avulla toimia. Verkkokaupan kautta roboteille voidaan lähettää tieto saadusta tilauksesta, minkä avulla robotti pystyy paikantamaan tilatun tuotteen ja poimimaan sen.

6.1 Datan käsittelyn mahdollisuudet

Esimerkiksi Amazon ja Verkkokauppa hyödyntävät varastointiin ja jakeluun kehitettyjä robotteja, jotka palvelevat asiakkaita ajasta ja paikasta riippumattomasti. Samalla ne yhdistävät maksuliikenteen, postituksen ja asiakaspalvelun tehtäviä. Näistä ehkä kehittyneimpiä versioita ovat pilvipalvelut, jotka mahdollistavat muun muassa sen, että useita robotteja ja tietojärjestelmiä ja niiden seulontaa voidaan yhdistellä ja ohjata supertietokoneille. Myös pieniä tietokoneita voidaan yhdistellä sarjaksi, jolloin ne muodostavat yhdessä suurkoneen.

Sen seurauksena on mahdollista, että yksittäiset käyttäjät voivat hyödyntää moninkertaistettua tiedon käsittelyn kapasiteettia. (Koistinen 2016)

Suuremmissa ja vilkkaissa varastoissa joihin saapuu jatkuvasti erilaisia tilauksia, paikantamiseen vaaditaan tietynlaista tarkkuutta ja nopeutta. Manuaalinen paikantaminen ei ole mahdotonta, mutta vaikuttaa merkittävästi keräilyyn ja poimintaan kuluvaan aikaan. Yrityksille, joille asiakastyytyvyisyys ja luotettavuus ovat elintärkeitä toiminnan ylläpitämiseksi, tuotteiden saatavuuden on oltava mahdollisimman suuri. Tämän vuoksi juuri apteekki ja posti, joilla tilauksissa tapahtuvien virheiden on oltava mahdollisimman pieni, käyttävät keräilyjärobotteja sekä kuljettimia tuotteiden ja tavaroiden toimittamiseksi asiakkaille. Apteekissa käytössä on myös varastointirobotti, joka pystyy automaattisesti varastoimaan saapuneen tuotteen. Essi Kähkösen aihetta käsittelevässä blogikirjoituksessa (Kähkönen 2016) mainitaankin: ”Kun tukusta tulee toimitus, lääkepakkaukset menevät robottiin. Robotti suorittaa tavaran vastaanoton ja hyllyttää lääkepakkaukset paikoilleen. Myös osastotilaukset ohjautuvat robottiin, ja robotti keräilee lääkkeitä valmiiksi.” Robotteja sanotaan olevan noin joka neljännessä toimivassa apteekissa. Postilla on puolestaan käytössä pakkausrobotti, joka pystyy siihen ohjelmoidun algoritmin avulla automaattisesti pakkaamaan lähtevät lähetykset.

6.2 Automaattisesti ohjautuvat ajoneuvot

Perinteisemmissä varastoissa, joissa automatisoidun keräily toteuttaminen on hankalampaa, ellei jopa mahdotonta, fyysistä rasitusta ja työhön kuluva aikaa pyritään rajoittamaan muulla keinoin. Laajakäytäväsillä varastoilla käytössä ovat automatisoidut ajoneuvot, joiden tehtävänä on niihin asennettujen anturien avulla liikuttaa raskaita kuormia ohjelmoituja reittejä pitkin. Anturit mahdollistavat sen, että ajoneuvot kykenevät aistimaan ympärillään olevan alueen, ja ohjautumaan täten turvallisesti käytäviä pitkin, mutta esimerkiksi trukkeja ei ole täysin automatisoitu. Automaattisiksi luokitellut trukit kykenevät itsenäiseen työskentelyyn vain kauko-ohjauksen avulla niihin vaadittavan monimutkaisemman ohjattavuuden vuoksi. Fyysisesti raskaan taakan kantaminen ei ole roboteille koosta kiinni. Amazonilla on käytössään pieni robotti nimeltään Kiva. Kivan tehtävänä on kantaa tarvittavat tuotteet sisältävät hyllyt

Rosalesin työpisteelle jatkokäsittelyä varten. Amazonin mukaan Kiva-robotit nopeuttavat tilausten käsittelyä keskimäärin tunnilla. (Ikkala 2014)

Porissa sijaitsevan suomalaisen peliyrityksen Tactic Gamesin varastoa ylläpidetään ainoastaan siihen tarkoitettun robotin avulla. Pelkosen kirjoittamassa aiheetta koskevassa uutisessa (Pelkonen 2016) mainitaan, että ”Noin vuosi sitten Tactic tilasi uuden varastojärjestelmän, joka käyttää hyväkseen alan uusinta tekniikkaa. Vastavalmistunut varasto vetää sisälleen peräti 6 800 lavalista tavaraa. Tavaroiden järjestyksestä huolehtii robotti, joka työskentelee yöt ja päivät yksin pimeässä varastossa.” Kyseinen robotti kulkee hyllyjen välejä pitkin lattiaan asennetun raiteen avulla ja varastoi samalla saapuneita pelejä hyllyyn.

6.3 Lennokit

Saksalaisessa Fraunhoferin tutkimuslaitoksessa on kehitteillä lennokkityyppinen Inventory-robotti, jonka tehtävänä on suorittaa varaston inventaario. Fraunhoferin tutkimuslaitoksen Inventory-hanke tekee tiedotteen mukaan varastosaldon päivittämisestä helppoa. Jo nyt robotti pystyy huolehtimaan varastosaldosta. Se herää nappia painamalla. Inventory tunnistaa paketit niissä olevien radiosirujen avulla. Robotissa on antenni, joka tunnistaa sirut. Robotti on tarkoitettu lentämään itsenäisesti ympäri varastoja, jolloin se ei häiritse muuta työntekoa tai häiriinny lattialla liikkuvista työntekijöistä. Se havaitsee oman sijaintinsa varastossa kameran ja liiketunnistimien avulla. Koska robotit osaavat lentää tulevaisuudessa ilman ulkopuolista ohjausta, ne voivat myös korjata varastosaldoja ilman kenenkään hyväksyntää. Tämä vähentää varaston ylläpidon kustannuksia ja viiveitä. (Luotola 2014)

6.4 Varastoautomaatioratkaisuja Suomessa

Myös Suomessa valtavia logistiikkakeskuksia tarvitsevat yritykset ovat investoineet varastoautomaatioon toimitusketjun tehostamiseksi. Seuraavat esimerkit ovat suurimpia Suomessa toimivia logistiikkakeskuksia.

6.4.1 Inex

S-ryhmän logistiikkayritys Inex rakennuttaa Sipooseen keskusvarastoa, joka käyttää hyväkseen nykypäivän robotiikkaa ja automaatiota.

Uudessa keskuksessa automaatio hoitaa valtaosan tuotepakkausten keräilystä ja lavauksesta. Henkilökunta keskittyy valvomaan automaation toimintaa, huoltamaan laitteita, keräämään manuaalisessa käsittelyssä olevat tuotteet sekä vastaanottamaan ja lähettämään tuotteita. Reilun kahden vuoden käyttöönottoprojekti aloitettiin viime kesänä ja logistiikkakeskus on tarkoitus olla täydessä käytössä vuoden 2019 alussa. (Osto&Logistiikka 2017)

6.4.2 Stockmann

2016 Tuusulaan valmistui Stockmannin automatisoitu jakelukeskus. Tuusulan jakelukeskus pyörii pitkälti automaattisesti. Valtavassa tehdashallissa mutkittelee kirkkaanvihreä kuljetin, joka työntää lentokentän matkalaukkuhihnaa muistuttavalla linjastolla tavaraa jakelukeskuksen perällä sijaitsevaan automaattivarastoon. Siellä ei ihmisvoimia tarvita lainkaan, sillä automaattinen järjestelmä työntää tavarat muovilaatikoissa oikeille hyllypaikoille. (Helsingin uutiset 2016)

6.4.3 Sinebrychoff

2017 Sinebrychoff investoi runsaasti tuotantolaitoksensa automaatioon. Sisälogistiikan automaatoratkaisuihin erikoistunut ulvilalainen Cimcorp toimittaa robotisoidun keräilyjärjestelmän Sinebrychoffin tuotantolaitokselle Keravalle. Järjestelmä vastaa materiaalin käsittelystä eli juomien monipakkausten käsittelystä ja keräilystä korkeavarastosta lastauslaiturille, kooten lähetykset asiakaskohtaisesti dollyille eli panimorullakoille. Aiemmin dollyt on kerätty käsin. (Cimcorp 2017)

6.4.4 Hartwall

Hartwallin varastossa tukeudutaan vahvasti sisälogistiikkaan sekä keräilyyn. Panimolavat kuljetetaan automaattisesti lähes 30 metriseen korkeavarastoon ja sieltä ne siirtyvät automaattisesti kuljettimille. Täysautomaattisen järjestel-

män ansiosta hyllystön täyttöaste on erittäin korkea ja tehokas. Alkoholi-juomien trading-keräilyvarastossa on käytössä kevyt läpivirtaushyllystö, josta suoritetaan asiakastoimituksien keräily. Rullakiskoja on pedillä tiheästi, joten eri kokoisten laatikoiden käsittely on joustavaa. (Hartwall s.a.)

7 TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT

Nykypäivänä itsestään ohjautuvien lennokkien sekä ajoneuvojen yleistyessä yhä enemmän ja enemmän, on vaikea olla huomaamatta varastorobotiikan kehityksen suuntaa. Jatkuvasti kehittyvillä lukuantureilla kyetään luomaan yhä tehokkaampia tunnistusjärjestelmiä varastossa työskenteleville roboteille. Tunnistusjärjestelmään ei ainoastaan sisälly ympäristön havainnointi, vaan myös erillisten objektien, kuten esimerkiksi varastoitujen pakettien, tunnistaminen mm. viivakoodien avulla. Tämä asettaa suuria mahdollisuuksia esimerkiksi varastolennokeille. Lennokit eivät kokonsa vuoksi kykene kantamaan järin valtavia ja painavia lasteja, mutta erityisesti pientavaravarastoissa lennokkien potentiaali tullaan varmasti valjastamaan lähitulevaisuudessa. Tällä hetkellä kehityksessä olevilla varastolennokeilla kyetään jo suorittamaan pieni- muotoisia inventaarioita, joten lukulaitteiden kehityksen myötä tehtäviä pystytään varmasti laajentamaan varastoinnin ja poiminnan yhteydessä.

Robottien toimintaa rajoittaa se, että ne on ohjelmoitu juuri tiettyyn tehtävään. Tämän vuoksi robottien välinen vuorovaikutus luo mahdollisuuden yhdistää tehtäviä, luoden laajempia toimintoketjuja varastossa. Tällaisia yhteistyöhön kykeneviä robotteja kehittää Vecna Robotics. Banker toteaa aiheesta koskevassa artikkelissaan (Banker 2018) ”Toinen asia joka erottaa Vecnan muista on se, että heidän robottinsa ovat erittäin yhteistyökykyisiä. Esimerkiksi Amazonin Kiva-robotteja on suunniteltu toimimaan varastossa ihmisten ulkopuolisilla alueilla. Vecnan roboteilla on visiojärjestelmä, joiden avulla ne voivat liikkua turvallisesti ihmisten lomassa käyttäen samoja kulkuväyliä. Heidän robottinsa voivat myös tehdä yhteistyötä muiden robottien kanssa. Esimerkiksi poimijarobotti voi laittaa paketin AVG-tyyppisen robottiin, joka tämän jälkeen kuljettaa paketin kuormanlavanrakennusasemalle.” Kehittäessä tätä osa-alueita on tulevaisuudessa mahdollista luoda kokonainen varasto robottien välisten toimintoketjujen varaan. Tämä ei rajoitu ainoastaan konkreettiseen varastoon, vaan näin voidaan kehittää täysin automatisoitu terminaalijärjestelmä.

Erittäin suuri vaikuttava tekijä robotiikan kehityksessä varastoympäristössä on robotteihin sitoutuneet kustannukset. Vaikka robotit lisäävätkin varaston tehokkuutta huomattavasti poistamalla fyysisen rasituksen ja nopeuttamalla läpivirtausta, tulevat ne silti hyvin kalliiksi. Tämän vuoksi robottien yleistyminen keskikokoisten yritysten varastoissa on hyvin hidasta.

8 LOPPUPOHDINTA

Robotiikan vahvin jalansija varastoympäristössä tuntuisi olevan poiminnan puolella. Tyypillisestä kolminivelisestä robotista on teknologian kehityksen myötä onnistuttu etenemään itsenäisesti liikkuviin robotteihin, jotka eivät tarvitse liikkuakseen kiskoja tai kuljettimia. Datan vastaanoton ja käsittelyn kehityksen myötä nettikauppa on voitu yhdistää varastorobotiikkaan, ja luoda valtavia mahdollisuuksia nettikauppojen varastoille. Robotit kykenevät käsittelemään tilauksia, ja niiden pohjalta noutamaan halutun tuotteen. Poimintaan sijoittuva robotiikka tämänlaisissa nopeasti toimivissa varastoissa on erittäin hyödyllistä virheiden minimoinnin sekä käsittelyn nopeuden kannalta.

Suuremmissa varastoissa on kyetty kehittämään itsestään ohjautuvia ajoneuvoja, jotka kykenevät liikuttamaan suuria lasteja paikasta toiseen. Tähän mennessä robotit eivät kykene sen suurempiin itsenäisiin työskentelyihin. Potentiaalinen kehityksen suunta varastorobotiikassa on robottien välisen vuorovaikutuksen lisääminen, joka mahdollistaa niiden välisiä toimintaketjuja varaston sisällä. Lennokkien kehitys tuo myös mukanaan omat mahdollisuutensa poimintaan ja varastointiin, etenkin lukulaitteita sekä tunnistusantureita kehittämällä.

LÄHTEET

Kirjallisuus

Alasuutari, P. 2012. Laadullinen tutkimus 2.0. 1. painos. Tampere: Vastapaino.

Asmala, H. Koskinen, K. Koskela, M. Mätäsniemi, T. Soini, A. Strömman, M. Tommila, T. Valkonen, J. 2005. Automaatiosovellusten Ohjelmistokehitys. Helsinki: Painomerkki Oy.

Gaudiello, I. Zibetti, E. 2016. Learning Robotics, with Robotics, by Robotics: Educational Robotics. Newark: Wiley.

Haikonen, P. 2017. Tietoisuus, tekoäly ja robotit. Helsinki: Art House.

Heinonkoski, R, Asp, R. & Hyppönen, H. 2008. Automaatio – helppoa elämää? Sastamala: Vammalan Kirjapaino.

Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2013. Varastonhoitajan käsikirja. 2. painos. Tallinna: Tallinna Raamatutrükikoda.

Richards, G. 2018. Warehouse management: A Complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. London: Kogan Page Limited.

Verkkolähteet

Automaatio. 2017. Caverion. [www-dokumentti] Saatavissa <https://www.caverion.fi/jarjestelmat-ja-tuotteet/automaatio> [viitattu 24.1.2018]

Banker, S. 2018. Distinctive Warehouse Robotics Solutions Are Emerging. [www-dokumentti] Saatavissa: <https://www.forbes.com/sites/stevebanker/2018/02/06/distinctive-warehouse-robotics-solutions-are-emerging/#365b9f6a21c7> [viitattu 27.3.2018]

Bastian Solutions s.a. Automated Guided Vehicles. [www-dokumentti] Saatavissa <https://www.bastiansolutions.com/solutions/technology/automated-guided-vehicles> [viitattu 27.2.2018]

Cimcorp. 2017. Cimcorp toimittaa lähettämöautomaatiota Sinebrychoffille. Artikkel. [www-dokumentti] Saatavissa: <https://cimcorp.com/fi/media/news/cimcorp-toimittaa-l%C3%A4hett%C3%A4m%C3%B6automaatiota-sinebrychoffille?page=6> [viitattu 10.4.2018]

Clemens, M s.a. Automated Storage and retrieval Systems: A Beginners Guide. [www-dokumentti] Saatavissa <https://www.bastiansolutions.com/blog/index.php/2017/05/31/asrs-101-automated-storage-retrieval-systems/> [viitattu 26.2.2018]

Fiveash, C. 2016. Inbound Logistics. [www-dokumentti] Saatavissa: <http://www.inboundlogistics.com/cms/article/warehouse-automation-the-next-generation/> [viitattu 21.2.2018]

Groover, M. P. 2017. Encyclopedia Britannica: Automation. Artikkel. [www-dokumentti] Saatavissa: <https://www.britannica.com/technology/automation> [viitattu 6.2.2018]

Helsingin uutiset. 2016. Tältä näyttää yksi maailman moderneimmista jakelukeskuksista – ensimmäisenä pakataan sähköhammasharjan vaihtopäitä. Uutinen. [www-dokumentti] Saatavissa: <https://www.helsinginuutiset.fi/artikkeli/398947-talta-nayttaa-yksi-maailman-moderneimmista-jakelukeskuksista-ensimmaisena-pakataan> [viitattu 10.4.2018]

Ikkala, T. 2014. Tässä on Amazonin tehokkain varastotyöntekijä: Kiva-robotti. Artikkel. [www-dokumentti] Saatavissa: <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/ict/2014-12-01/T%C3%A4ss%C3%A4-on-Amazonin-tehokkain-varastoty%C3%B6ntekij%C3%A4-Kiva-robotti-3257520.html> [viitattu 20.3.2018]

Kasten. Oy Hartwall Ab, Lahti s.a. [www-dokumentti] Saatavissa: <http://www.kasten.fi/Referenssikokoelma/Suomi/Oy-Hartwall-Ab-Finland/> [viitattu 10.4.2018]

Keskusvarasto s.a. Logistiikan maailma [www-dokumentti] Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/logistiikkakeskus/keskusvarasto/> [viitattu 6.3.2018]

- Koistinen P. 2016. Robottiikan nousu ja työllisyyden tuleva kehitys. Blogi. [www-dokumentti] Saatavissa: <http://www.uta.fi/yky/rose/blogit/tyollisyys.html> [viitattu 20.3.2018]
- Kähkönen, E. 2016. Tehoa ja turvallisuutta robottien avulla. Blogi. [www-dokumentti] Saatavissa: <http://www.oriola.com/fi/blogit/asiantuntijuutta-sinulle/tehoa-ja-turvallisuutta-robottien-avulla/> [viitattu 20.3.2018]
- Luotola, J. 2014. Lentävät robotit hoitavat itsenäisesti varastomiehen töitä. [www-dokumentti] Saatavissa: <https://www.tivi.fi/Arkisto/2014-12-03/Lent%C3%A4v%C3%A4t-robotit-hoitavat-itsen%C3%A4isesti-varastomiehen-t%C3%B6it%C3%A4-3151117.html> [viitattu 24.3.2018]
- McCombs-Wall, Inc s.a. Engineering. Goods to Man. [www-dokumentti] Saatavissa: <http://www.mccombs-wall.com/goods-to-man/> [viitattu 26.2.2018]
- Osto&Logistiikka. 2017. Inex Partners investoi automaatioon. [www-dokumentti] Saatavissa: <http://www.ostologistiikka.fi/etusivu/inex-partners-investoi-automatioon> [viitattu 9.4.2018]
- (Pelkonen, J. 2016. Robotti ei tarvitse happea toimiakseen – Tactic Gamesin uudessa varastossa tulipalo on mahdoton ajatus. Uutinen. [www-dokumentti] Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-9339103> [viitattu 26.3.2018]
- Salmi, T. 2014. Robottiikka – monien mahdollisuuksien tekniikkaa, Artikkel. [www-dokumentti] Saatavissa: <http://www.vtt.fi/Impulssi> [viitattu 29.1.2018].
- Scott, W. 2011. History of Automation in Manufacturing, Artikkel. [www-dokumentti] Saatavissa: www.brighthubengineering.com/manufacturing-technology/ [viitattu 8.2.2018]
- Satula, H. 2017. Työkaveri nimeltä robotti, Artikkel. [www-dokumentti] Saatavissa: <https://www.ostologistiikka.fi/kategoriat/teknologia> [viitattu 29.1.2018]
- Vanderlande s.a. Zone picking system. [www-dokumentti] Saatavissa: <https://www.vanderlande.com/warehousing/innovative-systems/order-fulfillment/zone-picking> [viitattu 27.2.2018]
- Varastointi s.a. Logistiikan maailma. [www-dokumentti] Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/> [viitattu 14.2.2018.]
- Vänskä, P. 2011. Apteekki-automaatti, Artikkel. [www-dokumentti] Saatavissa: <https://tekniikanmaailma.fi/apteekki-automaatti/> [viitattu 5.2.2018]

KUVALUETTELO

Kuva 1: Teoreettinen viitekehys

Kuva 2: Postin varaston keräilyrobotti. Uusiteknologia. 2016. Saatavissa: <https://www.uusiteknologia.fi/wp-content/uploads/2016/07/postilaatikkorobotti-1-999x509.jpg> [viitattu 21.2.2018]

Kuva 3: Ajettava hyllyjärjestelmä. Jungheinrich s.a. Saatavissa: http://www.jungheinrich.fi/typo3temp/_processed_/csm_Verfahrbares_Regal_3D_1f812b7687.jpg [viitattu 21.2.2018]

Kuva 4: Piirustus alkeellisesta vesimyllystä. Norfolk Mills s.a. Saatavissa: <http://www.norfolk Mills.co.uk/images/Watermill%20machinery.jpg> [viitattu 6.2.2018]

Kuva 5: Kuva varhaisesta höyrymoottorista. Bibalex s.a. Saatavissa: <https://www.bibalex.org/PSC/Attachment/Attachment/steam-engine1.jpg> [viitattu 6.2.2018]

Kuva 6: Ohjauspiirin piirilevy. Matjarv.mbnet. s.a. Saatavissa: <http://matjarv.mbnet.fi/elektron/picf877/kuvat/piirilev1.gif> [viitattu 6.2.2018]

Kuva 7: Automaattinen varastointijärjestelmä. Bastiansolutions s.a. Saatavissa: <https://www.bastiansolutions.com/blog/wp-content/uploads/2017/05/ASRS-guide.jpg> [viitattu 26.2.2018]

Kuva 8: Goods-to-man poimintajärjestelmä. Daifuku-logisticsolutions s.a. Saatavissa: <http://www.daifuku-logisticssolutions.com/image.jsp?id=4372> [viitattu 26.2.2018]

Kuva 9: Esimerkki alue poiminnasta. ScienceDirect. 2017. Saatavissa: <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0360835217304230-gr12.jpg> [viitattu 27.2.2018]

Kuva 10: Tehtaan vihivaunu. Wikiwand s.a. Saatavissa: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/42/Rockla_AGV.jpg [viitattu 27.2.2018]

Kuva 11: Varaston käytävä. Clearpath Robotics. 2015. Saatavissa: https://www.clearpathrobotics.com/wp-content/uploads/2015/12/Materials-handling-shutterstock_3296390.jpg [viitattu 27.2.2018]

Kuva 12: Diagrammi tuotannosuunnittelusta. Logistiikanmaailma s.a. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/wp-content/uploads/2017/03/Kysynta-toimitusketju.png> [viitattu 14.2.2018]