

TDR FINLANDIN VARASTOAUTOMAATION ESISUUNNITELMA

Pohjanen Ville

Opinnäytetyö
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

2020

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Ville Pohjanen	Vuosi	2020
Ohjaaja	Ins. (YAMK) Heikki Isometsä		
Toimeksiantaja	TDR Finland Oy		
	Yksikön päällikkö Jukka Ailimpieti		
Työn nimi	TDR Finlandin varastoautomaation esisuunnitelma		
Sivu- ja liitesivumäärä	47 + 19		

Opinnäytetyön aiheena oli laatia esiselvitys yrityksen varaston automatisoinnista. Työ tehtiin TDR Finland Oy:lle. Tällä hetkellä yrityksen logistiikan työntekijät varastoivat saapuvat lähetykset trukkilavoissa varaston lattialle. Tavaravirtojen ollessa suuria kyseinen varastointimalli vie suuresti lattiapinta-alaa ja aiheuttaa riskin lähetysten jumiutumisen varastoon.

Opinnäytetyössä perehdyttiin TDR Finlandin varastoon tilana ja käytiin läpi varastoitavat tuotteet ja määriteltiin, mitä varastoautomaatiolla haluttiin saavuttaa. Näiden pohjalta selvitettiin, mitä eri varastoautomaatiovaihtoehtoja varastoon olisi mahdollista toteuttaa ja etsittiin toteutettaville vaihtoehdoille varastoautomaatoratkaisujen toimittajat.

Oppinäytetyössä löydettiin neljä eri vaihtoehtoa, kuinka varastoautomaatio voidaan toteuttaa. Mahdollisia vaihtoehtoja olivat pystysuuntainen karusellivarasto, pystysuuntainen varastoautomaatti, vaakakaruselli ja siirtohyllä. Työssä esiteltiin tarkemmin Jungheinrichin valmistamat pystymallinen PRK-karusellivarasto ja LRK-varastokaruselli, sekä Kastenin HOCA-vaakakaruselli ja SSI-SCHÄEFERIN siirtohyllä.

Avainsanat

kuljetin, varasto, suunnittelu, esisuunnittelu, automaattivarasto

Electrical and Automation Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Ville Pohjanen	Year	2020
Supervisor	Heikki Isometsä, M.Sc. (Eng.)		
Commissioned by	TDR Finland Oy Jukka Ailinpieti, Site Manager		
Subject of thesis	TDR Finland Preliminary Plan for Warehouse Automation		
Number of pages	47 + 19		

The subject of this thesis was to make a preliminary plan about automation possibilities in a company's warehouse. This thesis was made for TDR Finland Oy. At this moment, the company's logistics employees store the incoming shipments on pallet trucks on the warehouse floor. When the flow of goods is high this storage method takes a lot of floor area and makes a risk that shipments are stuck in the warehouse.

In this thesis, the TDR Finland's warehouse space and products which comes in storage were explored and a definition was made of what was intended to achieve with it. Based on this information it was explored what kind of automation solution there exists, and which are possible to make in the warehouse. In this thesis a supplier for every possible solution was found.

In this thesis four different options were found for how the warehouse automation can be implemented. The possible options were a vertical carousel storage, vertical automatic storage, horizontal carousel storage and mobile racking system. In this thesis the vertical PRK carousel storage and vertical LRK automatic storage manufactured by Jungheinrich, Hoca horizontal carousel storage manufactured by Kasten and mobile racking system manufactured by SSI-SCHÄEFER were presented in a more detailed way.

Key words conveyor, storage, design, preliminary design, automatic storage

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	TDR FINLAND OY.....	9
2.1	Tietoliikennelaitteiden testausseulonta, korjaus- ja testauspalvelut.....	9
2.2	Takaisinmallinnus ja insinööripalvelut	9
2.3	Teollisuuselektronikan korjaus	10
2.4	Sähkömekaaninen kokoonpano	10
3	VARASTOT	11
3.1	Automaattivarastot.....	11
3.1.1	Karusellit	12
3.1.2	Liikkuvat hyllystöt	13
3.1.3	Fifo-varasto	14
3.1.4	Korkeavarastot.....	15
3.1.5	Muita varastomuotoja	17
4	KULJETIN	20
4.1	Hihnakuljetin	20
4.2	Lamellikuljetin	21
4.3	Liukukuljetin.....	22
4.4	Tärykuljettimet	23
4.5	Erilaiset rullakuljettimet	23
4.6	Automaatitrukki.....	24
4.7	Ketjukuljetin	25
5	SUUNNITTELU	26
5.1	Projektin ideointi ja tavoitteiden asettelu	26
5.2	Määrittelyvaihe	27
5.2.1	Esisuunnittelu.....	27
5.2.2	Perussuunnittelu	28
5.3	Suunnitteluvaihe	28
5.4	Toteutusvaihe	29
5.5	Asennusvaihe	29
5.6	Toiminnallinen testausvaihe.....	30
5.7	Kelpoistusvaihe.....	31

5.8	Tuotantovaihe	32
6	VARASTOAUTOMAATION ESISUUNNITELMAN TOTEUTUS.....	33
6.1	TDR:n varastoautomaation esisuunnitelman rajaus	33
6.2	Taustan selvittäminen	33
6.3	Varastointi.....	34
6.4	Mahdollisia varastoautomaatoratkaisuja	35
6.5	Varastoautomaatoratkaisujen toimittajia.....	35
6.5.1	Jungheinrich PRK-karusellivarasto pystymalli	35
6.5.2	Jungheinrich LRK-varastoautomaatti pystymalli	37
6.5.3	Kasten HOCA-vaakakaruselli	40
6.5.4	SSI-SCHÄEFER siirtohylyt	41
7	POHDINTA.....	43
	LÄHTEET	44
	LIITTEET	47

ALKUSANAT

Haluan kiittää TDR Finlandin Jukka Ailinpietiä mielenkiintoisesta opinnäytetyöaiheesta ja saamastani tuesta opinnäytetyöprosessin aikana. Ohjauksesta ja neuvoista haluan kiittää ohjaajaani Heikki Isometsää. Lisäksi erityiskiitokset perheelleni ja avopuolisolleni Lauralle tuesta ja kannustuksesta opinnäytetyön aikana.

Torniossa 21.11.2020

Ville Pohjanen

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

TDR	Tele desing and repair
ESD	Staattisen sähkön purkaus
RFID	Radiotaajuinen etätunnistus
FAT	Factory acceptance testing (Ajo ym. 2001, 19)
SAT	System acceptance testing (Ajo ym. 2001, 20)

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään TDR Finland Oy:lle, joka on osa TDR organisaatiota. Aiheena on TDR Finlandin varastoautomaation esiselvitys. Esiselvityksessä tutkitaan, millaisia varastoautomaation ratkaisuja on mahdollista toteuttaa TDR Finlandin varastossa. Esiselvityksestä laaditaan yritykselle oma erillinen dokumentti, joka esitetään opinnäytetyön liitteissä.

TDR Finlandin varastoinnista vastaavat yrityksen logistiikan työntekijät. Tällä hetkellä varastointi hoidetaan täysin käsityönä, kuljettamalla saapuneet trukkilavalähetykset varaston lattialle. Lattialle varastointi vie paljon tilaa varastosta ja vie paljon logistiikan resursseja. Tavaramäärien ollessa suuret varasto täyttyy nopeasti ja tuotteiden hallinta muodostuu vaikeaksi, sillä vanhemmat toimitukset voivat jäädä uusien taakse jumiin ja tästä voi aiheutua katkoksia tuotantoon, jolloin tavaraa saada liikkumaan tarpeeksi nopeasti varaston ja tuotannon välillä.

Opinnäytetyössä esitellään toimeksiantajayritys ja yrityksen toiminnot. Työssä käydään läpi toimeksiantajalle laadittua varastoautomaation esisuunnitelmaa, jossa käydään läpi yrityksen varastointi, syitä automatisoinnille, mahdollisia automaattivarastoratkaisuja ja esitellään valittujen toimijoiden automaattivarastoratkaisuja.

2 TDR FINLAND OY

TDR on perustettu vuonna 2011. Yrityksen henkilöstöllä on yli 20 vuoden kokemus tietoliikennelaitteista ja teollista automaatiolaitteista. Yrityksen tuotteisiin kuuluvat erilaisten laitteiden kokoamiset, testausympäristön luominen ja laitteisto korjaaminen. (TDR 2020a, 2.)

Yrityksellä on neljä toimipistettä, joista myyntiyksikkö sijaitsee Oulussa. Yrityksen operatiivinen korjaus ja laitteistokokoonpano tapahtuvat Suomen Kemissä, Venäjän Pietarissa ja Viron Pärnussa. (TDR 2020a, 2.)

2.1 Tietoliikennelaitteiden testausseulonta, korjaus- ja testauspalvelut

TDR:llä on laaja ja monipuolinen osaaminen tietoliikennelaitteistojen testausseulonnasta, joka voidaan toteuttaa asiakkaan tarpeiden mukaan TDR:n tuotantotiloissa tai asiakkaan omissa toimitiloissa ympäri maailmaa (TDR 2020b).

Korjaus ja testauspalvelut ovat TDR:n ydinosaa ja yrityksellä on vankka osaaminen 2G-4,5G tietoliikennelaitteiden toimintakunnon testaamisesta ja laitteistojen korjaamisesta. TDR toteuttaa korjaus- ja testauspalvelut asiakkaan tarpeen mukaisesti, mikä mahdollistaa niin pienten kuin suurten tuotevolyymien testaamisen ja korjaamisen. (TDR 2020b.)

2.2 Takaisinmallinnus ja insinööripalvelut

Tietoliikennealantoimijat sekä muut teollisuuselektronikan toimittajat tarvitsevat insinööripalveluita, koska heidän käyttämänsä teknologia on erittäin nopeasti kehittyvää. Insinööri- ja suunnittelupalveluilta edellytetään kapasiteettia ja osaamista saavuttaa asiakkaiden haluamat tavoitteet. TDR tarjoaa asiakaskohtaisesti räätälöidyt ja kaiken kattavat insinööripalvelut, joihin kuuluvat testaukset, verifiointit, tuotepäivitykset, tuotesuunnittelut ja huoltopalvelut. Tietoliikenneverkkojen laitteistohuollot onnistuvat itsenäisesti, ilman laitevalmistajan tukea, mikä on eduksi vanhempien tietoliikenne verkkojen huollossa. (TDR 2020c.)

2.3 Teollisuuselektroniiikan korjaus

TDR:llä on oma teollisuuselektroniiikkaan keskittyvä korjausprosessi, joka keskittyy laajemmin teollisuuselektroniiikan korjaustoimintaan. Teollisuuselektroniiikan korjauksiin kuuluvat ammattikäytössä olevat teollisuuden viestintä- ja ohjausjärjestelmät, sekä virtalähteet. Tehokkaaseen korjausprosessiin kuuluu tehostettu korjaus, jossa korjauksen kannalta turhat vaiheet on karsittu pois. Tehokkuutta lisäävät myös prosessianalyysit, joiden avulla voidaan nopeuttaa tuotteiden sujuvaa läpimenoa koko prosessiketjussa. Kulurakenteen kannalta on kustannustehokasta, että korjausmäärät ovat asiakkaan ja TDR:n kannalta sopivat, jolloin taataan tuotteiden nopea korjausaika. Korjaukset suoritetaan aina laadukkaasti ja ammattitaidolla, jolloin vältetään tuotteen tarpeetonta testaamista. Korjausprosessin sujuvuus edellyttää myös hyvää varastohallintaa, ettei toiminta hidastu komponenttien tai pakkausmateriaalien puutteeseen. (TDR 2020d.)

2.4 Sähkömekaaninen kokoonpano

Sähkömekaanista kokoonpanoa tarvitsevat asiakkaat ovat yrityksiä, jotka tarvitsevat korkeaa ammattitaitoa ja joustavuutta sähkömekaanisten kokoonpanopalveluiden parissa. TDR tarjoaa asiakkailleen valmiin kokoonpanoratkaisun, jossa eduksi ovat toimipisteiden edulliset sijainnit eri maissa ja joka mahdollistaa edullisten kokoonpanoratkaisujen toteuttamisen asiakkaille laadusta tinkimättä, jolloin asiakkailta jää enemmän resursseja keskittyä omaan ydinosaan. TDR:n kokoonpanopalveluihin kuuluvat hankinta, kokoonpano, testaus, pakkaus ja logistiikka. Kokoonpanopalvelu kattaa kaikki prosessivaiheet aina prototyypistä loppu-testattuun valmiiseen tuotteeseen. TDR:llä on myös hyvät kansainväliset ostokanavat komponenttien ja laitekokonaisuuksien hankintaan. Kokoonpanopalveluiden parissa työskentelevät työntekijät pyrkivät kehittämään yrityksen toimintoja ja prosesseja jatkuvasti entistä paremmiksi. (TDR 2020e.)

3 VARASTOT

Yrityksen toiminnan yksi keskeinen osa on varastointi. Varastoinnin avulla saadaan tuotteet ja materiaali kerättyä talteen. Varastointi aiheuttaa yritykselle kuluja. Kuluja aiheuttavat itse varastointi ja materiaalin käsittely. Näiden lisäksi varasto sitoo itseensä yrityksen pääomaa. Huonosti toteutettu varastointi luo riskin tuotteen teknisestä ja taloudellisesta vanhentumisesta. Huono varastointi ja logistiikka voivat aiheuttaa tuotannon puolelle tuotantohäiriöitä, mikä heikentää toimituskykyä, mistä voi seurata tuotteiden myöhästymistä, joka on yritykselle lisäkulu. (Haverila, Kouri, Miettinen & Uusi-Rauva 2009, 444–446.)

3.1 Automaattivarastot

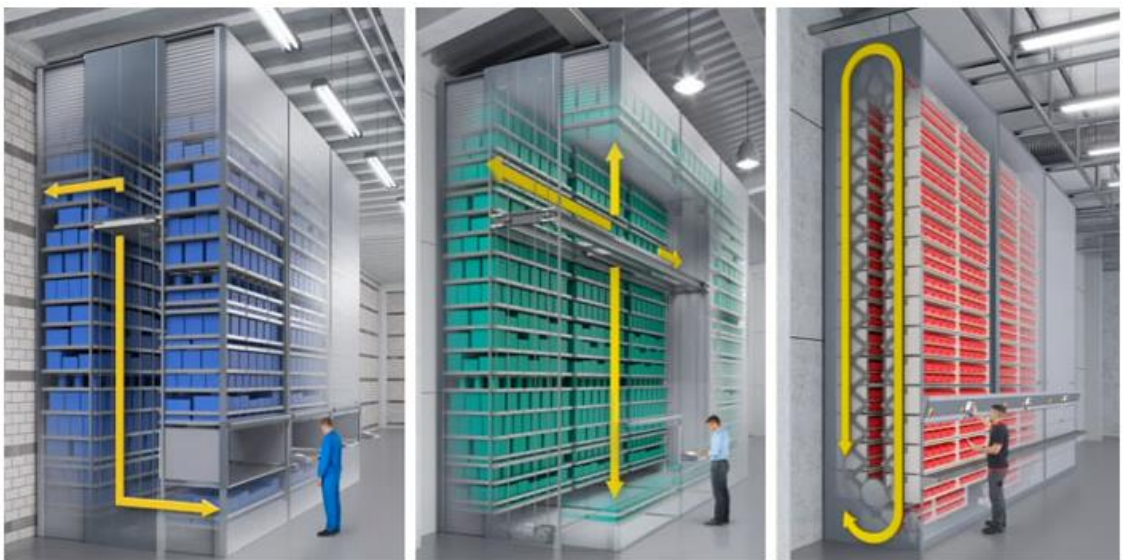
Varastoa, jossa suurin osa työstä tapahtuu automatisoidusti, kutsutaan automaattivarastoksi. Siinä erilaiset varastointitavat ja kuljetinjärjestelmät yhdistyvät muodostavat yhdessä automaattivaraston. Automaattivarasto ei kuitenkaan täysin poista käsin tehtävää työtä, sillä etenkin pienvarastoissa tavarantoimitus ja lähetysten purkamisen, saapuvan tavarantoimituksen tarkastukset ja tavarantoimituksen laittaminen keräilyyn tai varastoon tapahtuvat käsin tehtävänä työnä. Käsin suoritettava tavaroiden poiminta on myös automatiikalla toteutettua poimintaa halvempi vaihtoehto. Automatiikan käyttö poiminnassa on myös teknisesti hankala toteuttaa. (Karhunen, Pouri & Santala 2008, 369,371.)

Kuljetusjärjestelmät voidaan rakentaa toimivaksi katon rajassa, jolloin lattiatasoa jää vapaaksi muuta käyttöä varten. Toinen vaihtoehto on rakentaa kuljetusjärjestelmä toimivaksi lattialla, jonka haittapuolena on kuljettimen viemä tila ja lattialla tapahtuvan liikenteen vaikeutuminen. Automaattivarastossa käytettyjä kuljetinjärjestelmiä ovat kuljettimet, siirtovaunut ja hissit. Kuljetintyyppinä käytetään kiekko-, hihna-, lamelli-, rulla-, ketju-, verkko- ja teräsnauhakuljettimia. Tavaroiden vertikaalisiirto voidaan toteuttaa hissien, elevaattoreiden ja liukuratojen avulla. Varaston sisäinen tavarankuljetus voidaan toteuttaa myös automaattisesti, käyttämällä lattialla kulkevia vihivaunuja, jotka ovat tietojärjestelmän avulla ohjattavia siirtovaunuja. (Karhunen ym. 2008, 369, 371.)

3.1.1 Karusellit

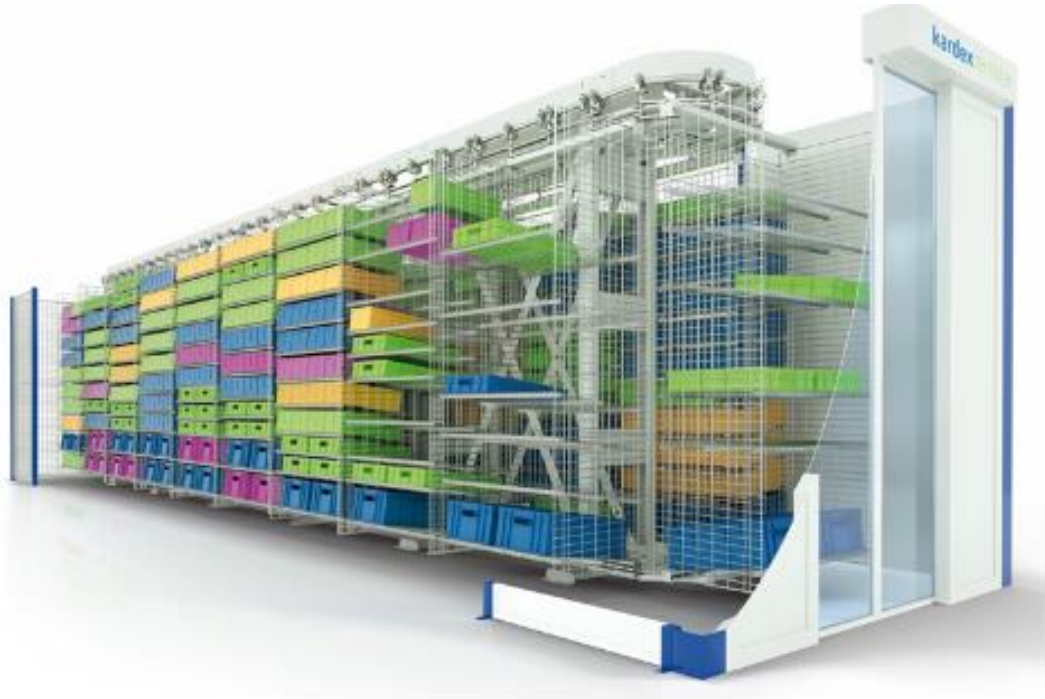
Karuselli on tehokas tapa säästää varaston lattiapinta-alaa ja saavuttaa tiivis varastointi. Karusellit voivat toimia joko pysty- tai vaakasuuntaisesti. Tavarat liikkuvat tietokoneohjauksen avulla. Tietokoneohjaus antaa karusellille komennon viedä tuote varastoon ja hakea se keräilyyn. Etuna on, että karuselli kuljettaa halutun tavaran keräilijän luo keräilypisteeseen, mikä vähentää keräilyyn käytettävää aikaa. (Karhunen ym. 2008, 366–367.)

Pystysuorassa toimivia karuselleja kutsutaan paternosteriksi ja tavara-automaatiksi. Paternosterit voivat olla jopa 20 m korkeita hyllystöjä ja tavara-automaatit 15 m korkeita hyllystöjä, joilla voidaan hyödyntää varastorakennuksen yläosassa olevat tilavuuskuutiot. Ne soveltuvat lavatavarakkeille, pitkille tavaroille sekä pienille tavaroille. Tavaroiden keräily- ja jättöpiste sijaitsevat lattiatasolla, jolloin vältetään tavaroiden tarpeettomalta nostamiselta. Tavaroiden keräily ja jättäminen voidaan tehdä käsin tai koneella. Keräilyaukkoja voi olla myös kaksi, joista toinen sijaitsee korkeammalla, mikä helpottaa keräilyä. Karusellissa käytetään usein kotelointia, joka suojaa tavaroita auringolta ja liialta. Karuselleja voidaan laittaa useampia rinnakkain tai selät vastakkain. Kuvassa 1 on pystysuunnassa toimivat karusellivarasto ja varastoautomaatti. (Karhunen ym. 2008, 366–367.)



Kuva 1. Pystysuunnassa toimivat varastoautomaatti ja karusellivarasto (Cisco-Eagle 2020)

Vaakakarusellessä lankaverkosta rakennetut hyllyköt kuljettavat tavaraa vaakatasossa. Vaakakaruseellit voivat olla pituudeltaan 10–40 m ja niitä voi olla useampia rinnakkain. Vaakakaruseellin pituuteen vaikuttaa käytössä olevan tilan lisäksi myös karuseellin nopeus, koska pitkässä karuseellissa tavaran saaminen keräily-pisteeseen kestää kauemmin kuin lyhyessä. Kuvassa 2 on esitettyä sivuilta suljettu vaakakaruseelli. (Karhunen ym. 2008, 367.)



Kuva 2. Sivuilta suljettu vaakakaruseelli (Kardex Remstar 2020)

3.1.2 Liikkuvat hyllystöt

Liikkuvat hyllystöt ovat sähkömoottorin avulla liikkuva tiivis hyllypaketti. Liikkuvat hyllystöt asennetaan kiskojen päälle, joista yksi kisko liikuttaa hyllystää sähkömoottorin avustuksella. Tavaran jättämistä ja ottamista varten jätetään hyllystön pätyyn tyhjä käytävätila ja haluttu hyllystö liikutetaan sähkömoottorin avulla auki. Liikkuva hyllystö säästää paljon lattiapinta-alaa, sillä hyllyt saavat olla toisissaan kiinni. Liikkuviin hyllystöihin voidaan varastoida pitkiä ja pieniä tavaroita sekä kuormalavoja. Liikkuvien hyllystöjen ongelmana on odotusaika, sillä vain yksi hyllystö voi olla kerrallaan auki, jolloin tavaroita ei voi ottaa toisesta hyllystä. Odotusaikaa voidaan pienentää muodostamalla useampia liikkuva hyllystöryhmiä, jol-

loin tavaroita voidaan ottaa useammasta hyllystä yhtä aikaa, sillä kustakin liikkuvasta hyllystöröhmästä voidaan avata aina yksi hyllystö tavarantoimasta ja jättämistä varten. Kuvassa 3 on mekaanisesti kiskoilla liikuteltava siirtohyllä. (Karhunen ym. 2008, 365–366.)

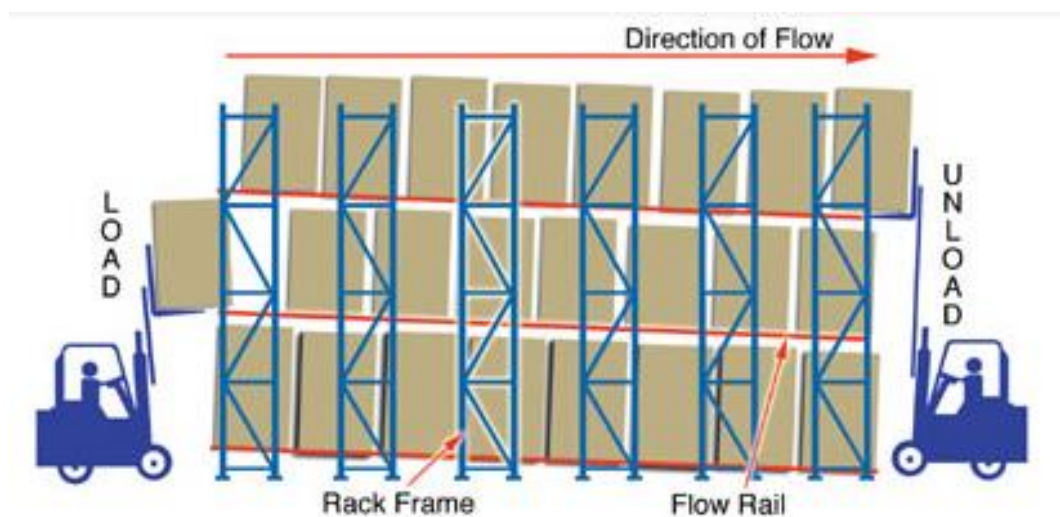


Kuva 3. Mekaanisesti liikkuva siirtohyllä (Stow 2020)

3.1.3 Fifo-varasto

Fifo-varastolla tarkoitetaan läpivirtaushyllystöä, jossa siihen lastatut tavarat liikkuvat läpi hyllystön rulla- tai kiekkorataa pitkin. Rulla- ja kiekkorata toimii yleensä painovoimaisesti, jolloin hyllystöön lastattu tavara liikkuu hyllystön ottopäähän saakka taikka pysähtyy sitä edellä olevaan tavarahan. Tavaroiden sisään laitto järjestyksellä on merkitystä, sillä ensin sisään laitettu tavara tulee myös ensin ulos. Tällöin tavarajonon keskeltä ei voida ottaa erikseen tavaraa, vaan tavarat on purettava hyllystöstä siinä järjestyksessä, kun ne on sinne lastattu. Läpivirtaushyllystön päädyissä sijaitsevat hyllystön täyttöpiste ja toisessa päädyssä sijaitsee tavaroiden ottopiste. Läpivirtaushyllystöön voidaan lastata kuormalavoja tai pientavaroita, jotka ovat muovilaatikoissa. Tavaroiden otto- ja täyttöpiste voidaan to-

teuttaa manuaalisesti ajettavalla trukilla, automaattinosturilla tai käsityönä. Läpivirtaushyllystö soveltuu hyvin paikkoihin, jossa varastoitavien tuotenimikkeiden määrä jää alle sadan ja varastoitavien tavaroiden menekki on suurta. Läpivirtaushyllystö soveltuu myös käytettäväksi välivarastona eri tuotantovaiheiden välillä. Tuolloin yhdestä vaiheesta valmistunut tuote voidaan välivarastoida läpivirtaushyllystöön odottamaan pääsyä seuraavaan tuotantovaiheeseen. Kuvassa 4 on kuvattuna fifo-varasto, jossa vasemmalta lastataan tavarat sisään ja ne liukuvat painovoimaisesti oikealle, josta tavarat puretaan pois. (Karhunen ym. 2008, 364–365.)



Kuva 4. Fifo-varasto (Pasific Bend Inc 2020)

3.1.4 Korkeavarastot

Korkeavarastot ovat ylöspäin rakennettuja varastoja, joiden korkeus voi olla hisikäyttöisenä jopa 45 m ja trukikäyttöisenä 12 m. Keskimäärin korkeavarastojen korkeus vaihtelee 20–25 m:n välillä. Taloudellisesta näkökulmasta tarkasteltuna kustannustehokas ratkaisu on rakentaa korkeavarasto, jonka korkeus on 12,5 m, sillä sitä korkeamman varaston ja hissien rakentamisen kustannukset muodostuvat kalliiksi rakentaa. Korkeavarastoja käytetään kuormalavojen ja pientavarojen varastointiin. Korkeavarastojen välissä on käytäviä, joista tavaroiden varastointi tapahtuu trukilla tai hissillä. Käytäväleveys on usein vähintään 1200 mm, mikä mahdollistaa FIN- ja EUR-kuormalavojen liikkumisen käytävällä. Hissit ja trukit on varustettu teleskoopilla tai kiinteällä haarukalla, joiden avulla tavarat

saadaan sijoitettua varastoon ja sieltä pois. Automaattihissillä toimivassa korkeavarastossa hissi hakee tietokoneohjastusti halutun tavarankeräilyyn ja kun keräily on suoritettu, hissi vie loput tavarat takaisin omalle varastopaikalleen. Korkeavarastossa on usein käytössä tavarankuljetusta varten rullarata tai siirtovaunu, jotka helpottavat varastoitavien tavaroiden kuljetusta. Koska hissien rakentaminen on kallista, voidaan hissiä siirtää kiskoja pitkin eri korkeavarastojen käytävien välillä ja näin jokainen käytävä ei tarvitse omaa hissiä. Automaattihisseissä on myös manuaaliohjaus, jolla varmistetaan hissien käyttö vikatilanteissa. Kuvassa 5 on esitettyä automaattihissillä toimiva korkeavarasto. (Karhunen ym. 2008, 352–354, 356–357, 359.)



Kuva 5. Hissikäyttöinen korkeavarasto (Jungheinrich 2020a)

3.1.5 Muita varastomuotoja

Kuormalavavarastossa kuormalavoja varastoidaan yleensä trukin avulla kuormalavahyllyihin (Kuva 6). Kuormalavoja voidaan myös pinota päällekkäin, mikäli niissä oleva kuorma mahdollistaa päällekkäisen pinoamisen. Trukkien lisäksi kuormalavojen hyllyttämiseen ja hyllystä poisottamiseen käytetään pinoamisvau-nua, joka on trukkia edullisempi vaihtoehto. Kuormalavojen siirtämiseen lattiata-solla paikasta toiseen voidaan näiden lisäksi käyttää haarukkavaunua, joka mah-dollistaa vain kuormalavojen siirtelyn mutta ei sovellu kuormalavojen laittamiseen hyllyille paitsi alimmalle lattiatasolle. Trukkien nostokorkeus voi enimmillään olla 12 m. Yleisimmin kuormalavavarastoissa ylähyllyn korkeus on 4,5–6 m ja siinä on 4–5 hyllypaikkaa. Kuormalavavarasto, jossa käytetään trukkia, vaatii käytävä-leveyttä trukin mallista riippuen 2–4 m. (Karhunen ym. 2008, 327–328, 333, 336.)



Kuva 6. Kuormalavahylly (Intolog 2020)

Syväkuormavarastoa käytetään, kun halutaan toteuttaa tiivis kuormalavavarasto ja se ei sovellu käytettäväksi pientavaroiden varastoinnissa. Syväkuormavaras-tossa kuormalavat laitetaan syväkuormalavahyllystöihin, joiden takapäädyt ovat

seinässä kiinni ja eri hyllystöjen sivut ovat toisissaan kiinni. Näin säästetään lattiapinta-alaa, koska käytävien määrä vähenee. Syväkuormavaraston rajoittava tekijä on, että yhdessä hyllyssä voi olla vain yhden laatuista tavaraa, koska ulos voidaan ottaa vain viimeisimpänä laitettu kuormalava. Tämän vuoksi syväkuormaus soveltuu käytettäväksi silloin, kun tuotenimikkeiden määrä on pieni. Kuvassa 7 on esitettyä syväkuormahyllyihin tapahtuva varastointi. (Karhunen ym. 2008, 360–363.)



Kuva 7. Syväkuormavarastohyllystö (Bechmarkss 2020)

Pientavaravarastot ovat kevytrakenteisia taivutetuista teräslevyistä valmistettuja hyllystöjä. Niiden etuna on helppo muunneltavuus, jolloin hyllykokoja voidaan muuttaa siihen varastoitavan tavaran mukaan. Pientavaravarastossa hyllystöjä voidaan rakentaa päällekkäin, jolloin hyllyjen väliin rakennetaan oma välitasoja, mikä mahdollistaa ylemmän kerroksen hyllystöjen käyttämisen. Kerrosten välillä on portaat henkilökulkemista ja tavaran kuljetusta varten. Hyllystön ensimmäiseen kerrokseen voi laittaa 2000 kg tavaraa ja muiden kerrosten hyllyille 1000 kg

tavaraa. Kerrosten välissä olevan välitason kantavuus on 500 kg neliometriä kohden. Hyllystön maksimikorkeus on 2,1 m, jolloin keräily on mahdollista ilman tikkaita. Tuolloin pientavaravaraston yhden kerroksen korkeudeksi tulee 2,5 m ja kolmikerroksinen pientavaravaraston kokonaiskorkeus on 7,5 m. Hyllystöjen väliin jää käytävälevyettä yleensä 600–800 mm. Tavaroiden kuljettamista varten kerrosten välillä on trukkiportti tai lavahissi, jonka avulla tavaroita voidaan kuljettaa kerralla suurempia määriä. Kuvassa 8 on esitettyä kaksi kerroksinen pientavaravarasto välitasolla. (Karhunen ym. 2008, 341–342, 344.)



Kuva 8. Pientavaravarasto välitasolla (HT-Hyllytekniikka 2020)

4 KULJETIN

Kuljettimella tarkoitetaan siirtolaitetta, jota käytetään erilaisten kappale- ja massatavaroiden siirtämiseen. Massatavaroita ovat muun muassa kivihiili, sora, malmi, sepeli, hake, jyvät, jauhot ja sementti. Tuotantoprosessissa kuljetin lastataan tavaroilla ja kuljetin hoitaa tavaroiden liikuttamisen haluttuun prosessivaiheeseen, jossa tavarat puretaan pois kuljettimelta. Kuljetin voi toimia joko pystysuuntaisesti eli vertikaalisesti tai vaakasuuntaisesti eli horisontaalisesti. Tuotantoprosessiin soveltuva kuljetin valitaan aina kuljetettavan tavaraperusteella. Tuotantolaitosten käyttämiä kuljettimia ovat puutavarakuljetin, massatavarakuljetin ja kappaletavarakuljetin. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 168–169.)

4.1 Hihnakuuljetin

Hihnakuuljetin voimalähteenä toimii vetorumpu, jonka pyörimisestä vastaa taajuusmuuntajalla ohjattu AC-moottori tai hammasvaihdemoottori. Voimansiirrossa käytetään yleensä joko kiilahihnaa tai hammashihnaa. Mikäli hihnakuuljetinella on tarkoitus kuljettaa raskaita tavaroita, voidaan käyttää hydraulimoottoria, joka on suunniteltu toimimaan ylikuormastilanteissa. Hihnakuuljetin kuljetinhihna on valmistettu kumi- tai muoviseoksesta. Kuljetinhihna voi olla yksi yhtenäinen hihna, mekaanisella liitoksella toisiinsa liitetty hihna tai vulkaanisesti liitetty hihna. Sileä pintainen hihna mahdollistaa tavaroiden kuljettamisen 20°:n nousulla, mikäli kuuljetin nousukulman halutaan olevan suurempi, laitetaan hihnaan kohokkeita, joiden tehtävänä on estää tavaroiden putoaminen hihnalta nousun aikana. Hihnakuuljetin runkoon voidaan myös asentaa ohjaimia, joiden tehtävänä on estää tavaroiden putoaminen hihnalta sekä ohjata tavarat kulkemaan hihnalla halutulla tavalla. Hihnan kannattimena toimii liukutaso tai ohjausrullat, joiden alkupäässä on vetorumpu ja loppupäässä päätyrumpu. Hihnakuuljetin soveltuu kappaletavaroiden ja massatavaroiden kuljettamiseen (Kuva 9). (Keinänen ym. 2007, 168–169.)



Kuva 9. Hihnakuuljetin (Delmac 2020)

4.2 Lamellikuuljetin

Lamellikuuljetin on toiminnaltaan hihnakuuljetin kaltainen. Lamellikuuljetin erona hihnakuuljettimeen on sen muodostamat lamellit, joiden materiaalina käytetään terästä tai muovia (Kuva 10). Lamellikuuljetin liike tapahtuu vetotelalla, joka pyörittää lamelleilta niiden sisäpuolisesta hammastuksesta. Lamellikuuljetin voidaan toteuttaa myös ketjuilla. Ketjukäyttöisissä lamellikuuljetimissä lamellit on asennettu ketjuihin kiinni ja ketjujen liikkuessa siinä kiinnioleva lamellipinta liikkuu sen mukana. Kuuljetin pituutta voidaan muokata tarpeen mukaan liittämällä lamelleja yhteen. (Keinänen ym. 2007, 169.) Kaarteiden toteuttaminen onnistuu käyttämällä eri muotoisia lamelleja, jossa sisäkaarteiden lamellien päät ovat lähellä toisiaan ja ulkokaarteiden lamellin päät ovat toisista kauempana. Lamellien irtoaminen kaarteissa on estetty sen alla olevan rakenteen avulla. (Zuo'er 2020.) Lamellikuuljetinta käytetään kappaletavarakuuljetuksessa, ja niiden yleisin käyttökohte on elintarviketeollisuudessa (Keinänen ym. 2007, 169.)



Kuva 10. Lamellikuljetin (Putkiaivot 2020)

4.3 Liukukuljetin

Liu'ulla eli liukukuljettimella tarkoitetaan painovoiman avulla toimivaa kuljetinta. Kyseinen kuljetin on tarkoitettu ylemmästä kerroksesta alempaan siirtymiseen tai tavarankuljetukseen kahden kuljettimen välillä. Rakenteeltaan liukukuljetin tarvitsee hyvät kitkaominaisuudet ja se voidaan toteuttaa joko suorana tai kaltevana liukuna. Liu'ut valmistetaan yleisimmin ruostumattomasta teräksestä. Liu'uilla voidaan kuljettaa kappaletavaraa, paketteja, laatikoita ja säkkejä. Liukuja voidaan käyttää keräilyyn, sillä niillä voidaan myös kuljettaa koneistettuja ja muovattuja kappaleita. Liukujen toteutus on aina kohteesta riippuvainen ja ne rakennetaan kohdekohtaisesti. Kuvassa 11 on esitettynä painovoimalla liuku, jossa tavarat kulkevat liukua pitkin kerrosten välillä. (Keinänen ym. 2007, 171.)



Kuva 11. Kerrosten välinen liuku (Conveyco 2020)

4.4 Tärykuljettimet

Maljamaisen tärykuljettimen toiminta perustuu värähtelyyn. Värähtelyyn käytetään kappaletavaran painoon soveltuvaa taajuutta. Tärykuljettimen tehtävä on toimia syöttimenä, jossa tärinä järjestää siinä kulkevat kappaleet haluttuun asentoon, ja ne kulkevat spiraalimaista johdetta pitkin ylöspäin. Tärykuljetin voidaan rakentaa pystyasennon lisäksi myös pienellä nousulla varustettuna vaakatasoon, jolloin sitä kutsutaan tärykouruksi. Tärykourussa epäkeskokone vastaan kuljettimen liikkeestä liikuttamalla kourua edestakaisella liikkeellä (Kuva 12). Kappaleet pysyvät kourulla kitkan avulla eteenpäin mentäessä ja kun kourun liike menee taaksepäin, kourun ja kappaleen välinen kitkan vaikutus pienenee. Näistä aiheutuu tärinä, joka saa kappaleet liikkumaan hitaasti eteenpäin. (Keinänen ym. 2007, 170.)



Kuva 12. Tärykouru (Bruks Siwertell 2020)

4.5 Erilaiset rullakuljettimet

Rullakuljetin kuljettaa kappaletavaraa kiekkojen tai rullien päällä. Rullakuljettimen liike voidaan toteuttaa painovoimalla tai moottorivetoisena (Kuva 13). Moottorivetoisessa rullakuljettimessa liike toteutetaan ketju- tai hammasvaihdekäytöllä. Rullakuljettimen rullien määrä mitoitetaan siten että kappaletavaran alla on vähintään kolme rullaa samanaikaisesti. Painovoimalla toimiva rullakuljetin tarvitsee toimiakseen 2 - 7°:en kulman. Kappaletavaran suuntaan voidaan vaikuttaa käyttämällä kallistettuja rullia tai kartion mallisia rullia ja näin saadaan aikaan kaarretta. Rullakuljetin varustetaan sivuohjaimilla, jotka estävät kappaletavaran pääsyn radan yli ja pitävät sen radalla. Rullakuljettimesta voidaan tehdä pyörien avulla siirrettävä kuljetin, jolloin sen paikkaa voidaan tarpeen mukaan vaihtaa.

Siirrettävissä rullakuljettimessa käytetään kappaletavaran liikuttamiseen kiekkoja, jotka muodostavat saksirakenteen radalla, mikä myös mahdollistaa pienten kaarteiden tekemisen kuljetukseen. Kappaletavaran kuljettamisen lisäksi rullaradat soveltuvat välivarastointiin, jolloin kappaletavara kuljetetaan haluttuun kohtaan rullaradalla, johon se varastoidaan väliaikaisesti. (Keinänen ym. 2007, 169.)



Kuva 13. Painovoimalla toimiva rullarata (Wecon systems 2020)

4.6 Automaatiotrukki

Automaatiotrukki eli vihivaunu automaatiikalla toimiva trukki, joka toimii radiosignaaleilla (Kuva 14). Vihivaunulle voidaan ohjelmoida halutut reitit, joita pitkin kuljetus tapahtuu, tai vihivaunu voi navigoida radiolähettimien avulla, jolloin se tietää sijaintinsa. Turvallisuuden lisäämiseksi vihivaunu on varustettu äänimerkeillä ja huomiovaloin, jotka aktivoituvat vihivaunun liikkuesssa. Törmäyksen estämiseksi vihivaunussa on omat tutkat, jotka havaitsevat esteen ja pysäyttävät vihivaunun. Kyseisessä tilanteessa vihivaunu voidaan ohjelmoida valitsemaan uusi reitti tai vaihtoehtoisesti se odottaa esteen siirtymistä pois edestä. Mikäli tutka ei havaitse estettä, on vihivaunussa mekaaninen tunnistin sen puskurissa, joka tunnistaa osuman ja pysäyttää vihivaunun. Vihivaunun liikkuminen tapahtuu sähkömoottorin avulla, joka saa virtansa akusta, jonka lataus tapahtuu latausasemalla, mihin vihivaunu on ohjelmoitu kulkemaan akun varauksen ollessa alhainen. Vihivaunut soveltuvat hyvin varastoihin, kirjapainoihin ja teollisuuslaitoksiin. (Keinänen ym. 2007, 172.)



Kuva 14. Vihivaunu (Solving 2020)

4.7 Ketjukuljetin

Ketjukuljetin kostuu yhdestä tai useammasta ketjusta, jotka vetävät moottorin avustuksella (Kuva 15). Jotta kappaletavaraa pystytään kuljettamaan, tarvitsee ketjukuljetin kolan, jonka kyytiin kappaletavarat lastataan ja kola kulkee ketjujen varassa. Kolan kiinnittämistä varten ketjuissa on kiinnityskorvakkeet. Sahatavaraa kuljetettaessa ketjukuljetin ei tarvitse kolaa, vaan ketjuihin asennetaan piikit puiden kuljetusta varten. Ketjukuljetin voidaan myös toteuttaa riippukuljettimena, jolloin ketjukuljetin asennetaan ylös ja siihen asennetaan koukut, joiden varassa kappale tavara kulkee ilmassa. Yksi ketjukuljettimen merkittävä käyttökohde on rullaportaat. Rullaportaissa kahteen ketjuun kiinnitetään askelmat ja näin ketjukuljettimesta saadaan henkilökuljetin. (Keinänen ym. 2007, 169–170.)



Kuva 15. Ketjukuljetin (Omni metalcraft corp 2020)

5 SUUNNITTELU

Suunnittelu kuuluu osana projektiin, jonka tarkoitus on saavuttaa haluttu tavoite. Tavoitteiden saavutukseen liittyvät käytettävissä olevat resurssit ja aikataulut. Suunnittelulla etsitään keinot, kuinka haluttu tavoite voidaan saavuttaa. Projekti jakautuu useisiin pieniin kokonaisuuksiin, joita hoitavat useat osapuolet, joiden toimintaa ohjaa projektin päävastuussa oleva henkilö. Jotta projektikokonaisuus pysyy hallinnassa, tehdään projektia varten projektisuunnitelma. Projektisuunnitelmasta käy ilmi projektin eri tehtävät ja tavoitteet, siihen kohdistuva aikataulu, käytössä olevat resurssit ja projektin toteutustapa. Projektisuunnitelma määrittää myös, kuinka tiedonvälitys eri tahojen välillä hoidetaan ja millaisia eri dokumentteja projektin aikana laaditaan. (Carver, Kamppari, Kymäläinen & Lakkala 2016, 10.)

5.1 Projektin ideointi ja tavoitteiden asettelu

Projektin kannalta ideointi on projektin toteutumisen kannalta merkittävä tekijä. Hyvin laadittu tavoitteiden asettelu, toimintaympäristön tunteminen ja projektin rajaus ovat tärkeitä projektin onnistumisen kannalta. Ideointivaiheessa tavoitteet voivat olla hyvin konkreettisia tai suuntaa-antavia hahmotelmia. Esitutkimus kuuluu projektin ideointivaiheeseen. Esitutkimuksessa käydään läpi projektikohteen lähtötilanne, jossa selvitetään, mihin tarpeeseen etsitään ratkaisua ja tavoitteet, jotka halutaan saavuttaa. Tavoitteiden selvittyä on helpompi kohdentaa resurssit kohti päämäärää, ja projektin kannalta epäolennaisiin asioihin ei tarvitse käyttää resursseja, mikä lisää työskentelyn tehokkuutta. Projekti ideointivaihe voidaan esittää kuusiosaisena mallina, johon kuuluvat: aloittaminen, esiselvitys, asiakasymmärrys, strateginen suunnittelu, ideointi ja konseptointi sekä protypointi. Kuusi osainen malli on vain suuntaa-antava tapa toteuttaa ideointivaihetta ja muun muassa monet opiskelijaprojektit toteutetaan pelkistetympin. (Carver ym. 2016, 13–16.)

5.2 Määrittelyvaihe

Määrittelyvaiheessa automaatiota lähestytään käyttäjän kannalta. Siinä kerättyjen tietojen pohjalta voidaan toteuttaa konkreettisempi teknisen toteutuksen suunnitelma. Määrittelyvaiheessa ei käsitellä toteutustapaa, vaan se ratkaistaan myöhemmissä suunnitteluvaiheissa. Määrittelyvaihe voidaan jakaa esisuunnitteluun ja perussuunnitteluun. Tämä jako on käytössä etenkin suuremmissa projekteissa. (Ajo ym. 2001, 18.)

5.2.1 Esisuunnittelu

Projekti alkaa esisuunnittelusta ja sen toteuttaa projektin tilaaja eli yritys itse. Toteutuksesta voi myös vastata yrityksen palkkaama konsultti, joita yritykset käyttävät etenkin suuremman kokoluokan projekteissa. Esisuunnittelussa käydään läpi projektin lähtökohdat. Siinä selvitetään automaation tarpeita ja tutkitaan niiden pohjalta vaihtoehdot, jotka vastaavat tarpeita ja mitkä näillä saavutettavat hyödyt ovat. Esisuunnittelussa arvioidaan myös, millaisia kustannuksia automaatiosta muodostuu. Projektin lähtökohtia tarkasteltaessa on keskityttävä myös tulevaan automaation käyttäjiin ja pohdittava, ketkä ovat käyttäjiä ja miten heidän halutaan automaatiota käyttävän. Näiden pohjalta muodostuvat projektin käyttäjävaatimukset. Toteutuksen kannalta laatu ja sen seuranta ovat tärkeitä asioita ja niiden seuraamiseksi tehdään kelpoisuussuunnitelma, joka auttaa näiden valvonnassa. Esisuunnitelma on valmis, kun kaikki aiheeseen liittyvät materiaalit on koottu yhteen ja tämän pohjalta voidaan tehdä päätös investoinnin toteuttamisesta. Yksi mahdollinen lisä esisuunnitelmaan on turvallisuuteen liittyvä järjestelmäosio, joka tarkastelee automaatioon liittyviä turvallisuustekijöitä. Se ei aina kuulu esisuunnitelmaan, sillä sen tarve voi selvitä vasta myöhemmissä selvityksissä, joten se voidaan laatia erikseen. Usein turvallisuusosion laatija on joku muu kuin automaatiota tarkasteleva taho. (Ajo ym. 2001, 18.)

5.2.2 Perussuunnittelu

Perussuunnittelussa paneudutaan tarkemmin tulevaan automaatioon ja sen käyttöön. Tärkeimpänä asiana on luoda selkeä kuvaus, kuinka automaatiota käytetään ja millaisia automaatiotoimintoja halutaan. Näiden pohjalta muodostuu myös kuvas projektin toteuttamisesta. Seuraavaksi vuorossa ovat sopimusneuvottelut mahdollisten toimittajien kanssa. Sopimusneuvottelut alkavat yrityksen tarjouspyynnöllä, jossa yritys pyytää toimittajalta tarjousta automaatiojärjestelmästä. Tarjouspyyntöön yritys laittaa automaatiota koskevat käyttäjävaatimukset sekä kelpoisuussuunnitelman. Tarjouspyynnön pohjalta eri toimittajat laativat oman tarjouksensa pyydetyistä automaatiosta ja sen toteutuksen hinnasta. Tarjouksessa toimittajat antavat tarkan toiminnallisen kuvauksen heidän automaatiojärjestelmästänsä. Lisäksi tarjouksen mukana tulee toimittajan laatima projekti- ja laatusuunnitelma. Toiminnallisesta kuvauksesta yritykselle käy ilmi, kuinka hyvin toimittajan automaatiojärjestelmä vastaa heidän tarpeitaan. Ennen lopullista automaatiojärjestelmän toimittajan valintaa yritys suorittaa toimittajan auditoinnin, jossa yritys arvioi toimittajan luotettavuutta yhteistyökumppanina. Perussuunnitelman viimeinen vaihe solmittu sopimus yrityksen ja automaatiojärjestelmän toimittajan välillä. (Ajo ym. 2001, 18.)

5.3 Suunnitteluvaihe

Suunnitteluvaihe voidaan aloittaa, kun automaation tilaajan ja toimittajan välille on syntynyt sopimus. Suunnitteluvaihe on jatkoa määrittelyvaiheelle, jossa automaatiojärjestelmälle laadittiin omat suunnitelmat, millainen tulevan automaatiojärjestelmän pitäisi olla. Näitä suunnitelmia tarkennetaan ja niiden pohjalta automaatiojärjestelmä voidaan toteuttaa. Suunnitteluvaiheeseen kuuluu automaatiojärjestelmän kokonaisuuden ja yksityiskohtien tarkka suunnittelu. Yksityiskohtien suunnittelussa muodostuu kuvaukset ohjelmistosta ja laitteistosta. Kaikki yksityiskohdat ovat osa kokonaisuutta. Näiden valmistuttua aletaan käsittelemään toteutussuunnitelmaa, jossa muodostetaan kuvaukset piireistä ja sekvensseistä. Automaatiojärjestelmän ohjelmistoon liittyvät asiat käyvät ilmi tarkemmassa moduulikuvauksessa. Edellä mainittujen suunnitelmien lisäksi automaatiojärjestelmä tarvitsee myös testausta, jota varten laaditaan testaussuunnitelma. Vastuu

suunnittelutoiminnasta on automaatiojärjestelmän toimittajalla. Tilaajan ajatuksia tarvitaan kuitenkin varsinaiseen käyttöön liittyen. (Ajo ym. 2001, 19.)

5.4 Toteutusvaihe

Toteutusvaiheessa alkaa automaatiojärjestelmän konkreettinen valmistus. Siinä automaatiojärjestelmän toimittaja valmistaa laadittujen suunnitelmien pohjalta asiakkaan tilaaman automaatiojärjestelmän. Valmistuksessa toimittaja voi käyttää apunaan alihankkijoita, mutta päävastuu valmistumisesta on itse automaatiojärjestelmän toimittajalla. Isommat automaatiojärjestelmät toteutetaan vaiheittain valmistusjärjestyksen mukaisesti. Valmistuneet laiteosioille suoritetaan tehdastestit eli FAT-testaus toimittajan toimesta ja niissä on usein tilaaja mukana seuraamassa testejä. Automaatiojärjestelmän valmistuksen aikana suoritetaan erilaisten toimintatestien lisäksi myös useita katselmuksia. Toimittaja on myös vastuussa työn laadusta, jossa he noudattava omia laatustandardejaan. Toteutusvaiheen aikana toimittaja laatii automaatiojärjestelmälle asennus- ja käyttöohjeet. Muita dokumentteja, joita vaiheen aikana valmistuu, ovat testaus suunnitelmat, tehdastestien dokumentaatiot, erilaiset tekniset dokumentit sekä katselmusraportit. Toteutusvaiheen lopussa automaatiojärjestelmä on valmistunut ja valmiina toimitettavaksi tilaajalle, mutta ennen lopullista toimitusta tilaaja hyväksyy valmistuneen automaatiojärjestelmän. (Ajo ym. 2001, 19.)

5.5 Asennusvaihe

Asennusvaihe alkaa valmiin automaatiojärjestelmän toimituksella tilaajalle. Ennen toimitusta automaatiojärjestelmä on toimittajan tehdastestaama, millä toimittaja on varmistanut järjestelmän toimivuuden. Toimituksen jälkeen toimittaja toteuttaa automaatiojärjestelmän tarvitsemat asennukset ja kytkennät paikoilleen. Seuraavaksi on vuorossa laitteistotestaus, jossa toimittaja varmistaa laitteiston toimivan sähköjen ja mekaniikan osalta. Asentamiseen liittyvästä valvonnasta ja tarkastuksista vastaa toimittaja, mutta myös tilaaja suorittaa omaa valvontaansa, koska työskentely tapahtuu heidän toimiympäristössään. Laitteistotestauksessa on kyse alustavasta tarkastuksesta, jolla varmistetaan eri osa-alueiden toiminta. Tarkastuksessa käydään lävitse instrumentointi, laitteet ja ohjelmisto. Kun laitteistotestauksessa kaiken on todettu toimivan, laaditaan asennusraportti tilaajan

hyväksyttäväksi. Tämän jälkeen voidaan aloittaa automaatiojärjestelmän toiminnallinen testaaminen, joka tapahtuu tilaajan toimesta. (Ajo ym. 2001, 20.)

5.6 Toiminnallinen testausvaihe

Toiminnallisessa testausvaiheessa automaatiojärjestelmän toimintaa testataan tilaajan käytössä. Testauksessa selviää, että laitteisto varmasti toimii tilaajan toimiympäristössä. Testauksessa tarkastellaan jokaisen osakokonaisuuden yksilöllinen toiminta ja että laitteisto toimii kokonaisuutena. Yksilöllisiä testauksen kohteita ovat instrumentointi, laitteistojen toiminta, ohjelmistojen ja asennettujen järjestelmien toiminta. Toiminnallinen testaus jaettu kahteen olennaiseen testiin, kylmä- ja kuumetestaukseen. (Ajo ym. 2001, 20.)

Kylmätestaus on kuumetestausta kevyempi testausmuoto. Siinä varmistetaan turvamekanismien toiminta ja suoritetaan turvallinen käyttöttestaus. Mikäli kyseessä on automaatiojärjestelmä, joka käyttää prosessiaineita, käytetään kylmätestauksessa turvallisuussyistä vettä, jolla varmennetaan järjestelmän toimivuus ja valmius ylösajoon eli kuumetestaukseen. Kuumetestauksessa laitteisto laitetaan todellisuutta vastaavaan käyttöön. Samalla testataan sekvenssien ja ohjelmistojen toiminta, sillä niiden toiminnan varmistamiseksi tarvitaan todellinen käyttötilanne, joka ei ole enää kevennetty ajomuoto. Jos kohteena on prosessiaineita käytävä automaatiojärjestelmä, niin veden tilalle laitetaan todelliset prosessikemikaalit. (Ajo ym. 2001, 20.)

Toiminnallinen testausvaihe päättyy valmiin automaatiojärjestelmän luovutukseen. Tuolloin toimittaja on osoittanut laitteiston toimivuuden testausdokumenteilla tilaajalle. Tilaajan kanssa on myös voitu sopia erikseen automaatiojärjestelmän hyväksymistestauksesta eli SAT-testauksesta, joka suoritetaan ennen luovutusta. Näiden jälkeen automaatiojärjestelmä on teknisesti valmis otettavaksi käyttöön ja toimittajan osuus projektissa päättyy. Toimittajan vastuu automaatiojärjestelmästä säilyy takuun muodossa. Tilaaja voi ottaa laitteiston suoraan käyttöön tai tehdä sille oman kelpoistustestauksen ennen käyttöönottoa. (Ajo ym. 2001, 20–21.)

5.7 Kelpoistusvaihe

Kelpoistusvaihe on tilaajan omaa laadun valvontaa. Siinä varmistetaan, että tilattu järjestelmä kykenee suoriutumaan suunnitelmien mukaisesti sille tarkoitetusta käytöstä. Kelpoistusta tehdään automaation tekniikan ja prosessin osalta. (Ajo ym. 2001, 21.)

Automaation tekninen loppukelpoistus on tilaajan osoitus, että automaatiojärjestelmä on toteutettu suunnitelmien ja vaatimusten edellyttämällä tavalla. Tilaaja varmistaa asian käymällä kaikki toimittajan laatimat dokumentit ja arvioinnit ja muut aiheeseen liittyvät dokumentit lävitse. Tarvittaessa tilaaja myös teettää tarvittavaa lisätestausta järjestelmälle varmistaakseen kelpoistuksen. Mikäli testauksessa ilmenee pahoja virheitä, jotka ovat toiminnan kannalta kriittisiä ei järjestelmä saa hyväksyntää käyttöönottoon. Kaikesta laaditaan kelpoistusraportti, joka arkistoidaan muiden dokumenttien ohella tilaajan arkistoon. Automaation tekninen loppukelpoistusvaihe loppuu hyväksytyyn loppukelpoistusraporttiin. (Ajo ym. 2001, 21.)

Prosessikelpoistusvaiheen suoritetaan automaatiojärjestelmän viimeinen hienosäätö. Vaiheen tarkoitus on saada automaatiojärjestelmä toimimaan teknisten tietojen mukaisella tavalla. Mikäli kyseessä on tuotetta valmistava järjestelmä, tarkastellaan että koko prosessi sujuu oikein ja siinä valmistuva tuote täyttää sille asetetut laatustandardit. Vaiheen aikana suoritetaan useita koeajoja, joiden avulla järjestelmään tehdään viimeisiä hienosäätöjä, joiden avulla järjestelmä lopulta toimii optimaalisella tavalla. Prosessikelpoistusvaihe on pitkä prosessi, jota tarkastellaan pitkällä aikajänteellä, jotta saadaan riittävän kattavan otanta järjestelmän suoritustasosta. Kun automaatiojärjestelmä käsittää useita tuotteita, suoritetaan jokaiselle tuotteelle oma kelpoistus. Vaihe on valmis, kun kaikki koeajot on suoritettu ja prosessin kelpoistusraportti on jokaisen tuotteen osalta valmis. (Ajo ym. 2001, 21.)

5.8 Tuotantovaihe

Automaatiojärjestelmä on valmis tuotantoon hyväksytyt prosessikelpoistuksen jälkeen. Tuotantovaiheessa automaatiojärjestelmälle tehdään sen vaativaa ylläpitoa toimivuuden ylläpitämiseksi. Toimivuutta myös varmennetaan erillisillä testauksilla, jolla varmistetaan, että järjestelmä toimii kelpoistuksessa saavutetulla tasolla. Nämä kaikki ovat osa automaatiojärjestelmän elinkaarta, johon kuuluu myös mahdolliset muutokset järjestelmässä. Mikäli muutoksia tehdään, edellyttää se uutta kelpoistusvaihetta ja samalla myös käyttäjävaatimuksista tarvitaan uusi raportti. Elinkaariajatteluun kuuluu myös järjestelmän loppuvaihe, joka tarkoittaa järjestelmästä luopumista. Loppuvaihe on myös suunnitelmallinen ja siihen kuuluu mahdollinen uusi korvaava järjestelmä ja vanhan järjestelmän purkaminen ja oikeaoppinen kierrättäminen. Automaatiojärjestelmään liittyvää dokumentaatiota säilytetään vielä, vaikka vanha järjestelmä on jo hävitetty. Dokumentaation säilyttäminen on tärkeää valmistushistorian kannalta, mikäli jossain tuoteerässä on ilmennyt epäselvyyksiä. (Ajo ym. 2001, 21.)

6 VARASTOAUTOMAATION ESISUUNNITELMAN TOTEUTUS

Suunnittelun eri vaiheet ja käytetyt nimikkeet vaihtelevat hieman eri alojen toimijoiden välillä ja jokainen käy suunnitteluprosessin läpi omaan organisaationsa parhaiten soveltuvalla tavalla. TDR Finlandin varastoautomaation esisuunnitelman sisältöä käytiin lävitse toimeksiantajan kanssa. Taustalla oli yrityksen halu selvittää, kuinka yrityksen varastotilan voisi automatisoida ja saada toimimaan tehokkaammin.

Lopputuloksena valmistui varastoautomaatio esisuunnitelma (Liite 1), jossa käydään läpi tavoitteet mitä halutaan saavuttaa, yrityksen varastointi, mahdolliset järjestelmät ja niiden toimittajat. Toimeksiantajalle laadittiin erillinen varastoautomaation esisuunnitelmadokumentti, josta asioita voidaan tarkastella, kun varastoinnin tehostaminen on yrityksessä ajankohtainen asia.

6.1 TDR:n varastoautomaation esisuunnitelman rajaus

Esisuunnitelman rajattiin selvittämään, millaisia varastoautomaatoratkaisuja TDR Finlandin varastoon on olemassa. Tavoitteena oli löytää jokaiselle mahdolliselle varastoautomaatiolle yksi toimittaja, jonka järjestelmä soveltuu yrityksen käyttöön, tehdä kartoitus yrityksen varastoinnista ja määritellä mitä automaatiolla halutaan saavuttaa.

6.2 Taustan selvittäminen

Esisuunnitelman tausta luvussa käytiin läpi tavoitteita ja etuja, joita varastoautomaatiolla halutaan saavuttaa. Varastoinnin kehittäminen on yrityksellä tärkeää kustannussyistä, sillä tehokkaasti hoidettu varastointi tuo yritykselle säästöjä. Tärkeimmiksi tavoitteiksi muodostuivat säästyvä tila ja yrityksen tuotteiden parempi organisointi, jolloin tiedetään tarkalleen missä mikin tuote on. Etuna nähtiin myös, että varastoautomaatio vähentää varastointiin kohdentuvia henkilöstöresursseja, joita voidaan kohtaan muihin tarkoituksiin.

6.3 Varastointi

Varastointiluvussa selvitettiin, millainen yrityksen varasto on tilana, ketkä ovat varaston käyttäjät, miten varastointi on toteutettu yrityksessä ja mitä ovat varastoitavat tuotteet.

Kiinteistön rakennuspiirustuksista saatiin selville varastoalueen tarkat mitat. Varastoalueen leveys oli 7300 mm, pituus 18000 mm ja korkeus 3700 mm. Varaston tila neliönä oli 131,4 m² ja tilavuus kuutioina oli 486,18 m³. Varasto sijaitsee tuotantotilojen välittömässä yhteydessä, jossa lämpötila on ympäri vuoden 20° C.

Tuotteiden varastoinnista vastasivat yrityksen logistiikan työntekijät, jotka hoitivat tavaroiden vastaanottamisen, purkamisen ja lähettämisen. Tavaroiden vastaanottamisen jälkeen saapuneet tuotteet varastoitiin lattialle kuormalavoissa, jotka vievät paljon lattiapinta-alaa ja hidasti tiettyjen tuotteiden purkamista pois kuormalavoilta, koska ne jäivät usein jumiin toisten kuormalavojen taakse. Kuormalavoilta tuotteet purettiin suoraan korjauskärryihin, jotka toimitettiin korjauspisteille. Korjauspisteiltä korjatut tuotteet toimitettiin takaisin varastossa oleviin hyllyihin, josta logistiikan työntekijät hoitivat niiden lähettämisen. Varastossa olevien tuotteiden määrä vaihteli noin 500–1000 tuotteen välillä. Varastoitavat tuotteet olivat erilaisia korjaukseen tulleita teleliikennelaitteita. Varastoitavien tuotteiden koko vaihteli mutta kaikki korjaukseen tulleet tuotteet mahtuivat 400 mm * 600 mm * 250 mm ESD suojattuihin korjauslaatikoihin.

Varastointia haluttiin kehittää automatisoinnin avulla, jossa tavara tulisi ihmisen luo, jolloin odotusaika vähenee ja varastoitaville tuotteille tulisi selkeä paikka, johon ne puretaan lähetysten saapuessa ja varastointiin ei kuluisi turhaa lattiapinta-alaa. Tuotteiden tarkka sijainti mahdollistaa korjaajien varaston käyttämisen, jolloin tuotteiden saatavuus tuotantoon paranisi, koska tuotteet olisi mahdollista noutaa varastosta myös silloin, kun logistiikantyöntekijät eivät ole enää työvuorossa.

6.4 Mahdollisia varastoautomaatoratkaisuja

Erilaisia varastoautomaatoratkaisuja, jotka soveltuivat yrityksen käyttöön, tarkasteltiin varaston koon ja käyttäjävaatimusten mukaan. Parhaiten soveltuvia vaihtoehtoja olivat pystysuuntainen varastokaruselli, pystysuuntainen varastoautomaatti ja vaakakaruselli. Niissä kaikissa toteutui tavara ihmisen luo -periaate ja tarkka varastohallinta. Lisäksi liikkuvat hyllystöt esitettiin mahdollisena ratkaisuna, sillä sekin oli saatavilla automatisoituna versiona ja tarkalla varastokirjauksella, mutta siinä käyttäjän on itse mentävä tavaran luo. Yrityksessä ei ollut aiempaa tietoa, millaisia varastoautomaatoratkaisuja on olemassa, minkä vuoksi näistä vaihtoehdoista varastoautomaation esisuunnitelmaan tehtiin lyhyt kuvaus, jossa teoriassa käytiin läpi, millainen laite on kysymyksessä. Mahdollisia varastoratkaisuja tarkasteltaessa tutkittiin samalla eri valmistajien tarjoamia laitteita.

6.5 Varastoautomaatoratkaisujen toimittajia

Varastoautomaatiolaitteistoja tarjoavia toimittajia kartoitettiin yritysten kotisivujen avulla tutustumalla heidän laitteistojen teknisiin tietoihin. Kriittisimmäksi kriteeriksi muodostui korkeus, sillä useat pystysuuntaisten varastoautomaattien ja pystysuuntaisten varastokarusellien toimittajien laitteiston korkeus oli alkaen neljästä metristä ylöspäin, mikä oli liian korkea, koska TDR Finlandin varaston korkeus oli 3,7 m. Varastotilaan sopivan kokoisia laitteistoja tarjosi Jungheinrich, jonka valikoimasta löytyi pystymallisia varastokaruselleja ja pystymallisia varastoautomaatteja. Kastenin valikoimasta löytyi sopiva vaakakaruselli ja SSI-SCHÄEFERIN tuotevalikoimasta löytyi siirtohylyjä. Kaikkien toimittajien laitteistojen kantavuus oli reilusti suurempi, mitä yrityksen varastoimat tuotteet, joten kantavuutta ei toimittajien kohdalla tarvinnut tarkastella.

6.5.1 Jungheinrich PRK-karusellivarasto pystymalli

Jungheinrich valmistaa PRK pystymallisia karusellivarastoja (Kuva 16), joilla varastotilan korkeus saadaan hyötykäyttöön ja kun varastointia toteutetaan pystysuuntaisesti, voidaan varastointipinta-alaa säästää jopa 85% PRK-karusellivarastossa tavarat tulevat käyttäjän luo keräilyaukkoon aina nopeinta reittiä, jolloin karusellin ohjaus valitsee pyörimissuunnaksi lähinnä keräilyaukkoa olevan reitin.

PRK-karusellivarastot on varustettu valokennoilla, jotka hoitavat käyttäjien ja tavaroiden valvomisen ja varmistavat laitteiston turvallisen käyttämisen. Tavaroiden keräilyaukon korkeudessa on huomioitu käyttäjän ergonomia, jolla saavutetaan käyttäjäystävällinen työskentelykorkeus. PRK-karusellivaraston luvattoman käytön estämiseksi laitteistoon kuuluu mekaanisesti lukittava keräilyaukon liukuovi. Laitteiston luvattoman käytön estämiseksi on myös saatavilla salasanasuojaus. Järjestelmän keräilytarkkuus voidaan nostaa jopa 99,9% liittämällä se osaksi pick to light -keräilyjärjestelmää. Tavarantoimitusta varten voidaan työntekijöiden työpisteisiin asentaa oma tapahtumatietokeskus, josta jokainen käyttäjä voi katsoa, missä tavara sijaitsee ja kuinka paljon tavaraa on. Mikäli laitteiston automatiikkaan tulee vika, voidaan laitteistoa käyttää manuaalisesti hätäkäyttökamman avulla. (Jungheinrich 2020b, 1–3.)



Kuva 16. Jungheinrich PRK-karusellivarasto pystymalli (Jungheinrich 2020c)

Jungheinrichin karusellivarasto malleista TDR Finlandille soveltuvia ovat PRK180, PRK350 ja PRK650, jotka sopivat korkeuden puolesta yrityksen varastoon. TDR:n varastoitavat tuotteet ovat maksimi mitoiltaan 400 mm * 600 mm *

250 mm, jolloin tuotteet mahtuvat PRK-karusellivarastoon, kun käytössä on alustan syvyytenä 628 mm ja alustan leveytenä 3250 mm, saadaan tuotteita kahdeksan rinnakkain. Tavarankorkeus voi olla PRK-mallista riippuen 356–483 mm, joka ei mahdollista tavaroiden päällekkäistä pinoamista, jos käytössä on 250 mm korkea korjauslaatikko. 250 mm korjauslaatikko on maksimikorkeus, johon kaikki yrityksen tuotteet mahtuvat, joten tuotekohtaiset korjauslaatikot voivat olla matalampia, jolloin tuotteita voi olla päällekkäin tai mikäli käytössä on erillinen kuljetinlaatikko, joka on ESD suojattu voidaan tuotteet pinona siihen päällekkäin ilman erillistä korjauslaatikkoa, jolloin yhdelle karusellihyllylle mahtuisi enemmän tavaroita. Taulukossa 1 on esitettyä PRK180, PRK350 ja PRK650 tekniset tiedot.

Taulukko 1. Jungheinrich PRK-mallien tekniset tiedot (Jungheinrich 2020b, 3)

Malli		PRK180	PRK350	PRK650
Korkeus	mm a	2210-7510	2360-10010	2360-10010
Leveys	mm b	3075-3875	3075-3875	3075-3975
Syvyys	mm c	1251/1441/1631	1271/1471/1671	1311/1511/1711
Enimmäiskuormitus	kg	6000	12500	19000
Väri		RAL 1028 / RAL 7035 tai yksilöllinen väritys		
Alustan leveys	mm	2450-3250		
Alustan syvyys	mm	428/528/628		
Alustakohtainen enimmäiskuormitus	kg	180	350	650
Välipohjan enimmäiskuormitus (vakio)	kg	100	225	310
Vahvistetun välipohjan enimmäiskuormitus	kg	150	150	150
Tavarankorkeus	mm	356	483	450
Moottori	kW	1,1	2,2	3,8
Nopeus	m/s	Maks. 0,125	Maks. 0,125	Maks. 0,125
Suurin sallittu yksipuoleinen kuorma	kg	600	1200	2100
Aukkojen enimmäismäärä		5	5	5
Manuaalinen liukuovi		Vakio		
Automaattinen liukuovi		Lisävaruste		
Henkilöturvallisuus		Turvaloverho		
Lisävaruste		Vahvistuspalkki		
Käyttöliittymä		OP0/OPJH-Control		
Hallinta		JH-Control 1000 (vakio) / JH-Control 2000 (lisävaruste)		
Epäkeskoisuustunnistin		Vakio		
Pick to light -keräily		Led-sijainti-ilmaisin/TIC-matriisi		
Turvallisuus		Lukittava luukku (vakio)		
Varajärjestelmä		Hätäkäyttökampi		

⁴Erikoismittoja saatavana tilauksesta

6.5.2 Jungheinrich LRK-varastoautomaatti pystymalli

Jungheinrich LRK-varastoautomaatit hoitavat varastoinnin automaattisesti (Kuva 17), kuljettaen laitteistossa olevia alustoja pystysuuntaisesti varastoautomaatin molemmille puolille. LRK-varastoautomaatit on toteutettu moduulirakenteella, joka mahdollistaa laitteiston korkeuden muuttamisen myöhemmässä vaiheessa.

LRK-varastoautomaatit on mahdollista toteuttaa juuri tilaan sopiviksi, sillä niiden korkeus on valittavissa 100 mm väleillä. Tavaroiden keräily tapahtuu viivakoodien tai painikejärjestelmän avulla. Viivakoodin luku tai painikkeen painaminen ohjaa halutun tavara-alustan laitteiston hississä olevaan kuljettimeen, joka tuo tavara-alustan käyttäjän luo keräilyaukolle, jossa käyttäjä voi ottaa alustasta tavaraa tai laittaa siihen tavaraa. Tavara-alustojen rekisteröinti tapahtuu LRK-järjestelmässä automaattisesti ja laitteisto kuljettaa tavara-alusta, sille osoitetulle paikalle. LRK-varastoautomaatin säästää parhaimmillaan jopa 85% lattiapinta-alaa. Mikäli LRK-varastoautomaatti tulee useamman kerroksen välille, voidaan siihen asentaa 1–6 keräilyaukkoja, joiden paikkaa on myöhemmin mahdollista muuttaa. Jokaisessa keräilyaukossa on oma liukuovi. Keräilyaukkoja lukuun ottamatta LRK-varastoautomaatti on koteloitu. Vikatilanteessa laitteistossa on manuaalinen käsikäyttö. (Jungheinrich 2020d, 1-3.)



Kuva 17. Jungheinrich varastoautomaatti pystymalli (Jungheinrich 2020e)

Jungheinrichin varastoautomaatti malleista TDR Finlandille soveltuvia ovat LRK250/500, LRK700 ja LRK1000, jotka sopivat korkeuden puolesta yrityksen varastoon. LRK-mallien yksi selkeä etu on sen moduulirakenne, jonka ansiosta

järjestelmä on mahdollista hankkia juuri halutun korkuisena ja antaa mahdollisuuden muokata korkeutta myöhemmin. TDR:n varastoitavat tuotteet ovat maksimitoiltaan 400 mm * 600 mm * 250 mm, jolloin tuotteet mahtuvat jokaiseen LRK-varastoautomaattiin. Käytössä olevan alustan syvyys on 610 mm ja alustan leveydenä 4050 mm, saadaan tuotteita kymmenen rinnakkain. LRK1000-mallissa alustan syvyys voi olla jopa 1270 mm, jolloin tuotteita mahtuisi kaksi peräkkäin ja yhdessä tasossa voisi ilman pinoamista olla 20 tuotetta. Tavarankorkeus voi olla LRK-malleissa 730 mm, mikä korkeuden puolesta mahdollistaa kahden tuotteen päällekkäin pinoamisen, kun käytössä on 250 mm korkea korjauslaatikko. Kaikki korjattavat tuotteet mahtuvat 250 mm korkeisiin korjauslaatikoihin mutta TDR:llä on käytössä myös tuotekohtaisia matalampia korjauslaatikoita, jolloin päällekkäin on mahdollista laittaa useampi kuin kaksi tuotetta tai mikäli käytössä on erillinen ESD suojattu kuljetuslaatikko, johon tuotteet voidaan pinota suoraan ilma korjauslaatikoita, saadaan yhdelle tavara-alustalle enemmän tuotteita kerrallaan. Taulukossa 2 on esitettyä LRK250/500, LRK700 ja LRK1000 tekniset tiedot

Taulukko 2. Jungheinrichin LRK-mallien tekniset tiedot (Jungheinrich 2020d)

Malli		LRK250/500	LRK700	LRK1000
Korkeus	mm a	2550-30050	2550-20050	2550-20050
Leveys	mm b	1580-4380	1580-4380	1580-4380
Syvyys	mm c	2312/2921/3074	2363/2972/3125	2363/3125/4342
Enimmäiskuormitus	t	67/120	67/120	67/120
Väri		RAL 1028 / RAL 7035 tai yksilöllinen värityys		
Alustan leveys	mm	1250-4050	1250-4050	1250-4050
Alustan syvyys	mm	610/813/864	610/813/864	610/864/1270
Alustan kuorma	kg	125-560	240-725	430-1000
Sijoittelutarkkuus	mm	25	50	50
Alustojen vähimmäisetäisyys	mm	75	100	150
Tavarankorkeus	mm	730	730	730
Voimansiirtojärjestelmä		Hammashihna		
Nostomoottori	kW	2,2/4	4	4
Enimmäisnostonopeus	m/s	1,3 m/s täyteen kuormattuna 2,0 m/s tyhjänä	0,75 m/s täyteen kuormattuna 1,2 m/s tyhjänä	0,5 m/s täyteen kuormattuna 0,75 m/s tyhjänä
Kuljettimen enimmäisnopeus	m/s	0,7	0,39	0,39
Käyttöaukon ohjaus		Käyttöaukon keskitetty ohjaus 10 rullalla		
Aukkojen enimmäismäärä		6		
Sisäpuolinen nosto-ovi		Vakio		
Henkilöturvallisuus		Turvavaloverho		
Korkeustunnistus		Valokenno 25 mm:n välein		
Lisävaruste		Vahvistuspalkki Pystysuorat valokennot kuulun valvontaa varten		
Käyttöliittymä		OP0 / OPJH-Control / OP Touch 10*		
Hallinta		JH-Control 1000 (vakio) / JH-Control 2000 (lisävaruste)		
Ohjaus		Vastusperusteinen JH-valvontalisävaruste		
Pick to light -keräily		LED-sijainti-ilmais / Vario-sijainti-ilmais / TIC-matriisi / LED-osoitin / laserosoitin		
Alustan ulosotto		Rullaratasarja / manuaalinen taittolokero / kuljetusvaunu / alustan ulosvienti trukkipäätte- lyä varten / puoliautomaattinen tai automaattinen alustan ulosotto		
Turvallisuus		Sisäpuolinen nosto-ovi		
Varajärjestelmä		Kaksinkäsikäyttö		

*Erikoismittoja saatavana tilauksesta

6.5.3 Kasten HOCA-vaakakaruselli

Kastenin valmistama HOCA-vaakakaruselin avulla voidaan toteuttaa tiivisvarastointi (Kuva 18), kun tilan korkeus on rajallinen. HOCA-vaakakarusellissa tavara tulee ihmisen luo tietokoneohjauksen avulla ja vähentää tavaroihin kohdistuvaa odotusaikaa ja tavaroiden luokse kulkemista jopa 65 %. HOCA-vaakakarusellilla saadaan aikaan tiiviisti toteutettu varasto, jonka ansiosta lattiapinta-alaa säästyy jopa 70%. HOCA-vaakakarusellin päädysssä on keräilyalue, johon voidaan liittää useampia vaakakaruselleja, jolloin keräily tehostuu, kun käytössä on yhtäaikaista useampia vaakakaruselleja. Liittämällä HOCA-vaakakaruselli varastointijärjestelmään saadaan tarkka tieto tavaroiden sijainnista. HOCA-vaakakarusellin käyttö vähentää keräilyvirheitä ja parantaa tavaroiden kulkemista tuotannon ja varaston välillä. (Kasten 2020.)



Kuva 18. HOCA-vaakakaruselli (Kasten 2020)

HOCA-vaakakaruselli on soveltuva TDR Finlandin varastointiin. Varastoitavat tuotteet mahtuvat hyvin sen hyllyihin (gondoliin), sillä hyllyn leveys on enimmillään 1010 mm ja syvyys on enimmillään 608 mm. Tuolloin yhdelle hyllyriville mahtuu kolme korjauslaatikkoa rinnakkain 400 mm * 600 mm * 250 mm kokoisena. Hyllyn korkeus on säädettävissä, jolloin tavaroita voidaan pinota päällekkäin, mikä mahdollistaa enemmän tavaraa yhtä hyllyä kohden. Hyllystön korkeus voidaan määrittellä tarpeen ja tilojen mukaan 1700–3900 mm:n välillä. Taulukossa 3 on esitelty HOCA-vaakakarusellin tekniset tiedot.

Taulukko 3. HOCA-vaakakarusellin tekniset tiedot (Kasten 2020b)

Vakio mitat		
Gondoolin korkeus	mm	1700–3900
Gondoolin leveys	mm	830/1010
Gondoolin syvyys	mm	508/608
Gondoolin kantavuus	kg	600
Sähköliitäntä	V	240
Turvaominaisuudet		
Liukuovet keräilyalueen kohdalla		
Valokennot		
Hätäseispainike keräilyalueen kohdalla		
Vaakakaruselliä ympäröivä turvaverkko		
Ohjaus		
TC1200 ohjausjärjestelmä		
Windows PC-alusta (valinnainen)		
TC200 varastonhallintajärjestelmä (valinnainen)		
Automaattisen käytön lisäksi varajärjestelmänä manuaalinen käyttö		

6.5.4 SSI-SCHÄEFER siirtohyllyt

SSI-SCHÄEFER valmistaa siirtohyllyjä, josta on saatavilla manuaalisesti toimiva siirtohyllystö ja erillismootorin avulla toimiva sähköinen siirtohyllystö (Kuva 19). Automaattinen siirtohyllystö pystyy liikuttamaan 16 t:n hyötykuormaa, jolloin hyllystön käyttö on käyttäjälle helppoa ja turvallista. Sähköinen siirtohyllystö on varustettu RFID-tekniikalla, jonka avulla hyllystön luvaton käyttö voidaan estää. Sähköinen siirtohyllystö aktivoidaan käyttäjän toimesta henkilökortilla, jolloin voidaan rajata käyttäjät, joilla on oikeus käyttää sähköistä siirtohyllystöä. Aktivointi suoritetaan näyttämällä henkilökortti käyttöpaneelin lukijalle, jonka jälkeen laite aktivoituu ja käyttöpaneelista voidaan valita haluttu hylly, joka avautuu käyttäjälle automaattisesti. Käyttäjien turvallisuutta varten avautuneella käytävällä on valokennot, joka rekisteröi myös kulunvalvontatiedot. Keräily tapahtuu aina auki olevan käytävän kautta ja avoimena voi olla yksi käytävä kerrallaan. Käyttäjähallinta on toteutettu tiekoneohjatusti ja sitä on mahdollista ohjata useilla eri päätelait-

teilla. Sähköisen siirtohyllystössä voidaan käyttää yrityksen omaa materiaalinhallintajärjestelmää. SSI-SCHÄEFER sähköisillä siirtohyllillä varastointipinta-ala pienenee 40% verrattuna tavalliseen hyllystöön. Mikäli tavallisen hyllystön käytössä ollut varastopinta-ala korvataan sähköisellä siirtohyllystöllä, saadaan samalle pinta-alalle 85% parempi varastokapasiteetti. SSI-SCHÄEFER siirtohyllystä ei aiheudu käyttäjälle kompastumisvaaraa, sillä sen kiskot on lattiaan upotettu. Sähköistä siirtohyllystöä on mahdollista laajentaa myöhemmin lisäämällä siihen uusia hyllymoduuleja. (SSI-SCHÄEFER 2020a.)



Kuva 19. SSI-SCHÄEFERIN sähköinen siirtohyllä (SSI-SCHÄEFER 2020b,7)

SSI-SCHÄEFERIN sähköinen siirtohyllystö on mahdollista toteuttaa TDR Finlandin varastossa, hyllystön koko on toimituskohtainen ja niiden korkeus on noin kaksi metriä. Kantaville siirtohyllystöillä on mahdollista saada pieneen tilaan tehokas varasto, jossa käyttäjä noutaa itse tavarat hyllystöstä.

7 POHDINTA

TDR Finlandilla oli jo pidemmän aikaa pohdittu, kuinka varastoinnin voisi toteuttaa tehokkaammin ja selkeämmin. Tästä muodostui opinnäytetyöaihe, jossa pääsin hyödyntämään automaatio-opintoja ja luomaan yritykselle esiselvitystä millaisia automaattioratkaisuja yrityksen varastotilassa olisi mahdollista toteuttaa.

Ennen esisuunnitelman aloittamista perehdyin aihealueeseen teoriassa, jossa kävin läpi erilaisia kuljettimia, varastointia, erilaisia automaattivarastointimalleja, sekä myös muita tapoja hoitaa varastointia. Lisäksi perehdyin suunnittelu prosessiin ja sen eri osa-alueisiin laajemmin.

Syvennyttyäni aiheeseen alkoi esisuunnitelman laadinta, jota varten tutkin yrityksen varastotiloja tarkemmin ja kävin läpi tuotteet, joita halutaan varastoida ja millaisia odotuksia yrityksellä oli automatisoinnin suhteen. Näiden pohjalta alkoi rakentaa esisuunnitelmaan eri vaihtoehtoja, jotka olisivat kokonsa puolesta mahdollisia ratkaisuja varastotilaan. Vaihtoehtojen rinnalla tutkin samalla myös mahdollisia automaattivarastolaitteiden toimittajien laitteiden teknisiä tietoja ja tarkastelin niiden pohjalta ovatko ne soveltuvia yrityksen käyttöön.

Lopputuloksena saatiin aikaan valmis varastoautomaation esisuunnitelma, joka vastasi yrityksen odotuksia. Yritys sai dokumentoituna tietoa omasta varastostaan ja teoreettista tietoa, millaisia varastoautomaattioratkaisuja on olemassa, mitkä sopivat yrityksen varastotiloihin. Yritys sai myös tiedon, mikä taho kyseisiä varastoautomaattioratkaisuja toimittaa. Varastoautomaation esisuunnitelma auttaa yritystä, kun yrityksen johtoryhmä käsittelee varastoinnin tehostamista. Tuloksia voidaan pitää luotettavana, sillä kaikki esitetyt ratkaisut ovat mahdollisia toteuttaa yrityksen varastossa ja ne kaikki toimivat automaatiikalla.

Opinnäytetyön tekeminen oli mielenkiintoinen projekti ja sen ansiosta saavutin hyvää asiantuntemusta suunnittelusta, automaattivarastoista ja erilaisista kuljettimista.

LÄHTEET

- Ajo, R., Hakonen, S., Harju, H., Järvi, J., Kaskes, K., Lenardic, E., Niukkainen, E., Nurminen, T., Ritala, P., Tolppanen, M., & Tommila, T. 2001. Laatu automaatioissa: Parhaat käytännöt. Suomen automaatioseura. E-kirja. Viitattu 2.1.2020. <https://www.automatioseura.fi/site/assets/files/1367/laatuautomaatioissa.pdf>
- Benchmarkss 2020. Drive-in pallet racking. Viitattu 17.11.2020. <https://www.benchmarkss.com.au/product/drive-in-pallet-racking/>
- Bruks Siwertell. 2020. Vibrating conveyors. Viitattu 18.11.2020. <https://www.bruks-siwertell.com/conveying/vibrating-conveyor>
- Carver, E., Kamppari, K., Kymäläinen, H. & Lakkala, M. 2016. Opas projektityöskentelyyn. Helsingin yliopisto. E-kirja. Viitattu 18.10.2020. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/160099/Opas_projektity%C3%B6skentelyyn_2016.pdf?seq
- Cisco-Eagle 2020. Carousels & ecommerce: Feel it coming back again. Viitattu 15.11.2020. <https://www.cisco-eagle.com/blog/2019/05/08/feel-it-coming-back-again/>
- Conveyco 2020. Gravity conveyors. Viitattu 18.11.2020. <https://www.conveyco.co.za/gravity-conveyors.htm>
- Delmac 2020. Canmaksan kuljettimet. Viitattu 17.11.2020. <https://www.delmac.fi/canmaksan-kuljettimet/>
- Haverila, M., Kouri, I., Miettinen, A. & Uusi-Rauva, E. 2009. Teollisuustalous. 6. painos. Tampere: Infacts.
- HT-Hyllytekniikka 2020. Kerroshylly ja välitaso. Viitattu 17.11.2020. <https://ht-hylly.fi/tuotteet/pientavarahyllyt/kerroshylly-ja-valitasot/>
- Intolog 2020. Valmiit kokoonpanot. Viitattu 17.11.2020. <https://www.intolog.fi/varastot/kuormalavahyllyt/valmiit-kokoonpanot>
- Jungheinrich 2020a. Automaattinen korkeavarasto. Viitattu 17.11.2020. <https://www.jungheinrich.fi/logistiikkajaerestelmaet/automaattiset-varastojaerjestelmaet/automaattivarasto/automaattinen-korkeavarasto-399130>
- Jungheinrich 2020c. Karusellivarasto. Viitattu 20.11.2020 <https://www.jungheinrich.fi/tuotteet/kuormalavahyllyt/dynaaminen-pientavaran-varastointi/karusellivarasto-399112>
- Jungheinrich 2020b. Karusellivarasto. Esite. Viitattu 20.11.2020 <https://www.jungheinrich.fi/resource/blob/628334/7e9a8447b2938ea874da1b6e52d3f3c4/tyyppitiedot-prk-pdf-data.pdf>

Jungheinrich 2020e. Varastoautomaatti. Viitattu 20.11.2020
<https://www.jungheinrich.fi/tuotteet/kuormalavahyllyt/dynaaminen-pientavaran-varastointi/varastoautomaatti-399114>

Jungheinrich 2020d. Varastoautomaatti. Esite. Viitattu 20.11.2020
<https://www.jungheinrich.fi/resource/blob/628324/cad2731a5bfb6d5ef071c198939b33de/tyyppitiedot-lrk-pdf-data.pdf>

Kardex Remstar 2020. Technical data. Viitattu 15.11.2020. <https://www.kardex-remstar.com/us/materials-handling-storage-solutions/horizontal-carousel-us/technical-data.html>

Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2008. Kuljetukset ja varastointi: Järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet. 2. painos. Suomen logistiikkayhdistys ry.

Kasten 2020. Vaakakaruselli (HOCA) Viitattu 20.11.2020 <https://www.kasten.fi/Tuotteet/Varastoautomaatit/Vaakakaruselli-HOCA/>

Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Lähetkangas, M. & Sumujärvi, M. 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. 1. painos. Helsinki: WSOY oppimateriaalit.

Omni metalcraft corp. 2020. Chain conveyor. Viitattu 19.11.2020.
<https://omni.com/products/chain-conveyor/>

Pacific Bend Inc 2020. Dynamic or pallet flow racking system facilitates FIFO methodology. Viitattu 16.11.2020. <https://pacificbendinc.com/dynamic-pallet-flow-racking-system-facilitates-fifo-methodology/>

Putkiaivot 2020. Lamellikuljettimet. Viitattu 17.11.2020. <https://www.kuljettimet.fi/lamellikuljettimet>

Solving 2020. 10T Automaattista paperin käsittelyä. Viitattu 19.11.2020.
<https://www.solving.com/sovellukset/10t-automated-paper-handling/>

SSC-SCHÄEFER 2020a. Kevyen tavarann siirtohylyt RFID-tekniikalla. Viitattu 20.11.2020 <https://www.ssi-schaefer.com/fi-fi/tuotteet/varastointi/small-load-carriers/small-parts-store/kevyen-tavaran-siirtohylyt-rfid-tekniikalla--131410#>

SSC-SCHÄEFER 2020b. Mobile racking systems. Esite. Viitattu 20.11.2020
<https://www.ssi-schaefer.com/resource/blob/572532/49b8af19933992274f9805b949aa6985/brochure-mobile-racking-systems-de-dam-download-fi-17807--data.pdf>

Stow 2020. The smart archiving storage solution. Viitattu 15.11.2020.
<https://www.stow-group.com/en/products/small-goods-racking/light-shelving/archive-shelving>

TDR 2020e. Electromechanical assembly. Viitattu 25.10.2020.
<https://www.tdr.fi/services/electromechanical-assembly>

TDR 2020d. Industrial electronics repair. Viitattu 25.10.2020.
<https://www.tdr.fi/services/industrial-electronics-repair>

TDR 2020a. Presentation. Diaesitys. Tulostettu 9.10.2020.

TDR 2020c. Telecom reverse engineering. Viitattu 25.10.2020.
<https://www.tdr.fi/services/telecom-reverse-engineering>

TDR 2020b. Telecom screening, repair and testing. Viitattu 25.10.2020.
<https://www.tdr.fi/services/telecom-screening-repair-and-testing>

Wecon systems 2020. Gravity conveyors. Viitattu 18.11.2020. <https://weconsystems.com/services/gravity-conveyors/>

Zuo'er 2020. Curve track for flex chain conveyor. Viitattu 25.11.2020.
<https://www.zuoerconveyor.com/curve-track-for-flex-chain-conveyor-product/>

LIITTEET

Liite 1. TDR Finland varastoautomaation esisuunnitelma



Varastoautomaation esisuunnitelma

Liite 1 2(19)

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	50
1.1	Johdanto.....	50
1.2	Dokumentin laadinta.....	50
1.3	Dokumentin sopimussuhde ja suhteet muihin asiakirjoihin.....	50
2	TAUSTAA.....	51
2.1	Perustelut varastoinnin automatisoinnille.....	51
2.2	Päätavoitteet ja -edut.....	51
3	TDR FINLAND OY:N VARASTOINTI.....	52
3.1	Varasto tilana.....	52
3.2	Varastoitavat tuotteet.....	52
3.3	Varaston käyttäjät.....	53
4	MAHDOLLISIA VARASTOINTIRATKAISUJA.....	54
4.1	Karusellivarasto pystymalli.....	54
4.2	Varastoautomaatti pystymalli.....	55
4.3	Karusellivarasto vaakamalli.....	56
4.4	Liikkuvat hyllytöt.....	57
5	VARASTORATKAISUJEN TOIMITTAJIA.....	58
5.1	Jungheinrich karusellivarasto pystymalli.....	58
5.2	Jungheinrich varastoautomaatti pystymalli.....	60
5.3	Kasten vaakakaruselli.....	63
5.4	SSI-SCHÄEFER siirtohyllyt.....	64
	LÄHTEET.....	66

Liite 1 3(19)

1 JOHDANTO

1.1 Johdanto

TDR Finlandin varastoautomaation esisuunnitelmassa käydään läpi yleisesti yrityksen varastoa ja varastointia. Varastotietojen pohjalta on esitetty erilaisia vaihtoehtoja, kuinka varastoa voidaan automatisoida ja näitä vaihtoehtoja käydään läpi yleisellä tasolla. Jokaisesta mahdollisesta varastoautomaatiovaihtoehdosta on löydetty yksi toimija, jonka ratkaisua esitellään tarkemmin.

1.2 Dokumentin Laadinta

Dokumentin on laatinut TDR Finlandin työntekijä Ville Pohjanen Jukka Ailinpietin toimeksiannosta

1.3 Dokumentin Sopimussuhde Ja Suhteet Muihin Asiakirjoihin

TDR Finlandin varastoautomaation esiselvitys on tehty toimeksiantona ja se on osa Ville Pohjasen Lapin ammattikorkeakoululle tekemää opinnäytetyötä.

Liite 1 4(19)

2 TAUSTAA

2.1 Perustelut Varastoinnin Automatisoinnille

Varastoinnin automatisoimille saavutetaan säästöjä henkilöstö resursseissa, lattiapinta-alassa ja tuottavuuden tehostamisessa. Tiiviimmin toteutettu varastointi, jossa tavara tulee ihmisen luo vähentää varastointii käytettävää aikaa ja jättää lattia pinta-alaa vapaaksi muita toimintoja varten. Automatisoiduissa varastojärjestelmissä saavutetaan parempi tuotteiden seuranta, jolloin tiedetään tarkalleen missä mikin tuote on ja se on helposti saatavilla. Tuotteiden hyvä saatavuus ulos varastosta tehostaa tuotantoa, eikä sinne muodostu turhia odotusaikoja saapuvista tuotteista.

2.2 Pää tavoitteet Ja -Edut

- Tieto jokaisen tuotteen varastointipaikasta
- Tuote tulee ihmisen luo
- Toimintavarmuus paranee, kun myös korjaajat voivat hakea varastoituja tuotteita, kun logistiikan työntekijät eivät ole työvuorossa
- Varastoautomaatiojärjestelmillä saavutetaan jopa 70–85 % tehokkaampi tilankäyttö, verrattuna lattiasäilytykseen
- Säästynyt lattiapinta-ala voidaan hyödyntää muita toimintoja varten
- Tehostunut varastointi vapauttaa henkilöstöresursseja yrityksen muihin toimintoihin
- Tehokkaasti toimiva varasto luo yritykselle säästöjä

Liite 1 5(19)

-

3 TDR FINLAND OY:N VARASTOINTI

3.1 Varasto Tilana

TDR Finlandin varasto sijaitsee tuotantotilojen välittömässä yhteydessä ja on lämminvarastotila, jossa vallitsee noin 20° C lämpötila. Kyseinen varasto toimii yrityksen kiertovarastona, jossa korjaukseen saapuvat tietoliikennelaitteet varastoidaan odottamaan korjausta. Varastoidut tietoliikennelaitteet vaihtuvat korjaukseen menevien ja täydennysrytmin mukaisesti.

Varaston korkeutta 3,7 m rajoittaa katossa kulkevat ilmastointiputket ja valaisimet, joiden sijaintia joudutaan muuttamaan, mikäli korkeutta halutaan hyödyntää täysimääräisesti.

- Varaston korkeus 3700 mm
- Varaston leveys 7300 mm
- Varaston pituus 18000 mm
- Varaston neliöt 131,4 m²
- Varaston kuutiot 486,18 m³

3.2 Varastoitavat Tuotteet

Varastoon kerättävät tavarat muodostuvat erilaisista teleliikennelaitteista, jotka vaihtelevat asiakkaan toimitusten mukaan. Varastoitavat tuotteet mahtuvat kaikki korjauslaatikoihin, jotka ovat mitaltaan 400mm*600mm*250mm ja näitä korjauslaatikoita on mahdollista pinota päällekkäin. Varastoitavia teleliikennelaitteita tulee mahtua varastoon kerralla 500–1000 yksikköä.

Tällä hetkellä varastointi tapahtuu kuormalavoissa lattialle, josta tuotteet puretaan suoraan keräilykärryyn, jotka toimitetaan korjauspaikoille. Korjauspaikoilta valmiit tuotteet toimitetaan logistiikan valmiit tuotteet hyllystään.

Liite 1 6(19)

Varastoinnin automatisoinnilla kuormalavat voidaan purkaa suoraan automaattijärjestelmään ja samalla tehdään varastokirjaus, jolloin tiedetään jokaisen tuotteen tarkka olinpaikka. Korjauskärryn kantama on 260 kg.

.

3.3 Varaston Käyttäjät

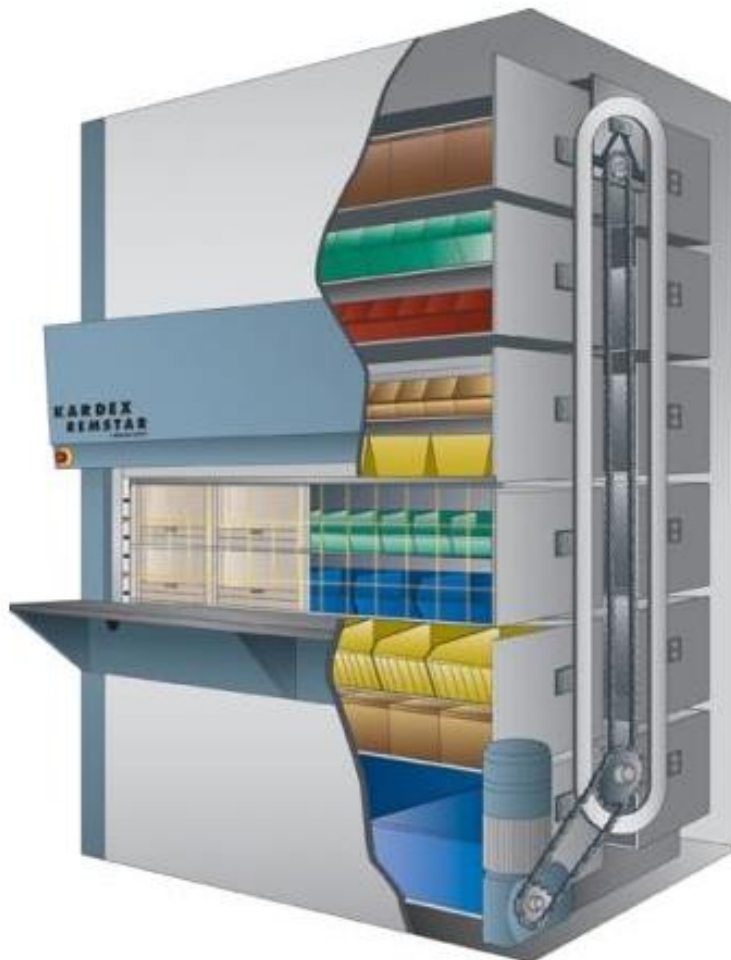
Logistiikan työntekijät vastaavat varastoitavien tavaroiden vastaanottamisesta, keräilystä, kuljettamisesta korjaukseen ja valmiiden tuotteiden lähettämisestä asiakkaille.

Varaston automatisoinnin myötä, myös korjauksen parissa työskentelevät työntekijät voivat hakea tarvitsemiaan tavaroita itse, koska he näkevät tietokoneelta missä heidän haluamansa tavarat sijaitsevat. Tämä parantaa tuottavuutta, koska varastoidut tavarat ovat aina korjaajien helposti saatavilla.

4 MAHDOLLISIA VARASTOINTIRATKAISUJA

4.1 Karusellivarasto Pystymalli

Karusellivarasto toimii ketjuvetoisesti pyörittäen pystysuuntaista karusellia, jossa tuotteet on lastattu hyllyille. Karusellivarastossa on keräilyaukko, josta tapahtuu tuotteiden varastoiminen ja sieltä poisottaminen. Varastoidut tuotteet kirjataan tietokonejärjestelmään, jolloin tiedetään missä kohtaa karuselliä kyseinen tuote on. Kuvassa yksi on esitettyä pystysuuntaista karusellivarastoa, jossa, joka on ketjuvetoinen ja hyllyt liikkuvat ohjauskiskoa pitkin. Karusellissävarastossa jokainen hylly liikkuu kiskoa pitkin, kunnes oikea hylly on saavuttanut keräilyaukon. Pystysuuntaisen karusellivaraston maksimikorkeus voi olla, jopa 20 m.



Kuva 20. Pystysuuntaisen karusellivarasto (Systec 2020)

Liite 1 8(19)

4.2 Varastoautomaatti Pystymalli

Varastoautomaatissa on teleskoopilla varustettu hissi, joka kuljettaa tavarat halutulle hyllylle. Varastoautomaatissa on keräilyaukko, josta tapahtuu tuotteiden varastointi ja sieltä poisottaminen. Varastoidut tuotteet kirjataan tietokonejärjestelmään, jolloin tiedetään missä kohtaa hyllyssä kyseinen tuote on. Keräilyaukkoon lastatut tavarat siirtyvät teleskoopin avulla hissiin ja hissi kuljettaa tavarat halutulle hylly, johon teleskooppi siirtää tavarat hyllylle. Varastoautomaatissa voi olla myös hissiin liitetty kuljetin, jolloin tavarat voidaan sijoittaa määrättyihin hyllysoluihin, jonka ei tarvitse olla keräily aukon levyinen hylly, vaan hyllysolun koko voidaan määrittellä itse ja hississä olevan kuljettimen avulla tavara voidaan liikuttaa oikean hyllysolun kohdalle. Kuvassa kaksi on esitettyinä pystymallinen varastoautomaatti, jossa varastointi tapahtuu keräilyaukon hyllyn leveydeltä hyllyihin. Varastoautomaatin maksimi korkeus voi olla jopa 15 m.



Kuva 21. Pystymallinen varastoautomaatti (ADS 2020)

Liite 1 9(19)

4.3 Karusellivarasto Vaakamalli

Vaaka karusellivarasto (vaakakaruselli) on ketjukuljetin, jossa on lankaverkosta valmistetut tavarahyllyt. Vaakakarusellissa on keräilypiste, johon karuselli pyörittää halutun hyllyn, jolloin voidaan suorittaa tavaroiden lastaus tai purkaminen. Vaakakarusellit voivat olla sivuilta avonaisia, tai koteloituja, joka suojaa tavaroita auringolta ja liialta. Yleinen vaakakarusellin pituus on 10–40 m. Pituus vaikuttaa vaakakarusellin toimintanopeuteen, sillä karusellin pitää pyörittää kaikki hyllyt läpi, jotta saavutetaan haluttu hylly mutta karuselliä voidaan pyörittää molempiin suuntiin, jolloin haluttu hylly on nopeammin saatavilla. Varastoidut tuotteet kirjataan tietokonejärjestelmään, jolloin tiedetään missä hyllyssä kyseinen tuote on. Vaakakarusellejä voidaan sijoittaa useampia rinnakkain ja muodostaa yhteinen keräilyalue. Kuvassa kolme on esitetty avonainen vaakakaruselli.



Kuva 22. Vaakakaruselli (Pacific Integrated Handling 2020)

Liite 1 10(19)

4.4 Liikkuvat Hyllystöt

Liikkuvat hyllystöt ovat tiivis hyllyjono, jossa hyllyt ovat toisissaan kiinni ja liikkuvat lattiaan asennettua kiskostoa pitkin vaunujen päällä. Hyllyjen liikkuminen tapahtuu, joko automaattisesti sähkömoottorin avulla tai manuaalisesti kampea pyörittäen käsin. Keräilyä varten avataan aina haluttu hyllystö mutta kerrallaan voidaan avata vain yksi rivi. Kuvassa neljä on esitettyä liikkuva hyllystö, jossa on manuaalinen kampaavaus.



Kuva 23. Manuaalisesti liikkuva hyllystö (Kasten)

5 VARASTORATKAISUJEN TOIMITTAJIA

Ratkaisuissa ei erikseen huomioida teleliikennelaitteiden painoa, sillä hyllykoh-
taiset kantamat ovat niin suuret, ettei kantamat ylity missään mallissa.

5.1 Jungheinrich Karusellivarasto Pystymalli

Jungheinrich valmistaa PKR pystymallisia karusellivarastoja kuvassa 5, jotka hyödyntävät varaston ylöspäin suuntautuvaa tilaa ja sen avulla voidaan säästää jopa 85% varastointilaa. Järjestelmässä tavara tulee käyttäjän luo aina lyhintä mahdollista reittiä. Järjestelmän turvaominaisuuksiin kuuluvat valokennot, jotka valvovat sekä tavaroita, että käyttäjiä. Keräilyaukko on suunniteltu ergonomiselle korkeudelle, joka takaa käyttäjille hyvän työskentelykorkeuden. Keräilyaukkoon kuuluu mekaanisesti lukittava liukuovi, jolla estetään karusellivaraston luvaton käyttö. Lisäksi järjestelmään on saatavilla salasanasuojaus. Järjestelmä voidaan liittää pick to light -keräilyjärjestelmää, jonka ansiosta keräilytarkkuus nousee jopa 99,9%. Työntekijöiden työpisteisiin voidaan asentaa oma tapahtumatieto-keskus, josta selviää tavaroiden tarkka sijainti ja kuinka paljon hyllyissä on mitäkin tavaraa. Vikatilanteessa karusellivarastoa voidaan käyttää manuaalisesti hätäkäyttökammella. (Jungheinrich 2020a, 1.)



Kuva 24. Jungheinrich varastokaruselli pystymalli (Jungheinrich 2020b)

Liite 1 12(19)

Jungheinrich karusellivarasto malleista TDR Finlandille soveltuvia ovat PRK180, PRK350 ja PRK650, jotka sopivat korkeuden puolesta yrityksen varastoon. TDR:n varastoitavat tuotteet ovat maksimi mitoiltaan 400mm*600mm*250mm, jolloin tuotteet mahtuvat PRK-karusellivarastoon, kun käytössä on alustan syvyytenä 628 mm ja alustan leveytenä 3250 mm. Tuolloin saadaan tuotteita kahdeksan rinnakkain. Tavarankorkeus voi olla PRK-mallista riippuen 356–483 mm, joka ei mahdollista tavaroiden päällekkäistä pinoamista, jos käytössä on 250 mm korkea korjauslaatikko. 250 mm korjauslaatikko on maksimikorkeus, johon kaikki yrityksen tuotteet mahtuvat. Tuotekohtaiset korjauslaatikot voivat olla matalampia, jolloin tuotteita voi laittaa päällekkäin tai mikäli käytössä on erillinen kuljetinlaatikko, joka on ESD suojattu, voidaan tuotteet pinota siihen päällekkäin ilman erillistä korjauslaatikkoa. Tuolloin yhdelle karusellihyllylle mahtuisi enemmän tavaroita.

Taulukossa 1 on esitetty PRK180, PRK350 ja PRK650 tekniset tiedot. Merkittävin ero mallien välillä on moottoritehossa 1,1–3,8 kW, enimmäiskuorman määrä 6000–19000 kg ja suurimman yksipuolisen kuorman määrä 600–2100 kg. Jokaisessa PRK-mallissa on vakiona epäkeskotunnistin, manuaalinen liukuovi, lukittava luukku, hätäkäyttökampi varajärjestelmä, OP0/OPHJ-Control käyttöliittymä, turvavaloverho henkisuojauksena, pick to light -keräilyä varten PRK-malleissa on led sijainti-ilmaisin/TIC-matriisi ja hallintajärjestelmänä JH-Control 1000. PRK malleihin saatavia lisävarusteita ovat automaattinen liukuovi, vahvistuspalkki, JH-Control 2000 hallintajärjestelmä. (Jungheinrich 2020a, 1,3.)

Taulukko 4. Jungheinrich PRK mallien tekniset tiedot (Jungheinrich 2020a, 3)

Malli		PRK180	PRK350	PRK650
Korkeus	mm	2210-7510	2360-10010	2360-10010
Leveys	mm	3075-3875	3075-3875	3075-3975
Syvyys	mm	1251/1441/1631	1271/1471/1671	1311/1511/1711
Maksimi kuorma	kg	6000	12500	19000
Alustan leveys	mm	2450-3250	2450-3250	2450-3250
Alustan syvyys	mm			
Alusta kohtainen maksimi kuorma	kg	180	350	650
Vakiovälipohjan maksimi kuorma	kg	100	225	310
Vahvistetunvälipohjan maksimi kuorma	kg	150	150	150
Tavarankorkeus	mm	356	483	450
Moottori	kW	1,1	2,2	3,8
Nopeus	ms	maks. 0,125	maks. 0,125	maks. 0,125
Yksipuoleinen maksimi kuorma	kg	600	1200	2100

Liite 1 13(19)

Jungheinrich on saksalainen toimija, jolla on omat toimipisteet Suomessa, josta laitetilauksia voi hoitaa.

Jungheinrich www.jungheinrich.fi

5.2 Jungheinrich Varastoautomaatti Pystymalli

Jungheinrich LRK-varastoautomaatit kuva 6 pystyvät varastoimaan automaattisesti pystysuunnassa alustoja molemmille puolin varastoautomaattia. LRK-mallit ovat helposti muokattavissa myöhemmin muuttuvaa käyttöä varten, sillä ne ovat moduulirakenteisia, joka mahdollistaa myös korkeuden muuttamisen jälkikäteen. LRK-mallien korkeus määritellään 100 mm välein, jolloin jokaiseen tilaan voidaan sovittaa aina paras ratkaisu. Tavaroiden hakeminen varastoautomaatista onnistuu helposti viivakoodilla tai painike järjestelmän avulla, jolloin haluttu tavaralusta siirtyy automaattisesti kuljettimeen, joka tuo alustan keräilyaukkoon. LRK-järjestelmä rekisteröi kaikki sen alusta automaattisesti ja vie tavarat alusta halutulle paikalle. Varastoautomaatin avulla voidaan lattiapinta-alasta säästää jopa 85%. Keräilyaukkoja LRK-malleihin voidaan laittaa molemminpuolisesti 1–6, joiden paikkaa ja määrä voidaan myöhemmin vaihdella tarpeen mukaan. LRK-mallit ovat suljettujärjestelmä, jossa jokaisessa keräilyaukossa on liukuovi. (Jungheinrich 2020c, 1.)

Liite 1 14(19)



Kuva 25. Jungheinrich varastoautomaatti pystymalli (Jungheinrich 2020d)

Jungheinrich varastoautomaatti malleista TDR Finlandille soveltuvia ovat LRK250/500, LRK700 ja LRK1000, jotka sopivat korkeuden puolesta yrityksen varastoon. LRK-mallien yksi selkeä etu on sen moduulirakenne, jonka ansiosta järjestelmä on mahdollista hankkia juuri halutun korkuisena ja se antaa mahdollisuuden muokata korkeutta myöhemmin. TDR:n varastoitavat tuotteet ovat maksimi mitoiltaan 400mm*600mm*250mm, jolloin tuotteet mahtuvat LRK varastoautomaattiin, kun käytössä olevan alustan syvyys on 610 mm ja alustan leveytenä 4050 mm. Tuolloin tuotteita saadaan kymmenen rinnakkain. LRK1000-mallissa alustan syvyys voi olla jopa 1270 mm, jolloin tuotteita mahtuisi kaksi peräkkäin ja yhdessä tasossa voisi ilman pinoamista olla 20 tuotetta. Tavaran korkeus voi olla LRK-malleissa 730 mm, joka korkeuden puolesta mahdollistaa kahden tuotteen päällekkäin pinoamisen, kun käytössä on 250 mm korkea korjauslaatikko. 250 mm korjauslaatikko on maksimikorkeus, johon kaikki yrityksen tuotteet mahtuvat, joten tuote kohtaiset korjauslaatikot voivat olla matalampia, jolloin päällekkäin on mahdollista laittaa useampi kuin kaksi tuotetta tai mikäli käytössä on erillinen ESD suojattu kuljetuslaatikko, johon tuotteet voidaan pinota suoraan ilman korjauslaatikoita. Näin saadaan yhdelle tavara-alustalle enemmän tuotteita kerrallaan.

Liite 1 15(19)

Taulukossa 2 on esitettyä LRK250/500, LRK700 ja LRK1000 tekniset tiedot. Merkittävimpiä eroja mallien välillä ovat laitteen maksimi syvyys, joka pienimmillään on 3074 mm ja suurimmillaan 4342 mm. Laitteen syvyyden perusteella tulee alustan syvyys, jonka maksimi syvyys on mallista riippuen 864 mm tai 1270 mm. Lisäksi laitteiden alustojen kuormamäärät eroavat toisistaan ollen pienimmillään 125 kg ja suurimmillaan 1000 kg. LRK250/500 mallia saa, joko 2,2 kW tai 4 kW nostomoottorilla ja muissa malleissa nostomoottorina käytetään pelkästään 4 kW moottoria. LRK1000 malli on nostonopeuksissa yli puolet LRK250/500 mallia nopeampi. LRK250/500 kuljettimen nopeus on myös hitaampi, kuin muissa malleissa. LRK malleissa voi olla 1–6 keräilyaukkoa kun laite toimii useamassa kerroksessa. Keräilyaukossa on keskitetty ohjaus kymmenellä rullalla. Laitteissa on vakiona turvavaloverho henkilöturvallisuutta varten, sisäpuolinen liukuovi, JH-Control1000 hallintajärjestelmä, OP0/OPJH-Control/ OP touch 10” käyttöjärjestelmä. Lisävarusteina LRK malleihin on saatavilla JH-Control2000 hallintajärjestelmä, vahvistuspalkki, pystysuorat valokennot kuilun valvontaa varten ja ohjaukseen vastusperusteinen JH-valvonta. LRK malleissa on pick to light keräilyä varten led sijainti-ilmaisim, Vario sijainti-ilmaisim, TIC matriisi sekä led- ja laserosoittimet. LRK:n varastoautomaattien alustan ulosottoon kuuluu vakiona rullaratasaja, kuljetusvaunu ja manuaalitoiminen taittolokero. Ulosottoa voidaan käyttää joko automaattisesti tai manuaalisesti ja alusta voidaan ottaa ulosotosta myös trukilla. LRK varastoautomaattien varajärjestelmänä toimii manuaalinen käsikäyttöjärjestelmä. (Jungheinrich 2020c, 1,3.)

Taulukko 5. Jungheinrich LRK mallien tekniset tiedot (Jungheinrich 2020c).

Malli		LRK250/500	LRK700	LRK1000
Korkeus	mm	2550-20050	2550-20050	2550-20050
Leveys	mm	1580-4380	1580-4380	1580-4380
Syvyys	mm	2312/2921/3074	2363/2972/3125	2363/3125/4342
Maksimi kuorma	t	67/120	67/120	67/120
Alustan leveys	mm	1250-4050	1250-4050	1250-4050
Alustan syvyys	mm	610/813/864	610/813/864	610/864/1270
Alustan kuorma	kg	125-560	240-725	430-1000
Sijoittelutarkkuus	mm	25	50	50
Tavarankorkeus	mm	730	730	730
Nostomoottori	kW	2,2/4	4	4
Nostonopeus kuormattuna	m/s	1,3	0,75	0,5
Nostonopeus tyhjänä	m/s	2	1,2	0,75
Kuljettimen nopeus	m/s	0,7	0,39	0,39

Liite 1 16(19)

Jungheinrich on saksalainen toimija, jolla on omat toimipisteet Suomessa, josta laitetilauksia voi hoitaa.

Jungheinrich www.jungheinrich.fi

5.3 Kasten Vaakakaruselli

Kastenin valmistama HOCA-vaakakaruselli kuvassa 7 on hyvä vaihtoehto, kun halutaan toteuttaa tiivis varastointi, mutta tila ei ole korkea. Hoca-vaakakaruselli toimii tietokoneohjatusti ja tuo tavaran ihmisen luo. Tavaran odotusaika ja tavaran luo käveleminen vähenee 65% verrattuna perinteisiin hyllyvarastoihin. Tilankäytöllisesti HOCA-vaakakarusellin avulla voidaan säästää jopa 70% lattiapinta-alaa. Laitteen päässä on oma keräilyalue, josta tavaroiden keräily tapahtuu. Keräilyä voidaan tehostaa asentamalla useampia vaakakarusellejä samalle keräily alueelle. HOCA-vaakakaruselli voidaan liittää varastointijärjestelmään, jolloin tiedetään tarkalleen, missä jokainen tuote on ja näin keräilyvirheet vähenevät ja tavaroiden läpimenoajat nopeutuvat. (Kasten 2020.)



Kuva 26. HOCA-vaakakaruselli (Kasten 2020)

HOCA-vaakakarusellin vakiovarusteisiin kuuluu keräilypisteen kohdalla olevat liukuovet ja hätäseispainike. Turvallisuusominaisuuksina HOCA-vaakakarusellissä

Liite 1 17(19)

on laitetta ympäröivä turvaverkko ja valokennot. Vakioratkaisun ohjauksena käytetään TC1200-ohjausjärjestelmää. Lisävarusteina HOCA-vaakakarusellin on saatavilla TC2000-varastonhallintajärjestelmä ja Windows PC-alusta. HOCA-vaakakaruselli on automaattinen varastointijärjestelmä mutta vikatilanteissa myös laitteen manuaalinen käyttö on mahdollista. Taulukossa kolme on esitettyä HOCA-vaakakarusellin tekniset tiedot. (Kasten 2020.)

Taulukko 6: HOCA-vaakakaruselli tekniset tiedot (Kasten 2020).

Vakiomitat		
Gondolin korkeus	mm	1700-3900
Gondolin leveys	mm	830/1010
Gondolin syvyys	mm	508/608
Gondolin kantavuus	kg	600
Sähköliitäntä	v	240

HOCA-Vaakakarusellejä valmistaa suomalainen Kasten, jonka kautta onnistuu laitteistojen tilaaminen suoraan tai heidän jälleenmyyjänsä Intologin kautta.

Kasten www.kasten.fi

Intolog www.intolog.fi/

5.4 SSI-SCHÄFER SIIRTOHYLLYT

SSI-SCHÄFER valmistaa siirtohyllyjä kuva kahdeksan, jotka toimivat manuaalisesti ja automaattisesti erillismoottorin avulla. sähköisesti liikkuvalla siirtohyllystöllä taataan suuremman kuorman turvallinen ja nopea liikuteltavuus helposti ja se mahdollistaa jopa 16 t:n hyötykuorman. Turvallisuusominaisuutena sähköisissä siirtohyllissä on laitteen luvattoman käytön estäminen RFID-tekniikan avulla. Hyllystön käyttäjä aktivoi siirtohyllyn omalla henkilökortillaan laitteen käyttöpaneelissa olevalla lukijalla, jonka jälkeen käyttöpaneeliin syötetään haluttu siirtokomento, mikä saa siirtohyllystön avaamaan halutun käytävän automaattisesti. Avautuneen käytävän kautta tapahtuu keräily, missä käyttäjän turvallisuutta varten on valokennot, joiden kautta tulee myös käytävällä tapahtuva kulunvalvontatieto. Käyttäjähallinta tapahtuu tiekoneohjatusti ja on mahdollista toteuttaa eri

Liite 1 18(19)

päätelaitteilla. Ohjaus on myös mahdollista liittää jo käytössä olevaan materiaalinhallintajärjestelmään. SSI-SCHÄEFER siirtohyllysten avulla voidaan perinteistä hyllyvarastopinta-alaa pienenee 40%. Mikäli varastopinta-ala säilytetään ennallaan mutta kiinteät hyllyt vaihdetaan siirtohyllisiin, saadaan varastokapasiteetista 85% suurempi. SSI-SCHÄEFER siirtohyllysten kiskot ovat lattiaan upotettuja, jolloin hyllynkäyttäjälle ei aiheudu kiskoista kompastumisvaaraa. Siirtohyllystä voidaan laajentaa jälkikäteen lisäämällä siihen lisää hyllymoduuleja. (SSI-SCHÄEFER 2020.)



Kuva 27. SSI-SCHÄEFER sähköinen siirtohyllä (SSI-SCHÄEFER 2020b,7)

SSI-SCHÄEFER on saksalainen toimija, jolla on oma toimipiste Suomessa, josta laitetilauksia voi hoitaa.

SSI-SCHÄEFER www.ssi-schaefer.com/fi-fi/

Liite 1 19(19)

LÄHTEET

ADS 2020. Hanel-Lean-Lift. Viitattu 11.11.2020 <https://adsinc.com/product/hanel-lean-lift/>

Jungheinrich 2020a. Karusellivarasto. Esite. Viitattu 14.11.2020 <https://www.jungheinrich.fi/resource/blob/628334/7e9a8447b2938ea874da1b6e52d3f3c4/tyyppitiedot-prk-pdf-data.pdf>

Jungheinrich 2020b. Karusellivarasto. Viitattu 14.11.2020 <https://www.jungheinrich.fi/tuotteet/kuormalavahyllyt/dynaaminen-pientavaran-varastointi/karusellivarasto-399112>

Jungheinrich 2020c. Varastoautomaatti. Esite. Viitattu 14.11.2020 <https://www.jungheinrich.fi/resource/blob/628324/cad2731a5bfb6d5ef071c198939b33de/tyyppitiedot-lrk-pdf-data.pdf>

Jungheinrich 2020d. Varastoautomaatti. Viitattu 14.11.2020 <https://www.jungheinrich.fi/tuotteet/kuormalavahyllyt/dynaaminen-pientavaran-varastointi/varastoautomaatti-399114>

Kasten 2020. Vaakakaruselli (HOCA) Viitattu 14.11.2020 <https://www.kasten.fi/Tuotteet/Varastoautomaatit/Vaakakaruselli-HOCA/>

Kasten. 2020. Siirtohyllly. Viitattu 12.11.2020 <https://www.kasten.fi/Tuotteet/pientavarahyllyt-ja-arkistohyllyt/siirtohyllly/>

Pacific Integrated Handling 2020. Horizontal carousel. Viitattu 12.11.2020 <http://www.pacificintegrated.com/catalog/storage-and-retrieval-solutions/products/horizontal-carousel>

SSC-SCHÄEFER 2020a. Kevyen tavarahan siirtohylllyt RFID-tekniikalla. Viitattu 14.11.2020 <https://www.ssi-schaefer.com/fi-fi/tuotteet/varastointi/small-load-carriers/small-parts-store/kevyen-tavaran-siirtohylllyt-rfid-tekniikalla--131410#>

SSC-SCHÄEFER 2020b. Mobile racking systems. Esite. Viitattu 14.11.2020 <https://www.ssi-schaefer.com/resource/blob/572532/49b8af19933992274f9805b949aa6985/brochure-mobile-racking-systems-de-dam-download-fi-17807--data.pdf>

Systec 2020. Kardex-Remstar. Viitattu 11.11.2020 https://www.systecgroup.com/ngg_tag/kardex-remstar