

AUTOMAATTITRUKIN HYÖDYNTÄMINEN MATERIAALIVIRROISSA

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotantopainotteinen
mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Ulugbek Rajalin

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka

ULUGBEK, RAJALIN:

Automaattitrukin hyödyntäminen
materiaalivirroissa

Tuotantopainotteisen mekatroniikan opinnäytetyö, 33 sivua, 1 liitesivu

Kevät 2017

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli esiselvittää automaattitrukin hyödyntämistä materiaalivirroissa Kemppi Oy:llä. Kyseisessä projektissa oli mukana kaksi automaattitrukin toimittajaa, jotka tarjosivat omia automaattioratkaisuja.

Tutkimuksen aineisto kerättiin julkisesta teoretiedosta, jossa perehdyttiin ensin sisäisen logistiikan materiaalivirtojen hallintaan ja käsittelyyn, jonka jälkeen avatiin hieman automaatiota ja automaattitrukkia eli AGV:tä. AGV-osuudessa hyödynnettiin toimittajien antamia tietoja. Keskustelut heidän kanssaan olivat luottamuksellisia, minkä takia tässä tutkimuksessa hyödynnettiin tietoa vain yleisellä tasolla.

Tutkimusmenetelmä oli kvalitatiivinen eli laadullinen, joka toteutettiin Kemppi Oy:n toimintaa silmällä pitäen. Tutkimuksessa käytettiin hyväksi teemahaastattelua ja havainnointia. Tutkimuksen tueksi kartoitettiin, mitkä olivat toimittajien näkemyksiä automaattioratkaisuissa.

Empiirisessä osuudessa tarkastellaan kohdeyrityksen nykyistä materiaalivirtojen tilannetta sekä tarvetta automaattitrukin hankinnalle. Tutkimus on rajattu materiaalivirtoihin sekä automaattitrukin tuomaan hyötyyn. Tutkimuksessa selvitettiin erilaisia automaattitrukin ohjaustapoja, mikä soveltuisi kohdeyritykseen parhaiten.

Tutkimustulosten pohjalta selvisi, että nykyinen menetelmä materiaalin siirtämiselle ei ole paras mahdollinen. Se vie liikaa aikaa työntekijöiltä ja sitoo heitä, eikä prosessi tuota lisäarvoa tuotteille. Tutkimusteoria, haastattelut sekä toimittajien kanssa käydyt keskustelut vahvistivat AGV:n mahdolliset hyödyt tehtaan automatisoinnissa.

Toimeksiantaja halusi kuulla ideoita jatkokehittämiselle ja ajatuksia, kuinka AGV:tä olisi mahdollista hyödyntää muilla tavoilla. Tutkimustyön valmistuttua Kemppi Oy ei ollut vielä päättänyt laitetoimittajaa, mutta on varma AGV:n investoinnista.

Avainsanat: AGV, vihivaunu, automaattitrukki, materiaalivirrat, sisäinen logistiikka

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

ULUGBEK, RAJALIN: Utilizing the Automated Guided
Vehicle in Material Flows

Bachelor's Thesis in production oriented mechatronics, 33 pages, 1 page
of appendices

Spring 2017

ABSTRACT

The aim of this study was to pre-examine the utilization of the Automated Guided Vehicle (AGV) in material flows at Kemppi Ltd. The project involved two AGV suppliers, who provided their own solutions for automation.

The literature part is based on external sources of theory. It first presents the processing and handling of material flows in internal logistics. After this, the study focuses on explaining automation and the AGV. In the part that focuses on the AGV, the most essential sources of information are the suppliers. Conversations with the suppliers have been confidential and that is why the information is presented only at a general level.

The study was conducted using qualitative methods. Theme interviews and observation were used. The suppliers' outlooks on automation solutions were examined to support the study. In the empirical section, the current status of material flows and demand for purchasing the AGV for Kemppi Ltd. were studied.

The study was limited to material flows and the benefits from having the AGV. The study investigated which controlling methods would be the most suitable for the target company.

Based on the research results, it was found that the current method for relocating materials is not the most suitable alternative. It consumes too much time, ties up the employees, and the process does not result in added value towards the products. Research theory, interviews and conversations with suppliers confirm the possible benefits from the utilization of the AGV for the automation process of the factory.

The client also wanted to hear ideas for follow-up development as well as ideas for how the AGV could be used for other purposes. Kemppi Ltd. has yet to choose the AGV supplier, but is certain to purchase one.

Keywords: AGV, internal logistics, material flow

LYHENNE- JA SANASTOLUETTELO

AGV = Automaattitrucki eli AGV (engl. Automatic Guided Vehicle) tunnetaan Suomessa paremmin nimellä vihivaunu.

FIFO = First In First Out, logistiikan menetelmä, jossa ainekset käytetään varastoon tulo järjestyksessä.

RFID = Radio Frequency Identification, Radiotaajuustunnistus, käytetään saattomuisteissa etätunnistamaan tuotteita.

RFID-tunniste = Tunniste (engl. RFID Tag) sisältää antennin, joka lähettää ja vastaanottaa radiotaajuisia kyselyitä.

Kanban = Japanin kielen sana, joka tarkoittaa korttia. Tuotannon materiaalihjaukseen kehitetty menetelmä, JIT-periaatteen mukaan toimivassa järjestelmässä käytetään kuljetus- ja siirtokorttina.

JIT = Just In Time, JIT-filosofian mukaisesti toimitukset ovat juuri ajallaan.

Hub = Keskustermiinaali, jossa varastotoiminta on ulkoistettu ja kuljetettavat tavarat lajitellaan jakelua varten.

AS/RS = Automated Storing/Retriving System eli täysin automatisoituja korkeavarastoja ja hyllytaloja.

WMS = Varastonhallintajärjestelmä, WMS (Warehouse Management System). Sen avulla hallitaan tavaran siirtely varaston sisällä, vastaanotto, hyllytys, keräily, pakkaus ja toimitus.

Stand-alone = Itsenäinen järjestelmä, joka ei ole kytketty muihin järjestelmiin.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	SISÄINEN LOGISTIikka	3
2.1	Materiaalivirtojen hallinta	4
2.2	Materiaalinkäsittely	4
2.3	Materiaalinkäsittelyautomaatio	7
3	AUTOMAATIO JA AGV	9
3.1	AGV	10
3.2	AGV-tyypit	12
3.3	AGV-referenssit	14
4	TUTKIMUSMENETELMÄ	15
4.1	Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet	15
4.2	Tutkimuksen luonne ja tutkimusmenetelmä	15
5	KEMPPI OY	18
5.1	Materiaalivirtojen nykytila ja tarvemäärittely	18
5.2	Toteutussuunnitelma	20
5.3	AGV:n varustus ja ohjaustapa	24
6	KEMPPI OY:N KEHITYSMAHDOLLISUUDET	26
6.1	Sisäiset muutokset	26
6.2	Laite- ja ohjelmistoinvestoinnit	26
7	YHTEENVETO	28
	LÄHTEET	30
	LIITTEET	34

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään automaattitrukin hyödyntämistä valmistavan teollisuuden materiaalivirroissa. Tutkimuskohde on rajattu Kemppi Oy:n tuotetehtaan materiaalitoimintoihin. Teoriassa automaattitrukista käytetään useita eri nimityksiä, kuten AGV ja vihivaunu. Tässä tutkimuksessa käytetään automaattitrukin lyhennettä AGV.

AGV on vielä uusi asia Suomessa; vaikka niitä löytyy, ne ovat usein logistiikkakeskuksissa, joissa volyymit ovat suuria. Suomen tuotantoteollisuudessa AGV:t eivät ole yleisiä, mutta tilanne saattaa muuttua tulevaisuudessa automaation kasvaessa.

AGV:n teoria osuutta oli vaikeaa löytää, koska siihen liittyvää julkista tutkimusmateriaalia on vain vähän saatavilla. Puolestaan logistiikasta ja materiaalivirroista löytyy aikaisempaa tutkimusmateriaalia laajasti. Tuotantoon liittyvän logistiikan tehostamisen eräänä keinona on tarkastella koko tuotantolaitoksen koko toimitusketjua ja pyrkiä nopeuttamaan prosessin virtausnopeutta. (Karrus 2001, 87.)

Materiaalivirtojen ja logistiikan kehittäminen yritystoiminnassa on entistä tärkeämpää, kun keskimäärin 35 % teollisuusyritysten kilpailukyvyistä tulee logistiikasta. Suomessa vuonna 2014 keskimäärin 12 % liikevaihdosta oli logistiikkakustannuksia. Automaation avulla saadaan nykyisin lyhyet takaisinmaksuajat ja yrityksen kilpailukykyä kasvatettua. (Teknologiateollisuus 2015.)

Tutkimusmenetelmä on laadullinen ja toteutettu teemahaastatteluna ja apumenetelmänä havainnointia hyväksi käyttäen. Tutkimusaineisto on kerätty laitetoimittajien tarjouksista, ulkoisesta teoritiedosta sekä toimihenkilöiden haastatteluista. Tutkimus on toteutettu erityisesti Kemppi Oy:n toimintaa silmällä pitäen, mutta toivoen myös, että tutkimuksesta olisi hyötyä myös muille, erityisesti niille tahoille, jotka haluavat kehittää sisälogistiikan materiaalivirtojen automatisointia. Tutkimuksen lopussa

tuodaan esille materiaalivirtojen automatisoinnin hyötyjä ja uusia kehitysideoita.

2 SISÄINEN LOGISTIIKKA

Käsitteenä logistiikka on materiaalin hankintaa, tuotantoon ja jakeluun liittyvä strategisesti johdettu materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen integroitu prosessi. Päämäärä on parantaa yrityksen tuottoa oikeasuuntaisilla strategisilla valinnoilla, kehittämällä asiakkaille lisäarvoja ja hyötyjä, parantamalla materiaalitoimintojen kustannustehokkuutta sekä lisäämällä kierrätystä. (Haapanen 1993, 61.)

Toisaalta logistiikka-termiä voidaan myös käyttää suppeammassa merkityksessä, jolloin logistiikalla tarkoitetaan jakelun ja kuljetusten suunnittelua (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 462).

Sisälogistiikkaan kuuluu toiminta yrityksen toimitilojen sisäpuolella, mikä rajaa pois kaikki tehtaan ulkopuolella tapahtuvan kuljetuksen.

Materiaalivirran hallinta, varastointi sekä ohjaaminen ovat sisälogistiikkaa kuuluvaa toimintaa. Yrityksen sisäisten materiaalivirtojen suunnittelua ja ohjausta nimitetään sisäiseksi logistiikaksi. (Sakki 2001, 25; Haverila ym. 2009, 462.)

Sisäisen logistiikan tavoitteena on saada oikea tuote, oikeaan paikkaan ja oikeaan aikaan mahdollisimman pienin kustannuksin. Materiaali- ja informaatiovirtojen onnistuneella suunnittelulla on mahdollista saavuttaa merkittäviä säästöjä. (Haverila ym. 2009, 462.)

Taloudelliset näkökulmat ovat päätekijöitä logistiikan mittaamisessa. Logistiikkaan ei katsota kuuluvan tuotteen valmistus, myynti tai hallinnolliset toiminnot. Välilliset toiminnot eli valmistus, myynti ja tuotteen hallinta tuottavat asiakkaalle lisäarvoa aiheuttaen samalla kustannuksia. Välittömien valmistus ja myyntikustannusten määrittäminen katsotaan helpoksi, mutta välillisten kustannusten määrittäminen on työläämpää. Monissa yrityksissä ei ymmärretä informaatio- ja materiaalivirtojen vaikutusta toiminnan tulokseen. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 57–58.)

2.1 Materiaalivirtojen hallinta

Materiaalivirtojen hallinnalla tarkoitetaan yrityksen raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja lopputuotteiden hankinnan, varastoinnin ja jakelun hallintaa. Materiaalihallinnan puitteissa ohjataan kaikki yrityksen materiaalivirrat toimittajalta asiakkaalle saakka. Materiaalihallinta ja hakintatoimen rooli ovat korostuneet selvästi viime vuosina, mikä johtuu yritysten kustannusrakenteen lisääntymisestä. Toimenpiteisiin on ryhdytty pienentämällä varastojen kokoa ja samalla tilaus-toimitusprosessien läpimenoaikaa lyhentämällä, edellyttäen materiaalitoimintojen tehokasta hallintaa ja organisointia. (Haverila ym. 2009, 443.)

Materiaalivirtojen hallinta edellyttää erilaisten suunnittelutehtävien toteutusta. Logistiikan tehokkaalla ohjauksella pyritään minimoimaan valmistuksen, varastoinnin ja kuljetusten kustannukset sekä ylläpitämään asiakkaiden vaatiman palvelutason ja toimitusajan. Materiaalivirtojen onnistuneella suunnittelulla on mahdollista saavuttaa merkittäviä säästöjä tuotantoteollisuudessa. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 464.)

2.2 Materiaalinkäsittely

Materiaalinkäsittely käsittää kaikkia niitä toimenpiteitä, joilla vaikutetaan fyysisesti materiaalin olotilaan eli kaikkea tuotantoon liittyvää muokkausta ja materiaalin siirtoa. Varastointi ei kuitenkaan ole materiaalinkäsittelyä, vaan materiaalin säilyttämistä. Silti varastojen suunnittelu ja hallinta ovat erittäin tärkeitä materiaalinkäsittelytoimenpiteitä sisäisessä logistiikassa. (Hokkanen ym. 2011, 139.)

Materiaalinkäsittelytoimenpiteeseen kuuluu myös sisäiset siirrot, koska materiaali pysyy koskemattomana, sillä vain ainoastaan materiaalin sijainti muuttuu. Sisäiset siirrot ovat olennainen osa tuotantolaitoksen materiaalivirtaa, ja ne liittyvät saumattomasti lähetysten purkamiseen, tuotantoon siirtämiseen ja valmisteiden pakkaustoimintoihin. (Hokkanen ym. 2011, 139–140.) Toimitusaikaa kilpailukeinona käyttävät yritykset

pyrkivät lyhentämään tilaus-toimitusaikaa, jolloin sisäisen materiaali- ja informaatiovirtojen tehostaminen, tasapainottaminen ja asetusaikojen lyhentäminen ovat pääkeinoja (Karrus 2001, 58).

Sisäiset siirrot liittyvät yrityksen tuotantoon, ja ne suoritetaan yrityksen omalla kalustolla. Siirroilla tarkoitetaan prosessiin liittyvää materiaalsiirtoa eri tuotantopisteiden välillä, eikä niihin lueta prosessin sisällä tapahtuvia siirtymiä. Niinpä siirroiksi katsotaan esimerkiksi paperitehtaassa sellumassan siirto paperikoneelle ja valmiin paperin siirto varastoon. Koneen suorittama siirtymä luetaan tuotantoprosessiin kuuluvaksi, vaikka prosessin sisällä tapahtuva siirtomatka on satoja metrejä. Vaikka termi sisäiset siirrot viittaakin sisällä tapahtuvaan toimintaan, se ei välttämättä rajoitu fyysisesti sisätiloihin. Sisäiset siirrot voidaan tulkita käsittävän yrityksen koko tehdasalueen esimerkiksi, jos kaksi tuotantolaitosta ovat vierekkäin samalla tontilla. (Hokkanen ym. 2011, 139–140.)

Sisäisten siirtojen järjestäminen riippuu paljolti kuljetustarpeesta. Materiaalivirtojen säännöllisyys ja siirtojen määrät ohjaavat pitkälti valittavan kuljetustavan. Satunnaiset kuljetukset hoidetaan erillistoimituksena kulloinkin saatavan tilauksen mukaan. Säännölliset materiaalivirrat voidaan hoitaa erityisiä sisäisiä kuljetusreittejä käyttämällä. Tällöin yrityksellä voi olla tietty kuljetusväline, joka kuljettaa tilaukset aikataulun mukaisesti varastojen ja osastojen välillä. Tällöin siirtopisteiden välille on rakennettu kiinteä kuljetinjärjestelmä. (Hokkanen ym. 2011, 140.)

Kun varaston toimintaa tarkastellaan systemaattisesti materiaalivirran mukaisessa järjestyksessä, voidaan erottaa monia poikkeavia toimenpiteitä kuviosta 1. Kuviosta tulee huomioida kolmiolla merkityt odotuspisteet, koska varsinkin odotukset ovat kriittisiä esteitä materiaalivirran jouhevalle kululle. (Hokkanen ym. 2011, 141.) Tästä syystä materiaalivirrat saattavat pysähtyä pidemmäksi aikaa, koska työntekijät eivät ole heti valppaina odotuspisteillä.



KUVIO 1. Materiaalinkäsittely

Usein varaston ja tuotannon sisäinen liikenne ovat vilkasta, minkä takia sisäisten kuljetusten suunnittelu on avainasemassa materiaalisiirtojen toimivuuden kannalta. Suunnittelussa ongelma on myös työturvallisuus. Vaikka samoissa käytävissä liikkuu sekä jalankulkijoita että työkoneita, on käytävien oltava hukkatilan minimoimiseksi melko kapeita, joten äännettömästi liikkuvat sähkötrukit aiheuttavat riskin jalankulkijoille. (Hokkanen ym. 2011, 141.)

Materiaalinkäsittely voidaan järjestää kolmella eri periaatteella:

- mekaanisesti
- puoliautomaattisesti
- automaattisesti.

Seuraavaksi tarkastellaan lyhyesti näitä kolmea vaihtoehtoa. Mekaanisella materiaalinkäsittelyllä tarkoitetaan perinteisesti henkilötyövoiman ja mahdollisten työkoneiden avulla suoritettavaa materiaalinkäsittelyä, jolloin automaatiota ei käytetä lainkaan tai vain rajoitetusti. Tyypilliset välineet ovat haarukkavaunu, trukki, kuljettimet ja pinomisvaunu. Pyrkimyksenä on aina suorittaa kuljetus alusta loppuun käyttämällä samaa siirtovälinettä. (Hokkanen ym. 2011, 140–146.)

Mekaanista materiaalinkäsittelyä voidaan tukea tiettyjen toimintojen automatisoinnilla, jolloin luodaan puoliautomaattinen materiaalinkäsittelyjärjestelmä. Tyypillisiä puoliautomaattisia järjestelmiä ovat vihivaunu eli AGV, automaattilajittelu, robotiikka ja paternosterjärjestelmä. (Hokkanen ym. 2011, 140–146.)

Automaattilajittelua käytetään yleensä kuljetinjärjestelmien yhteydessä, kun varastosta kerätyt tuotteet on toimitettava oikeille kuormauslaitureille. Tällöin yleensä pakkauksen yhteydessä tuotteisiin asetetaan koodi, jonka avulla kuljetinradan optiset lukijat ohjaavat lähetyksen oikealle laiturille. Automaattilajittelijat ovat lähinnä täysin automatisoituja tietokoneohjattuja tunnistustekniikoilla varustettuja korkeavarastoja AS/RS-laitteistoja ja hyllytaloja, jossa hyllytys ja keräily suoritetaan tietokoneohjatuilla noutimilla ja hyllystövaunuilla. Automaattilajittelijat noudattavat FIFO-periaatteen toteuttamista. (Hokkanen ym. 2011, 147–148.)

2.3 Materiaalinkäsittelyautomaatio

Perinteisesti sisäiset siirrot on hoidettu mekaanisesti miestyövoimalla, joko työnnettävillä kärryillä tai moottorikäyttöisillä työkoneilla. Teknologian kehitys on mahdollistanut materiaalsiirtojen automatisoinnin. Automaatiota

hyödynnettiin jo 1920-luvulla, kun Henry Ford kehitti henkilöautojen valmistuksessa sarjatuotannon. Valmistettavat autot kuljetettiin jatkuvana virtana työpisteestä toiseen, joissa työ tehtiin mahdollisimman nopeasti pakkotahdistetusti. Liukuhihnojen käyttöönoton myötä tuotanto tehostui. (Heinonkoski, Asp & Hyppönen 2008, 100–101.)

Vasta 1980-luvulla mikrotietokoneiden räjähdysmäinen lisääntyminen on mahdollistanut riittävän luotettavan tunnistus- ja ohjausjärjestelmän materiaalinkäsittelyn automatisoinnissa. Automaattijärjestelmillä pyritään toiminnan tehostamiseen ja kustannusten alentamiseen. Automaatio vähentää henkilöstön tarvetta ja sitä kautta työkustannuksia. Lisäksi inhimilliseen työhön verrattuna automaatiolaitteet ovat nopeampia ja tarkempia. (Raivio & Syrjänen 2005, 44.)

Siirtojen automaatioasteen määrääviä tekijöitä ovat kuljetettavat tavarat, toimitusten eräkoko ja toimitustaajuus. Automaatiota käytetäänkin, jos siirrettävien materiaalien volyymin ollessa suuri ja pakkauskoon ollessa homogeeninen eli yhdenmukainen. Automaatiolaitteiden hankinta- ja ylläpitokustannukset ovat usein niin korkeat, että pienten tavaravirtojen siirtäminen on edullisempaa perinteisellä mekaanisella tavalla. Pakkauksien runsas muoto ja koko vaihtelut tuottavat ongelmia automaatiojärjestelmille. Usein tuotantotehtaissa nähdään puoliautomaattisia ratkaisuja, kuten paternoster-järjestelmät, automaattivarastot, AGV, kuljettimet sekä yksinkertaista robotiikkaa. (Hokkanen ym. 2011, 142–148.)

3 AUTOMAATIO JA AGV

AGV on kehitetty eri tarkoituksiin 1950-luvulta lähtien. Materiaalinkäsittely toimii lähes mekanisoidun järjestelmän tavoin. Olennainen ero on se, ettei järjestelmän yhteydessä tarvita trukinkuljettajaa. Järjestelmässä vaunuille on valmiiksi suunniteltu reitit, joita pitkin vaunut kiertävät. Alun perin reittien ohjaus perustui lattiaan upotettuun induktiokaapelointiin, joka muodosti kulkuradan vaunujen seurattavaksi. Eri tekniikoiden kehittymisen myötä AVG:n automaatioaste sekä ohjaus kehittyivät. (Hokkanen ym. 2011, 146–147.)

AGV:n etuja ovat pienempi henkilökuntatarve ja trukki siirron aikana inhimillisistä virheistä aiheutuneiden vaurioiden eliminointi. Puoliautomaattisessa materiaalinkäsittelyssä työntekijä työskentelee keräilyalueella keräillen tuotteita AGV:lle, joka toimittaa ne jatkokäsittelyyn. (Hokkanen ym. 2011, 147.)

Automaatio pitää sisällään eri komponentteja sekä toimilaitteita. Nykyaikaisessa automaatiojärjestelmässä on yleensä ohjelmoitava logiikka, joka mahdollistaa useiden tietojen keräämisen, käsittelyn ja lähettämisen ohjattaville laitteille. Logiikassa voi olla jopa tuhansia sisään- ja ulostuloja. Nämä asiat määräävät automaatiokeskuksen suuruuden sekä sen vaatiman tilan. (Automaatioseura 2010.) Automaation merkitys suomalaisen teollisuuden kilpailukyvyllä on hyvin merkittävä (Raivio & Syrjänen 2005).

Automaatio tuo mukanaan useita hyötyjä, joista merkittävimpiä ovat tehokkuuden ja nopeuden paraneminen, säästöt työvoimakustannuksissa, työturvallisuuden paraneminen sekä laatuvirheiden eliminointi. Pitkälle viety automaatio tekee ympäri vuorokauden tehdystä työstä kannattavampaa työvoimakustannuksista kertyvien säästöjen avulla. Tämän vuoksi sen hyödyt korostuvat erityisesti korkeiden työvoimakustannusten alueilla ja takaisinmaksuajat lyhenevät. Haittapuolena automaatiolla on puolestaan pääasiassa

investointikustannukset, jotka sinänsä luovat tietynlaisen riskin. (Pitkä 2009.)

Automaatiotekniikka tarkoittaa koneiden, laitteiden ja prosessien ohjaamista automaattisesti ilman ihmisen välitöntä vaikutusta. Automaatiosta on tullut välttämätön ja erottamaton osa tuotantoprosessia sekä prosessiteollisuudessa että kappaletavaratuotannossa. Siitä on myös tullut erityisesti kone- ja sähköteollisuudessa välttämätön ja erottamaton osa myytävää tuotetta. Monet suomalaiset koneet ja laitteet ovat kilpailukykyisiä juuri edistyksellisen integroidun ohjausautomaation ansiosta. (OAMK 2009.)

Automaatioala on keskeinen osa teollisen toiminnan tuki toimialaa. Prosessiautomaation välillinen merkitys Suomen prosessiteolliselle tuotannolle on korvaamaton. Suomen perinteisesti keskeisten teollisuudenalojen, kuten metsä- ja terästeollisuuden, kansainvälinen kilpailukyky pohjautuu pitkälti automatisoituihin prosessiautomaatiojärjestelmiin. Kun taas kappaletavara-automaation merkitys matkapuhelin- ja elektroniikkatuotannolle on ollut suuri viimeisten 10 vuoden aikana. Globaali kilpailutilanne on kuitenkin alalla ihan erilainen kuin metsä- tai terästeollisuudessa. (Raivio & Syrjänen 2005, 1.)

3.1 AGV

AGV on tietokoneella ohjattu trukki (kuva 1), joka kulkee lattiatasolla ilman ohjaavaa kuskia ja hoitaa usein hyvin yksinkertaisia tehtäviä ohjelmoidulla järjestelmällä. AGV kulkee järjestelmään määritetyn reitin sensorien ja turvalaitteiden avulla. AGV saa virtansa akkujen avulla ja osaa itse mennä latauspisteelle lataamaan akkuja. Käyttöaika vaihtelee AGV:llä työmäärien osalta suuresti, hyvin tyypillinen käyttöaika on 8 – 12 tuntia. (Rocla 2017d.)



KUVA 1. Perinteisen trukin ja AGV:n eroavaisuudet (muokattu lähteistä Rocla 2017; Forcliffaction 2013)

AGV:n päämäärä on edistää materiaalinkäsittelyn tehokkuutta, vähentää kustannuksia ja kasvattaa yritykselle suurempaa katetuottoa. AGV tekee työntekijöistä entistä tehokkaampia vapauttamalla heidät muihin työtehtäviin, jolloin yritys saa enemmän tuotantotehokkuutta ilman palkkaamalla lisää työntekijöitä. (Trebilcock 2011.) Vuorotyössä voidaan saavuttaa huomattavia säästöjä, koska automaatiolla voidaan tehdä työtehtäviä ympäri vuorokauden, ilman keskeytyksiä tai taukoja. Esimerkiksi käyttämällä viittä AGV:tä kolmessa vuorossa säästetään 1,4 miljoonaa euroa, jolloin viiden vuoden käyttöasteella takaisinmaksuaika on vain 16 kuukautta. (Rocla 2017a.)

Euroopassa AGV:t ovat paljon yleisempiä. Esimerkiksi Toyotan mukaan Hollannissa kolme miljoonaa juustopakettia liikkuu viikoittain 12:n AGV:n voimin. Ne hoitavat kaikki kuljetukset tuotantolinjoilta kypsytukseen ja aina tavarantoimitukseen asti. Yritys kokee AGV:n tuovan heille tuottavuutta, määritetyn työnkulun, sekä eliminoivan huomattavasti laatuvirheitä.

Automatisoidun liikenteen optimoimisella ja rytmityksellä on saavutettu turvallinen työympäristö (Toyota Material Handling Finland 2017).

Euroopassa on noin 22 suurta AGV-toimittajaa. Suomessa taas puolestaan suuria AGV-toimittajia on vain kaksi. Toimittajat toimittavat yleensä koko AGV-kokonaisuuden, johon kuuluu itse laite, ohjelmistot, mahdollisesti WMS-ohjelmisto, käyttöönotto, koulutukset sekä huollot. Usein AGV implementoidaan erilaisten järjestelmien kanssa yhteen, jolloin saavutetaan lähes täysi automaatio.

3.2 AGV-tyypit

Automaattitrukkeja on paljon erilaisia, ja niiden vaihtoehdot usein räätälöidään asiakkaan tarpeisiin sopiviksi. Kustannukset määräytyvät itse laitteesta, prosessista ja sen ohjelmoinnin vaativuudesta. Seuraavaksi käydään läpi lyhyesti AGV:n yleiset mallit.

Automaattivaunu:

Yksinkertainen automaattivaunu, joka kuljettaa paikasta A paikkaan B. Se toimii usein teippi- tai induktio-ohjauksella, joka saa käskyn liikkumiseen painonapeilla tai käyttöliittymällä. Automaattivaunu ei pysty käsittelemään raskasta kuormaa, mutta on hyvin yksinkertainen ja halpa ratkaisu pitkien matkojen siirtoihin, joissa on paljon toistoja. Käytetään usein sairaaloissa. (MHI 2017.)

Hinaava AGV:

Raskaiden kuormien käsittelyyn sopiva hinaava AGV pystyy hinaamaan kerralla monta kuormattua perävaunua. Painorajat vaihtelevat usein kahdesta tonnista 50 tonniin. Ne ovat hyvin turvallisia kuljettamaan suuria painoja tietokoneohjauksen ansioista. Hinaavaa AGV:tä käytetään usein raskaassa teollisuudessa. (Savanta automation 2017a.)

Automaattivaunu päältä kuormattava:

Päältä kuormattava AGV, joka jaksaa kannatella suuria painoja. Usein vaunut voivat nostaa tai laskea kuormaa siten, että tavara saataisiin linjastoon ilman erillistä kuormaamista. Päältä kuormattavaa AGV:tä käytetään usein paperiteollisuudessa rullienvaihto koneena. (Savanta automation 2017b.)

Automaattitrucki:

Perinteinen haarukkatrucki, joka on täysin automatisoitu hakemaan lavoja lattiatasolta ja kuormaamaan niitä haluttuun korkeuteen. Käytetään pääsääntöisesti logistiikkakeskuksissa, varastoissa tai teollisessa tuotannossa. (MHI 2017.)

Hybridiautomaattitrucki:

Hybridiautomaattitrucki on perinteisen truckin ja automaattitruckin yhdistelmä, joka antaa käyttäjälle mahdollisuuden astua truckin ohjaimiin. Muuten se on ominaisuuksiltaan saman tyyppinen kuin automaattitrucki. (Toyota material handling 2017.)

Automaattimobiilirobotti vihivaunu:

Automaattimobiilirobotti vihivaunu tunnetaan uuden sukupolven AGV:nä. Automaattimobiilirobotti on heti käyttövalmis, ja se hyödyntää konenäköä navigoinnissa, on pienikokoinen ja ohjataan suoraan verkkopohjaisella käyttöliittymällä, esimerkiksi tabletilla. Se jaksaa vetää noin 300 kg ja kantaa noin 100 kg. Käyttökohteet ovat usein sairaalat ja tuotantotehtaat. (Mobile industrial robots 2017.)

3.3 AGV-referenssit

Suomessa AGV-toteutuksia on hyvin vähän ja pääsääntöisesti niitä käytetään raskaassa tuotannossa, isoissa logistiikkakeskuksissa ja tuotantotehtaissa. AGV:t ovat varsin edullisia itse laitteena, mutta niiden asentaminen, sekä räätälöinti muodostavat suuren osan kustannuksista. (Rocla 2017d.)

Roclalla on paljon referenssikohteita, joissa on usein alle kolme AGV:tä. Esimerkiksi Lapinlahden Valiolla on käytössä kolme AGV:tä, jotka hoitavat kahdessa vuorossa koko tuotannon valmiit tuotteet varastoon, sekä tuotteiden keräilyn kokonaan. Roclan WMS:n avulla heillä on tarkka tieto tuotteen säilytyspisteestä, sekä varastointiajasta. Rocla kehuuikin järjestelmän jäljitettävyydeksi 100 %. (Rocla 2017c.)

Itse projekti käynnistyi vuonna 2014 ja Lapinlahden Valion tärkein tavoite oli saada täysin automatisoitu automaattivarasto pieneen tilaan, säädettävä lämpötila ja ilmankosteus varastoon. Antero Ylitalo, tuotantopäällikkö Lapinlahden Valiolta, kertoo olevansa erittäin tyytyväinen päästääkseen irti manuaalisesta työstä. (Rocla 2017c.)

Toinen merkittävä referenssi kohde Roclalla on Ricoh-tehdas, joka sijaitsee Ranskassa. Ricoh-tehdas tuottaa lämpöpaperia ja Roclan AGV:t kuljettavat suuria paperirullia tuotantokoneista aina loppu varastoon saakka. Heillä on myös käytössä Roclan WMS-järjestelmä. Ricoh:in tavoitteet olivat jatkuva materiaalivirta ilman pysähdyksiä, kustannustehokkuuden kasvattaminen, sekä tehtaan turvallisuuden parantaminen. Tehtaalla hyödynnetään myös AGV:tä jätteiden tyhjennyksissä. Järjestelmä on ollut täysin toiminnassa vuodesta 2009 alkaen. Mr. Stéphane Lamaze, Deputy General Manager of Thermal Business Group kertoo tilanteen olevan molemmille osapuolille menestyksellinen. (Rocla 2017b.)

4 TUTKIMUSMENETELMÄ

Tutkimusmenetelmällä tarkoitetaan tutkimusongelmien ja -aineistojen muodostamaa perusrakennelmaa. Puhuttaessa tutkimusmenetelmästä viitataan siihen, miten laadittuihin tutkimusongelmiin on tarkoitus kerätä aineistoa tutkimusmenetelmien avulla. Tutkimusmenetelmä on tai ainakin sen pitäisi olla looginen jatkumo teoreettiselle pohjatyölle. (Eskola & Suoranta 2000, 80; Pihlaja 2001, 48.)

4.1 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet

Tutkimuksen tarkoitus on selvittää AGV:n käyttömahdollisuudet, hyödyt ja tarpeellisuus unohtamatta kustannuksia. Tutkimusteoria on kerätty materiaalivirtoihin ja sisälogistiikkaan liittyvistä lähteistä.

Viitaten tutkimuksen luotettavuuteen on oleellista määrittää raja, kuinka syvälle analysoinnissa ja tutkimuksessa olisi perusteltua mennä. Lähtökohtana on avata näkökulmia ja perusteluja siihen, mitä vaikutuksia AGV:n valinnalla on koko tuotannonprosessikokonaisuuteen.

4.2 Tutkimuksen luonne ja tutkimusmenetelmä

Tämä tutkimus on kvalitatiivinen eli laadullinen ja tutkimusmenetelmä nojautuu teemahaastatteluun ja esiselvityksessä kerättyihin tietoihin. Laadullisen tutkimuksen lähtökohtana ovat todellisen elämän toimintatavat. Laadullisen tutkimuksen päämääränä on löytää tai paljastaa aiheeseen liittyviä tosiasioita sekä todentaa jo olemassa olevia väittämiä. Kvalitatiivisen tutkimuksen yhdestä tyypillisestä piirteestä voidaan todeta: tutkimus on luonteeltaan kokonaisvaltaista tiedon keräämistä, ja aineisto kootaan luonnollisessa, todellisissa tilanteissa. (Hirsijärvi, Remes & Sajavaara 2002, 152,155.) Tähän perusteeseen nojaten AGV:n hankinta tehdään toimittajien tarjoamilla ratkaisuille, tuotannon henkilöiden haastatteluilla, sekä tulevaisuuden projekteihin nojautuen.

Laadullinen haastattelu tapahtuu jonkin teeman ympärillä, josta ei ole tehty valmiita vastausvaihtoehtoja. Laadullinen haastattelu on uutta tunnustelevaa, ja sen tarkoituksena on löytää uusia alueita, mitä teoria ei välttämättä pysty esittämään. (Yli-Luoma 2001, 34.) Tutkimuksessa pyritään tuomaan ja löytämään enemmän esille laitteen tuomia ominaisuuksia, virhemahdollisuuksia, pullonkauloja, joita ei välttämättä tiedosteta näin tutkimuksen alkuvaiheessa.

Haastatteluiden avulla pyritään löytämään myös uusia kehityskohteita ja tuomaan esille erityyppisiä mielipiteitä. Tutkimuksessa käytettävän haastattelun runko löytyy liitteestä 1. Teemahaastatteluun osallistui viisi toimihenkilöä.

Haastattelun suurena etuna muihin tiedonkeruumuotoihin on sen joustavuus ja tulkintamahdollisuudet, verrattuna esimerkiksi sähköpostikyselyihin. Haastateltavat henkilöt on mahdollista tavoittaa myös helposti myöhemminkin. Haastattelu on syventävä ja tehokas keino tutkittaessa vaikeita asioita. Toisaalta se vie puolestaan aikaa ja ongelmanratkaisu edellyttää huolellista suunnittelua. (Hirsijärvi ym. 2002, 192–193.)

Teemahaastattelu asettuu lomake- ja avoimen haastattelun välimuotoon. Teemahaastattelulle on tyypillistä, että haastattelun aihepiirit eli teema-alueet on määritelty, mutta kysymyksien tarkka muoto puuttuu. (Hirsijärvi ym. 2002, 195.) Tämän tutkimuksen haastatteluiden rakenteen ei ole tarkoitus olla tiukkaan sidottu tiettyyn järjestykseen, tai että jotakin kysymystä ei voida esittää ennen toista kysymystä, jotta haastateltava pystyisi kertomaan vapaasti omat ajatuksensa ja ettei kysymykset rajaisi haastateltavien tuntemuksia. Haastattelurunko on laadittu teema-alueiden ympärille, jotta haastateltava pystyisi kertomaan kysymykseen liittyvästä aihepiiristä mahdollisimman laaja-alaisesti.

Haastattelu valitaan usein tutkimusmenetelmäksi, kun halutaan tutkia merkittäviä asioita. Puolestaan havainnoinnin avulla pystytään saamaan välitöntä tietoa toiminnasta ja käyttäytymisestä. Havainnoinnin

toteuttaminen vie aikaa, mutta sen avulla pystytään keräämään monipuolista ja mielenkiintoista tietoa. Tätä menetelmää käyttäessä on oltava varovainen, ettei sekoita havainnoiteja ja omia tulkintoja keskenään. Sen käyttöä kannattaa näin ollen harkita. (Hirsijärvi ym. 2002, 193,201.)

Systemaattista havainnointia käytetään luotettavana tutkimusmenetelmänä, jolloin havainnoijan tulisi näin ollen saada tehtävään koulutus ja kehittää havainnointiin sopivia luokitteluteemoja. Opinnäytetyötä tekevä opiskelija ei voi, eikä hänellä ole mahdollisuuksia käyttää pitkiä ajanjaksoja havainnointiaineiston keräämiseen (Hirsijärvi ym. 2002, 202.) Juuri tämän vuoksi havainnointia tullaan tutkimuksessa käyttämään ainoastaan apuvälineenä ja osittain myös perusteluna tutkimuksen luotettavuudelle. Sen avulla pystytään tekemään paljon varteenotettavia muistiinpanoja koko tutkimuksen ajan ja tukemaan haastatteluiden antia.

5 KEMPPI OY

Kemppi Oy on perustettu vuonna 1949 suomalainen hitsausalan perheyritys. Yritys valmistaa hitsauslaitteita ja on tällä hetkellä hitsausalan edelläkävijä, joka kehittää älykkäitä laitteita, hitsaustuotannon hallintaohjelmistoja ja näitä tukevia asiantuntijapalveluja. Kempillä on yli 600 työntekijää ja vuoden 2016 liikevaihto on yli 110 miljoonaa euroa. (Kemppi 2017a.)

Yrityksen pääkonttori sijaitsee Lahdessa ja toimistoja on 16:ssa eri maassa. Kaksi tuotantolaitosta sijaitsevat Lahdessa ja yksi Intian Chennaissa. Lahden-tuotantotehtaalla valmistetaan lopputuotteita ja siihen liittyviä osia. Lahdessa myös kasataan TIG- ja MIG-polttimet, jotka sijaitsevat tehtaan alkupäässä. Elektroniikkatehdas sijaitsee tuotetehtaan vieressä, missä tehdään hitsauslaitteiden elektroniikkakortteja. (Kemppi 2017a.)

Kemppi Oy on yli 60-vuotisen historiansa aikana tuonut monesti markkinoille uusia innovaatioita ja toiminut suunnannäyttäjänä hitsausteknologiassa. Viimeisimpänä tuotteena vuonna 2016 Kemppi Oy esitteli EuroBLECH 2016 (halli 13, F126) messuilla X8 MIG Welder-hitsausjärjestelmän, jonka innovatiivisuus ulottuu pitkälle tulevaisuuteen. Järjestelmä käyttää hyväkseen teollisen internetin ja tiedonjakelun viimeaikaista teknistä kehitystä. Uudella teknologiallaan Kemppi Oy mullistaa käytettävyyden ja hitsauksen hallinnan vaativassa teollisuudessa. (Kemppi 2017b.)

5.1 Materiaalivirtojen nykytila ja tarvemäärittely

Tutkimuksen johdannossa viitattiin tämän tutkimuksen aihealueen rajaamiseen. Tutkimusrajaus kohdennettiin käsittelemään Lahden-tuotetehtaan materiaalivirtoja ja työvaiheita.

Tuotanto toimii yhdessä vuorossa ja materiaalsiirrot ovat pitkiä. Pisin siirtotehtävä on noin 150 metriä, joka tehdään monta kertaa päivässä. Tämä pelkästään vie yhdeltä työntekijältä noin 20 minuuttia päivässä.

Kemppi Oy:n tuotannossa yksittäisten tuotteiden kokoonpano-aika vaihtelee noin kymmenen minuutin ja kahden tunnin välillä. Tuotteiden valmistuseräkoot ovat mitoitettu siten, että tuotannon läpimenoaika on kahdeksan tuntia. Tuotannon tavoite on parantaa tuotannon tehokkuutta jatkuvasti. Tavoite toteutuu, kun työntekijät tekevät edistävää työtä, eivätkä keskity epäolennaiseen välilliseen työhön kuten materiaalsiirtoihin. Intolog-verkkosivuston (2017) mukaan materiaalsiirrot aiheuttavat suuria henkilökustannuksia, jossa tuote ei saavuta mitään jalostavaa. Saumaton materiaalivirran kulku parantaa tuotteen läpimenoaikaa.

Tavaravastaanotto vastaanottaa materiaalit ja siirtää ne välivarastoon, automaattivarastoon tai tuotantolinjojen alkupäähän. Jokaisen linjaston materiaalinkäsittelijä kerää lähialueelta tarvittavat komponentit ja asettaa ne linjastolle. Materiaalit matkaavat rullahihnaa pitkin kokoonpanijalle, jossa laite kootaan lähes valmiiksi. Laite koestetaan, pakataan ja kuljetetaan pumppukärryillä tai trukin avulla lähettämöön. Tässä vaiheessa vähintään viisi tai kuusi työntekijää ovat olleet kosketuksessa materiaalsiirtoon tuotannon läpimeno vaiheessa.

Lahden tuotantotehtaalle materiaalit saapuvat tavaravastaanottoon FIFO-varastonohjauksen perusperiaatteen mukaisesti, eli tavara lähtee välivarastosta samassa järjestyksessä kuin se on tullutkin.

Projekti-insinöörin haastattelussa ilmeni nykytilassa työntekijöiden oma-aloitteisuuden olevan vahvuus, koska materiaalin saavuttua ne siirretään heti, eivätkä jää lojumaan vastaanottoon. Tällä hetkellä kuitenkin on liikaa välivaiheita, joita pitää tehostaa tai poistaa tuotannon nopeuttamiseksi. Työntekijöiden työnkuormitusta tulee vapauttaa turhista materiaalsiirroista ja kohdistaa kuormitusta enemmän tuotannon jalostaviin toimintoihin. (Keurulainen 2017.)

Tuotannonohjaus on virtaviivaista ja toimii työntöohjauksella, sekä imuohjauksella. Imuohjauksessa hyödynnetään Kanban-ohjauskorttia, jossa täydennyksiä tulee välivarastoon kolme kertaa päivässä Hub:sta. Tästä saadaan joustavuutta, pienennettyä varastoarvoa, sekä itse varastoa ei tarvita tuotetehtaalla. Tämän ansioista Kemppi Oy ei pidä omaa varastoa yllä, vaan tilaa Hub:n kautta tarvittavat materiaalit tuotantoon. Tämän takia materiaalivirtojen optimointi AGV:lle on erittäin hyvä kehityskohde, koska materiaalihallinta on sillä tasolla, että tämä saavuttaa jo tehokkaan hallinnan.

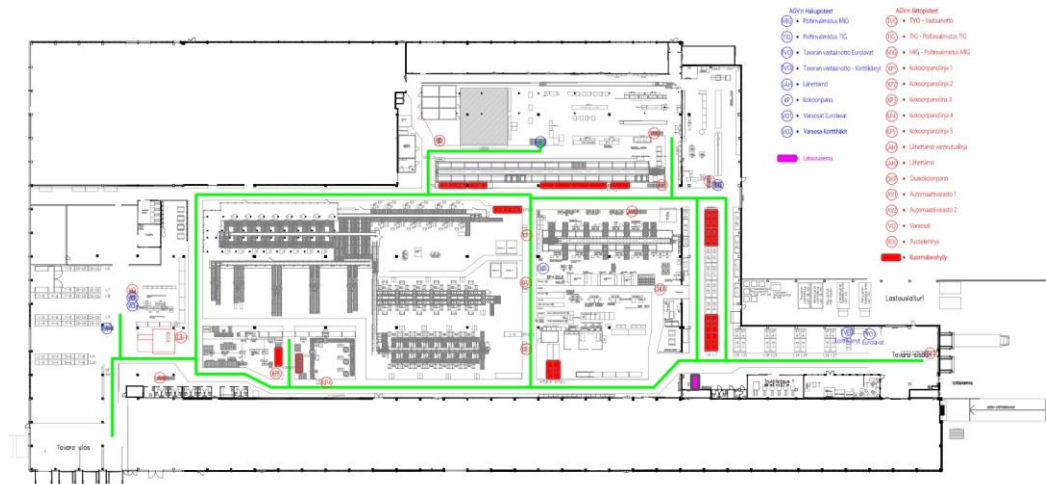
Kempin sisälogistiikan ohjausmenetelmät ja koko prosessi on optimoitu omaan tuotantoon nähden siten, että pieniä parannuksia tarvitaan jokapäiväisessä toiminnassa. Teknologian kehitys antaa uusia mahdollisuuksia kehittää itse tuotantoa ja jättää turhat materiaalsiirrot automaatiolle. Asia on ollut jo 2000-luvun alussa harkinnassa, mutta nyt Kemppi Oy:n sisälogistiikka on siinä vaiheessa, että automaatiosta saadaan paljon hyviä etuja, koska kaupintavarastoon siirtyminen on mahdollistanut hyvin pitkälle AGV:n hankinnan. (Niemi 2017.)

5.2 Toteutussuunnitelma

AGV:n yksinkertaiset vaatimukset ovat siisti työympäristö, tasainen lattia sekä koko tehdasta kattava langaton verkkoyhteys. Kyseiset vaatimukset löytyvät Kemppi Oy:n tuotantotiloista.

Kemppi Oy:n tuotantotilojen leveämmät käytävät mahdollistaisivat kahden AGV:n liikkumisen vastakkain. Tulevaisuudessa käytävätilojen laajentaminen olisi tarpeellista ja perusteltua johtuen työturvallisuus standardeista. Kuvasta 2 nähdään tarkemmin Kemppi Oy:n tehtaan layout ja kuljetusreitit, sekä jättö- ja hakupaikat. AGV:n hakupaikat on merkitty sinisellä värillä ja jättöpaikat punaisella.

KUVA 2. Ainoastaan Kemppi Oy:n sisäiseen käyttöön.



KUVA 2. Tehtaan layout ja kuljetusreitit

AGV hoitaisi hyllyttämisen varastopaikoille, korttihäkkien viemisen linjoille ja valmiiden tuotteiden kuljettamisen lähettämöön. AGV myös hoitaisi tavaravastaanotosta Kanban-tuotteitten hyllyttämisen kuormalavahyllystölle.

Tuotanto on haasteellinen, koska nimikkeitä on paljon ja toimitusajat ovat lyhyet. AGV:n ohjaustavasta johtuen automaattikutsuja ei voida käyttää. Ohjaustavoista kerrotaan lisää luvussa 4.3.

TAULUKKO 1. Kuljetusmatriisi päiväkohtaisesti

FROM	TO	Total Loads	In hours	Transports/hour	Length m/trp	Number of AGVs	TD1	
P1 - Pakkaus	LÄH - Lähettämö	30	8	3,75	34	0,18		
MIG - Poltinvalmistus	LÄH - Lähettämö	15	8	1,88	124	0,19		
TIG - Poltinvalmistus	LÄH - Lähettämö	15	8	1,88	153	0,21		
TVO - Tavaravastaanotto	KP1	21	8	2,63	116	0,26	x	
TVO - Tavaravastaanotto	KP2	11	8	1,38	96	0,12	x	
TVO - Tavaravastaanotto	KP3	16	8	2,00	84	0,16	x	
TVO - Tavaravastaanotto	KP4	3	8	0,38	120	0,04	x	
TVO - Tavaravastaanotto	KP5	2	8	0,25	130	0,03	x	
TVO - Tavaravastaanotto	LÄH - Lähettämö	2	8	0,25	155	0,03	x	
TVO - Tavaravastaanotto	OKP - Osavalmistus	8	8	1,00	56	0,07	x	
TVO - Tavaravastaanotto	AV1 - Automaattivarasto 1	5	8	0,63	97	0,06	x	
TVO - Tavaravastaanotto	AV2 - Automaattivarasto 2	5	8	0,63	83	0,05	x	
TVO - Tavaravastaanotto	VO1 - Varaosat Eurolavat	2	8,00	0,25	157	0,02	x	
TVO - Tavaravastaanotto	VO2 - Varaosat Korttihäkit	1	8,00	0,13	157	0,01	x	
TVO - Tavaravastaanotto	RDI - Tuotekehitys	-	-	-	-	-		
KP - Kokoontyö	TVO - Tavaravastaanotto	-	-	-	-	-		
LÄH - Lähettämö	KP4	6	8	0,75	51	0,05	x	
LÄH - Lähettämö	P1 - Pakkaus	2	8	0,25	61	0,02	x	
OKP - Osavalmistus	P1 - Pakkaus	7	8	0,88	52	0,05	x	
SUMMARY					18,88		1,55	0,97

AGV-toimittajien kanssa käydyn keskustelun perusteella; yhdellä AGV:llä voitaisiin hoitaa suurin osa materiaalsiirroista. Taulukosta 1 nähdään, että yksi AGV ei kuitenkaan ehdi kahdeksan tunnin aikana tehdä kaikkea työtä, joten toinen AGV olisi myös perusteltu hankinta.

Laskelma perustuu mitattuihin siirtomatkoihin ja kuljetusmatriisin mukaiseen tehtävämäärään jaettuna tasaisesti kahdeksalle tunnille. Latauskertoimena on käytetty 2 % eli käytännössä oletetaan, että trukki pystyy ajamaan vuoron lähes lataamatta. Taulukossa 1 oleva laskelma indikoi, että kahdella AGV:llä (1,55 AGV:tä) pystytään suorittamaan 151 siirtotehtävää kahdeksassa tunnissa oletuksella, että tehtävät jakautuvat tasaisesti. TD1-sarake indikoi yhden trukin siirtokapasiteettia eli yksi trukki pystyy hoitamaan kaikki siirrot vastaanotosta muihin lastinkäsittelypisteisiin. Laskennassa järjestelmän on oletettu toimivan niin, että käytetään automaattista taukovarausta, mutta yksi vuoro pystytään ajamaan lataamatta tai lyhyillä latauksilla vuoron mittaan. Analyysin tarkkuus on 85 - 95 %.

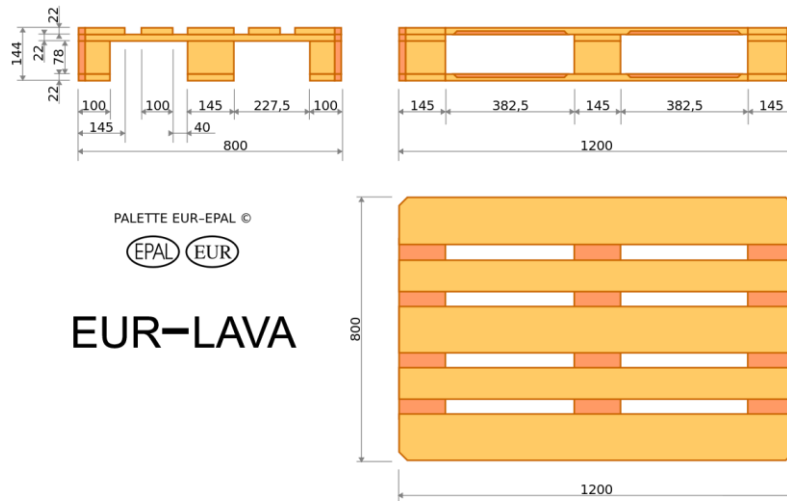
AGV:n on kyettävä kuljettamaan Kemppe Oy:n vaatimia standardeja EUR-lavoja (kuvio 2) sekä korttikuljetushäkkeitä (kuvio 3).

EUR-LAVA

Lavan koko 1200 mm x 80 mm

Maksimi korkeus 1800 mm mukaan lukien lava

Maksimi paino 800 kg mukaan lukien lava



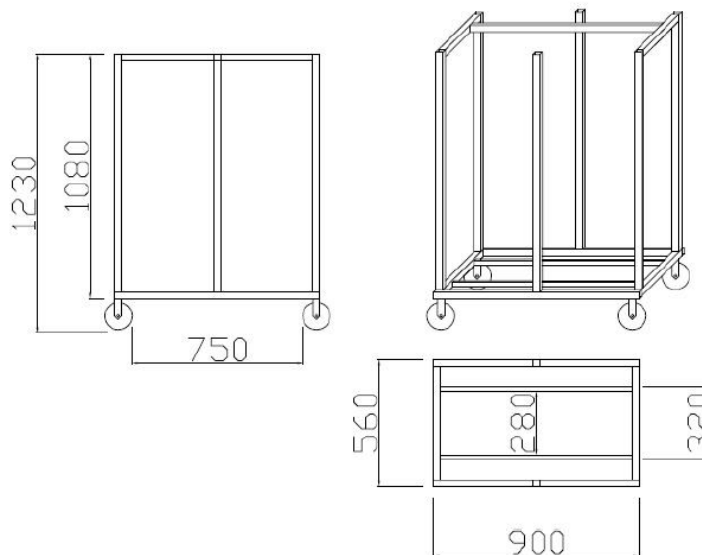
KUVIO 2. EUR-lava (Pinterest 2017)

Korttikärryt

Koko 900 mm x 560 mm

Maksimi korkeus 1230 mm

Maksimi paino 100 kg



KUVIO 3. Korttikärryt

5.3 AGV:n varustus ja ohjaustapa

Tuotanto on haasteellinen, koska nimikkeitä on paljon ja toimitusajat ovat lyhyet. AGV:n ohjaustapoja on useita ja toimittajien mukaan ohjaus voidaan toteuttaa esimerkiksi seuraavilla tavoilla:

- painonappi
- anturiohjaus
- manuaalinen käyttöliittymä
- graafinen käyttöliittymä
- RFID
- ajastettu tehtävä.

Kemppi Oy:n paras valinta ohjaustavalle olisi graafinen käyttöliittymä, RFID sekä anturiohjaus. Valinta perustuu toimittajien suosituksiin sekä Kemppi Oy:n tuotannonprosessien mahdollisimman pitkälle vietyyn automatisoituun ratkaisuun.

Työntekijät kutsuisivat AGV:n tekemään tehtävän graafisesta käyttöliittymästä työpisteen tietokoneen välityksellä. Anturiohjaus on hyvä valinta, jos tietokonetta ei ole lähettyvillä tai jätöosoite on aina sama. Työntekijän ei tarvitse muuta kuin siirtää valmistuote merkitylle alueelle, jolloin anturi aktivoituu ja lähettää käskyn AGV:lle.

Ajatuksena on hyödyntää RFID:tä jätöpaikan määrittelyyn vastaanottoalueelta haettaessa. RFID-tunnisteen luenta tapahtuu vaunun hakiessa lavaa tai korttihäkkiä, jolloin vaunutietokoneeseen liitetyn lukijan luettu data välitetään vaunun langattoman verkkoyhteyden välityksellä järjestelmälle, jossa sanomasta poimitaan tunnisteseen ohjelmoitu jätöosoite. Tunnisteen tietosisältö vertaa tietoja keskenään ja antaa AGV:lle jätöpaikka tiedon.

AGV-järjestelmää ei haluta yhdistää toimintaohjausjärjestelmään, koska se monimutkaistaisi kaiken toiminnan. Yksinkertainen stand-alone-järjestelmä on parempi vaihtoehto, koska sen voi ongelman sattuessa helposti

uudelleen käynnistää. Käyttöliittymä AGV:n ohjaamiseen on selainpohjainen käyttöliittymä, josta pystytään antamaan tehtäviä AGV:lle. Käyttöliittymän näkymä on räätälöity jokaiselle työpisteelle suosittujen valintojen perusteella, mutta tarvittaessa voidaan antaa laajempia käskyjä. Käyttöliittymässä näkyy myös työjono ja halutessaan voidaan prioriteetteja muuttaa, siten että kiireellisimmin työ nousee työjonossa seuraavaksi.

Bluespot-light (sininen valokeila) lisää AGV:n turvallisuutta. Valokeila näyttää noin viiden metrin etäisyydelle AGV:stä osoittaakseen etenemissuunnan. Merkkivalo on suunniteltu suojaamaan henkilö- ja ajoneuvovahingoilta. Sen avulla henkilö pystyy ennakoimaan AGV:n liikkeen.

Toimittajat ovat myös suositelleet automaattista latausta sekä huoltovapaata akkuvalintaa, jolloin järjestelmä on täysin automaattinen. Tässä tapauksessa AGV osaisi itse mennä lataamaan akkuja ilman erityistä käskyä, joka samalla mahdollistaisi taukolatauksen.

6 KEMPPI OY:N KEHITYSMAHDOLLISUUDET

Tämän luvun tarkoituksena on luoda alustavaa suunnitelmaa tuotannon kehittämiseksi ja automatisoinnille. Kemppi Oy kehittää jatkuvasti tuotantoa ja yrittää saada automaatiolla ja prosessien kehittämisellä parannettua kilpailukykyään. Tuotantolaitoksiin investoidaan joka vuosi rahaa, jotta kehityksessä pysytään mukana.

6.1 Sisäiset muutokset

Kehityspäällikön mukaan materiaalivirrat eivät ole aina loogisia mikä johtuu siitä, että osakokoonpanon sijainnin olevan kaukana itse loppukokoonpanosta. Visuaalisuuden lisääminen parantaa läpinäkyvyyttä ja työnohjauksen poistaminen parantaisi sisälogistiikkaa kokonaisuudessaan. Myös muita layout-muutoksia voitaisiin tehdä, jotta saataisiin kaksi AGV:tä kulkemaan rinnakkain (Pulli 2017).

Tuotanto- ja elektroniikkatehtaan välinen materiaalsiirto tapahtuu tällä hetkellä kuorma-auton avustuksella julkisia teitä pitkin. Menetelmä on hyvin kankea, sekä laaturvirheitä esiintyy aika paljon, koska elektroniikkakorttien komponentit voivat irrota kuljetuksen aikana. Parempaa keinoa tähän ei ole keksitty, mutta ajatuksia kuljetustunnelin rakentamisesta tehtaiden välille on ollut. Selvityksen mukaan tunnelin rakentaminen on hyvin kallista, jonka takia sitä ei ole lähdetty rakentamaan. (Niemi 2017.)

6.2 Laite- ja ohjelmistoinvestoinnit

RFID-tekniikkaa hyödynnetään tällä hetkellä lähettämössä, jossa tavarat etäluetaan ja kirjataan rahtikirjaan sähköisesti ja langattomasti, jonka jälkeen ne tulostetaan kuljettajalle. Itse perävaunun täyttö tapahtuu manuaalisesti trukin avustuksella. Tällä hetkellä kuorma-auto vie kolme kertaa päivässä kuorman hub-varastoon, joten lavoja ei tarvitse pinota päällekkäin vaan perävaunuun saadaan mahtumaan lavat lattiatasolle.

Nykyisen toimintatavan avulla voidaan lähteä selvittämään perävaunun automatisointia automaattisella peräkontin lastaus AGV:llä.

Automaattimobiilirobotti AGV on hyvinkin monipuolinen investointikohde tulevaisuudessa Kemppi Oy:n sisälogistiikassa. Se on joustavuuden takia hyvin monipuolinen materiaalin siirtoväline, jolle saadaan hyviä siirtotehtäviä kuten yksittäisten laitteiden palautuksia takaisin kokoojalle.

Ajatuksia on myös heitetty lattiapesumoduulista, jonka voisi kiinnittää AGV:hen. Se kykenee pesemään lattiat yöaikaan, jolloin erillistä lattiasiivousta ei olisi tarpeen tehdä. Tällä hetkellä laitetoimittajilla ei ole kyseistä moduulia saatavilla.

Kehityspäällikön kanssa keskustelimme myös WMS-ohjelmiston mahdollisuuksista sisälogistiikassa. Järjestelmä ohjaisi hakemaan materiaalit heti oikeaan paikkaan ja sen avulla mahdollistetaan tehokas keräilytoiminta. Se myös pakottaisi toimimaan FIFO-periaatteen mukaisesti. (Pulli 2017.)

7 YHTEENVETO

Tutkimuksessa käsiteltiin sisälogistiikkaa ja materiaalsiirtoja teorian ja käytännön näkökulmista. Tutkimusteoria ja haastattelut sekä toimittajien kanssa käydyt keskustelut vahvistivat AGV:n avulla saatavia hyötyjä tehtaan automatisoinnissa. Sisälogistiikkaa käsittelevässä teoriassa viitattiin, että tärkeimpänä päämäärä on saada materiaali oikeaan paikkaan ja oikeaan aikaan mahdollisimman pienin kustannuksin. Toimittajien välisissä keskusteluissa ilmeni, että tarjottavat ratkaisut olivat hyvin samankaltaisia ja materiaalin siirrot saataisiin optimoitua Kempin Oy:lle kustannustehokkaasti.

Tutkimushaastattelut osoittivat ja tutkijan oma johtopäätös on, että tekemällä asiat oikein ja kouluttamalla työntekijät kohdeyritys saa pitkälle automatisoidun ja taloudellisesti kannattavan ratkaisun. Eskolan ja Suorannan (1998, 62–63) mukaan haastattelut tuovat esille laadullisen tutkimuksen kylläntymisen eli saturaation. Tutkimuskysymyksiä vastaukset alkoivat toistaa itseään ja uutta aineistoa ei tullut esille.

Kylläntymisen käsitteen voidaan ajatella olevan yhteydessä tulosten yleistettävyyteen, kun kyseisestä aineistosta koskevat päätelmät alkavat toistaa itseään. Peruskysymyksenä siis on, hakeeko aineistosta yhdenmukaisuutta vai erilaisuutta. Aineiston kylläntymistä ajatellen heterogeenisyyden tutkiminen edellyttää kooltaan suuremman aineiston kuin homogeenisyyden tutkiminen. (Tuomi & Sarajärvi 2002, 90.)

Haastattelujen perusteella AGV on merkittävä kehityskohde kohdeyrityksen sisälogistiikassa. Sen hyöty on niin laaja, että kokonaisyötyä on vaikeata määrittää tarkasti. On kuitenkin huomioitavaa, että vasta pilotoinnin ja AGV:n ajoraporttien mukaan voidaan tulkita yksityiskohtaisemmin kustannuksien ja automaation hyötyjä.

Tutkijan mukaan tutkimukselle ja tutkimuksen rajaamiselle asetetut tavoitteet saavutettiin hyvin ja tutkimuksessa todetut analyysit palvelevat myös käytännönläheisesti kohdeyritystä. Tutkimustyössä havainnoinnin

avulla saatiin esille tärkeimmät kohteet materiaalinsiirroissa. Tutkimuksessa kirjoitustyön ohella aikaa kului teorian etsimisessä ja toimittajien neuvotteluissa sekä tarkentavien asioiden parissa.

Tutkimus oli mielenkiintoinen ja opettavainen. Opin uusia asioita sisälogistiikasta ja AGV:stä. Uskon, että tulevaisuudessa AGV:n hyödyntäminen tuotannollisessa teollisuudessa tulee lisääntymään.

LÄHTEET

Painetut lähteet

Eskola, J. & Suoranta, J. 2000. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Haapanen, M. 1993. Yritysjohdon logistiikka. Espoo: Karisto Oy.

Haverila, M., Uusi-Rauva E., Kouri, I. & Miettinen A. 2009. Teollisuustalous. 6. painos. Tampere: Infacs Oy.

Heinonkoski, R., Asp, R. & Hyppönen, H. 2008. Automaatio-helppoa elämää? Helsinki: Opetushallitus, Suomen automaatioseura.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2001. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2002. Tutki ja Kirjoita. 6-8 painos. Helsinki: Tammi.

Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. 6. painos Jyväskylä: Sho Business Development Oy.

Karrus, K. 2001. Logistiikka. 3. uudistettu painos. Helsinki: WSOY.

Pihlaja, J. 2001. Tutkielmaa tekemään. Lahti: Soceda.

Sakki, J. 2001. Tilaus-toimitusketjun hallinta. Logistinen b to b -prosessi. 5. uudistettu painos. Espoo: Jouni Sakki Oy.

Yli-Luoma, P.V. J. 2001. Ohjeita opinnäytetyön tekemiseen. Sipoo: IMDL Oy.

Elektroniset lähteet

Intolog 2017. Varasto investointina. Intolog [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: <http://www.intolog.fi/fi/sisalogistiikan+palvelut/varasto+investointina/>

Kemppi 2017a. Tietoja Kempistä. Kemppi [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: <https://www.kemppi.com/fi-FI/yritys/kemppi/tietoa-yrityksesta/>

Kemppi 2017b. Valmistaudu teollisuushitsauksen uuteen aikakauteen Kempin ratkaisulla. Kemppi [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: <https://www.kemppi.com/fi-FI/uutiset-tapahtumat/uutinen/valmistaudu-teollisuushitsauksen-uuteen-aikakauteen-kempin-ratkaisulla/>

MHI 2017. Automatic guided vehicles. MHI [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: <http://www.mhi.org/fundamentals/automatic-guided-vehicles>

Mobile industrial robots 2017. MiR100. Mobile industrial robots [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: <http://www.mobile-industrial-robots.com/products/mir100>

OAMK 2009. Automaatiotekniikka I. OAMK [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: http://www.tekniikka.oamk.fi/~terohi/auto1_s2006u.htm

Pitkä, M. 2009. Sataman tehokkuuden osatekijät – tarkastelussa lastauksen ja purun automatisointi. Merikotka [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: http://www.merikotka.fi/safgof/mika_pitka_OPINNAYTETYO.pdf

Raivio, T. & Syrjänen, M. 2005. Automaatio ja Tekes. Näkökulma teollisen alan teknologiaohjelmatoimintaan. Tekes [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: https://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/automaatio_ja_tekes.pdf

Rocla 2017a. AGV – automated guided vehicles. Rocla.com [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: <http://rocla.com/en/products/agv-automated-guided-vehicles>

Rocla 2017b. Case: Ricoh. Rocla-AGV [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: <http://www.rocla-agv.com/en/customer-cases/case-ricoh>

Rocla 2017c. Case: Valio Lapinlahti. Rocla-AGV [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: <http://www.rocla-agv.com/en/customer-cases/case-valio-lapinlahti>

Rocla 2017d. Rocla-AGV [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: <http://www.rocla-agv.com/>

Savanta automation 2017a. Towing vehicles. Savanta automation [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: <http://www.agvsystems.com/tow-vehicles/>

Savanta automation 2017b. Unit load carriers. Savanta automation [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: <http://www.agvsystems.com/unit-load-carriers/>

Spolander, M. 2015. Logistiikka. Teknologiateollisuus [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: <http://teknologiateollisuus.fi/fi/elinkeinopolitiikka/teollisuuspolitiikka/logistiikka>

Toyota material handling 2017. Toyota BT Staxio SAE160 AGV Autopilot Stacker. Toyota material handling [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: <http://www.toyotamaterialhandling.com.au/products/product-search/automatic-guided-vehicles/toyota-bt-staxio-sae160-agv-autopilot-stacker/>

Trebilcock, B. 2011. Nothing runs like an AGV. Modern materials handling [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: http://mmh.com/images/site/MMH1111_SysRptJohnDeere.pdf

Wahlström, B. 2010. Automaatio ja ihminen. Automaatioseura Ry [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa:
automaatioseura.planeetta.com/index/tiedostot/Ihminen.doc

Kuvalähteet

KUVA 1. Perinteisen trukin ja AGV:n eroavaisuudet. Rocla 2017 [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa:

<http://reppu.lamk.fi/mod/book/view.php?id=358174&chapterid=2144> ;

KUVA 1. Perinteisen trukin ja AGV:n eroavaisuudet. Forcliffaction 2013 [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa:

<http://www.forkliftaction.com/upload/gallery/361.jpg>

KUVIO 2. EUR-Lava. Pinterest 2017 [viitattu 1.4.2017]. Saatavissa:

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/f1/3c/e0/f13ce0b399773818944b72ede8e0b673.png>

Suulliset lähteet

Keurulainen, J. 2017. Projekti-insinööri. Kemppi Oy. Haastattelu 24.3.2017.

Myyntitiimi. 2017. Rocla Oy. Palaverit 2017.

Myyntitiimi. 2017. Toyota Material Handling Finland. Palaverit 2017.

Niemi, J.-P. 2017. Tehdaspäällikkö. Kemppi Oy. Haastattelu 17.3.2017.

Pulli, J. 2017. Kehityspäällikkö. Kemppi Oy. Haastattelu 24.3.2017.

LIITTEET

Liite 1. Haastattelukysymykset

Yritys: Kemppi Oy

Kohde: Projekti-insinööri, Kehityspäällikkö, Tehdaspäällikkö

- 1) Kerro hieman Kempin sisälogistiikasta. Esimerkiksi mikä toimii, mikä ei.
- 2) Kuinka tärkeänä koet automaattitrukin hankinnan?
- 3) Mitä tehtäviä automaattitrukilla voitaisiin tehdä tulevaisuudessa?
- 4) Olisiko parempi investoida johonkin muuhun Kempin sisälogistiikassa? Jos on niin mihin?
- 5) Syrjäyttääkö automaattitrukki tuotannon työntekijöiden työpaikkoja?
- 6) Avaako mielestäsi automaattitrukin hankinta uusia ovia kehitykseen ja onko automaattitrukki osa teollista internetiä?

Haastatteluiden ja keskusteluiden rakenne perustuu edellä mainittuihin kysymyksiin, mutta kysymyksien järjestys ei ole kiinteä ja tarkoituksena ei ole johdatella tai rajata henkilön mielipiteitä.