



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jussi Kivikoski

VARASTOAUTOMAATIN HANKINTA
TAAJUUSMUUTTAJIEN KAAPPI-
TUOTANTOON

Danfoss Drives

Tekniikka
2023

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jussi Kivikoski
Opinnäytetyön nimi	Varastoautomaatin hankinta taajuusmuuttajien kaappituo- tantomoon
Vuosi	2023
Kieli	suomi
Sivumäärä	34
Ohjaaja	Osku Hirvonen, Antti Mikkola & Matti Ruotsala

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää varastoautomaatin hankinnan mahdollistamat hyödyt uuden taajuusmuuttajan kaapituslinjalle Danfoss Drives:n Vaasan tehtaalle.

Nykyisen suunnitelman mukaan komponentit säilytetään linjalla samoissa pakkauksissa ja lavoilla, joissa ne saapuvat tehtaalle toimittajilta. Uuden tuotteen varianttien määrä on kuitenkin niin suuri, että tällä varastointistrategialla linjan pituus kasvaa liian suureksi nykyiseen hallirakennukseen.

Tutkin useita mahdollisia toimittajia, joiden valikoimista löytyy varastoautomaatteja, ja alustavan tutkimuksen perusteella rajasin toimittajien määrän kolmeen. Näiden kolmen potentiaalisen toimittajan kanssa järjestettiin keskustelutilaisuuksia, joiden perusteella pyydettiin budjetäariset tarjoukset sovitulla spesifikaatioilla.

Opinnäytetyön tarkoitus on toimia alustavana tutkimuksena mahdollista varastoautomaatin hankintaa varten, ja myös nopeuttaa hankintaprosessia, mikäli tuote todetaan tarpeelliseksi.

ABSTRACT

Author	Jussi Kivikoski
Title	Acquiring an Automated Storage System for the Assembly Line for Frequency Converter Cabinets.
Year	2023
Language	Finnish
Pages	34
Name of Supervisor	Osku Hirvonen, Antti Mikkola & Matti Ruotsala

The purpose of this thesis is to work as a guideline for acquiring automated warehouse system for a new assembly line for frequency converter cabinets for Danfoss' Vaasa factory.

The original plan was to store all incoming goods in the same packages and boxes, in which they arrive to the factory. The new product, which is meant to be assembled in this location, has so many different variants that it would mean the line would be overlong for its designated spot.

Many automated warehouse systems from different suppliers and manufacturers were studied. After the initial study, three (3) brands were focused on, and quotations were requested for them, to work as a guideline for what kind of investment acquiring a VLM would be.

Keywords Warehouse, assembly and VLM.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET JA VASTUUT	7
1.1	Lähtötilanne	7
1.2	Ergonomia	8
2	DANFOSS.....	10
2.1	Danfossin historia	11
2.2	Danfoss Drives.....	11
2.3	Vacon	12
3	VARASTOAUTOMAATIN TOIMINTAPERIAATE	13
3.1	Varastointi.....	13
4	VERTAILU ERI TOIMITTAJIEN JA TUOTTEIDEN VÄLILLÄ.....	15
4.1	Modula	15
4.2	Modula Slim	16
4.2.1	Modula Slim, tekniset tiedot:.....	19
4.3	Modula Lift.....	19
4.3.1	Modula Lift, tekniset ominaisuudet.....	20
4.4	Kasten Tornado	21
4.4.1	FTP-ohjelmointi	22
4.4.2	HOT-ohjelmointi.....	23
4.4.3	Tekniset tiedot	24
4.5	SSI Schäfer Logimat®	25
5	VARASTOAUTOMAATIN HANKINNAN AIHEUTTAMAT MUUTOKSET LAYOUTIIN	
	32	
6	LOPPUYHTEENVETO	33
	LÄHTEET	34

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Koneturvallisuusstandardin mukaiset nostosuositukset.....	9
Kuva 2. Danfoss Liiketoiminta. (Danfoss 2023 d)	11
Kuva 3. Danfoss Drives numeroina. (Danfoss 2023 a).....	12
Kuva 4. Vaconin pääsisäänkäynti. (Smeds 2023).....	12
Kuva 5. Modula Slim.	16
Kuva 6. Modula Slim, havainnekuva.....	17
Kuva 7. Modula Slim, koot.....	18
Kuva 8. Modula Lift.....	20
Kuva 9. Tornado, havainnekuva.....	22
Kuva 10. Kasten FTP strategia.....	23
Kuva 11. Kasten HOT strategia.	24
Kuva 12. Logimat sijoitettu ulkoseinään.....	26
Kuva 13. Logimat kallistettava ottotaso a.	27
Kuva 14. Logimat kallistettava ottotaso b.	27
Kuva 15. Logimat, mitat.....	28
Kuva 16. Logimat, käyttöliittymä a.	29
Kuva 17. Logimat, käyttöliittymä b.	29
Kuva 18. Logimat, optiot.....	31

KÄSITE- JA LYHENNELUETTELO

ERP	Enterprise Resource Planning, Toiminnanohjausjärjestelmä, esimerkiksi SAP
ESD	Electrostatic discharge – sähköstaattinen purkaus, jota pyritään välttämään erityisesti elektroniikkateollisuudessa. ESD purkaus voi vahingoittaa elektroniikkatuotteita pysyvästi.
FIFO	First In, First Out – varastointistrategia, jossa varastoidut tuotteet käytetään varastointiajan mukaan vanhimmasta uusimpaan
Kasten	Yleisnimitys Kastenin valmistamalle kuormalavahyllylle, joka on teollisuudessa yleisesti käytössä oleva varastohyllytyyppi. Erilaisten modulaaristen lisäosien avulla voidaan varastoida kuormalavoja, laatikoita tai mitä tahansa muuta
LIFO	Last In, First Out – varastointistrategia, jossa varastoidut tuotteet käytetään varastointiajan mukaan uusimmasta vanhimpaan
VLM	Vertical Lift Module – Varastoautomaattijärjestelmä
WMS	Warehouse Management System – Varastonhallintajärjestelmä, jota voidaan käyttää useimpien ERP järjestelmien kanssa

1 OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET JA VASTUUT

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, miten varastohissijärjestelmän hankinta voi ratkaista Danfoss Drives Vacon taajuusmuuttajien kaapituslinjan tila-ongelman.

Linjalla varastoitavat komponentit tulevat suoraan toimittajilta puulavoilla tai pienemmissä pakkauksissa (esimerkiksi pahvilaatikoissa) sekä osakokoonpanoina toisilta tuotantolinjoilta tai kokoonpanopisteiltä.

Tarkoitus on selvittää kuinka varastohissijärjestelmän käytettävyys ja tilankäyttö voivat vähentää tilantarvetta linjan pituuden suhteen, nopeuttaa kokoonpanotyötä ja samalla parantaa työergonomiaa. Tätä tutkimusta voidaan soveltaa käytettäväksi myös muille uusille taajuusmuuttajien kokoonpanolinjoille, sekä mahdollisesti pienin muutoksin kaapituksen viimeistelyalueelle.

Varastoautomaattien vertailussa pyritään ottamaan huomioon ainakin seuraavat asiat:

- käytettävyys
- tilavuus ja kokonaiskantavuus
- fyysiset ulkomitat
- hyllyjen muokattavuus
- kustannustehokkuus
- työergonomia.

1.1 Lähtötilanne

Uuden tuotteen kaapituksen konseptilinja on olemassa, mutta tulevaisuuden näkymien perusteella kyseinen tuotantolinja on liian lyhyt, eikä linjaa voi pidentää nykyisjainnissaan. Varsinainen tuotantolinja on suunniteltu sijoitettavaksi nykyi-

sen Vacon 100 -kaapituslinjan paikalle, koska se aiheuttaa vähiten muutoksia muiden tuotannossa olevien tuotteiden valmistuksen kannalta, ja kyseisessä kohdassa tuotantohallia on eniten tilaa linjan pituuden mahdollistamiseksi.

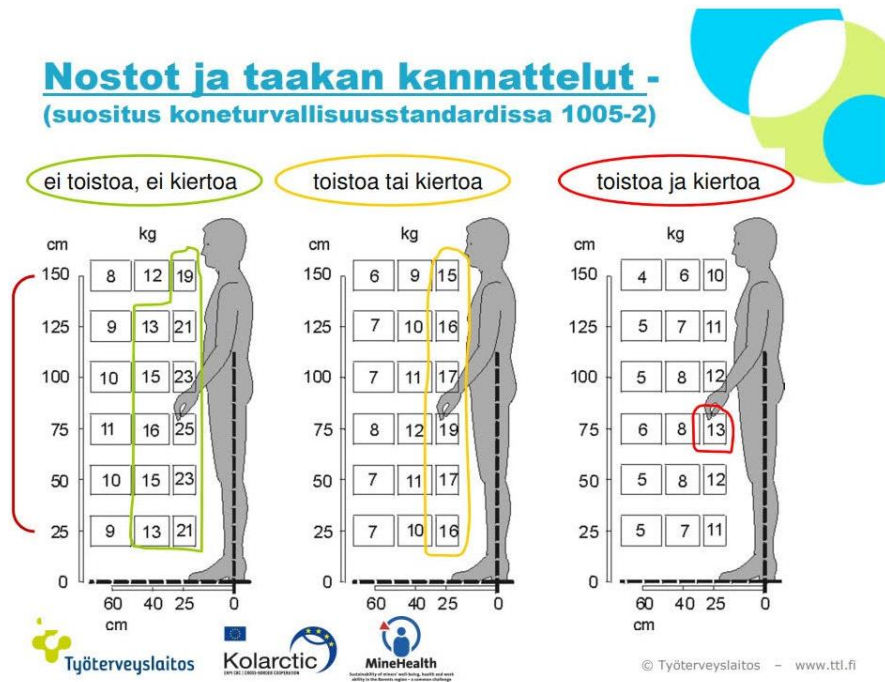
Ongelmakohtaksi on kartoitettu kasaukseen vaadittavien komponenttien suuri määrä. Jotta kaikki komponentit voitaisiin varastoida helposti saataville ergonomisesti sopivalle korkeudelle, linjan kokonaispituus tulisi olla vähintään 38 metriä pituudeltaan. Kokoonpanolinjalle suunniteltu tila on 27 metriä, joten tavoitteena on lyhentää tarvittavaa linjan pituutta vähintään 11 metrillä. Tämä vastaa kuutta (6) kappaletta nykyään käytössä olevia Kasten-kuormalavahyllyjä. Jokaisessa kuormalavahyllyssä on suunniteltu olevan kaksi tasoa, joille varastoidaan laatikoita ja muuta pientavaraa. Tavoitteena on sijoittaa varsinkin nämä edellä mainitut varastoautomaattiin, ja mahdollisesti myös nykyään puulavoilla olevia komponentteja. Varastoautomaatin leveydeksi on määritelty alustavasti noin 3 metriä, ja automaatin sivulle tulee jättää 50–100 cm tilaa mm. huoltoa varten. Täten todellinen hyllyjen vähennystarve tulee olemaan vähintään 8 kpl. Varastoitavien komponenttien tilantarve on siten vähintään: $8 \text{ kpl} * 2 \text{ m} * 3 \text{ m}^2 = 48 \text{ m}^2$.

1.2 Ergonomia

Työergonomian parantaminen varsinkin nostoja ja kiertoliikkeitä vähentämällä on tärkeässä roolissa sairauspoissaolojen vähentämisessä. Vuonna 2016 selkävaivat ja muut tuki- ja liikuntaelinvaivat olivat 2. ja 3. eniten sairauslomaa aiheuttaneista vaivoista. Saman tutkimuksen mukaan polviongelmat olivat pisimpien sairauspoissaolojen suurin aiheuttaja, ja olkapäävaivat ja muut tuki- ja liikuntaelinvaivat olivat sijoilla 4. ja 5. (5. yleisintä sairauspoissaolojen syytä vuonna 2016.)

Varastoautomaatin hankinta parantaa työergonomiaa, koska ottotaso on hyvällä korkeudella. Osa toimittajista tarjoaa jopa korkeussäädettävän tai kallistettavan ottotason. Täten kurottelut ja kyykistymiset vähenevät huomattavasti, tai jopa poistuvat kokonaan. Vetotasojen tarve poistuu, jolloin myös kiertoliikkeet ja kompastumisen vaara vähenee.

Danfoss ohjeistaa, että mitään yli 15 kg painavia tuotteita ei saa nostaa käsin. Ku-
vassa 1 on esitettyä Työterveyslaitoksen ohjeistus nostoille ja niiden toistoille
työvuoron aikana.



Kuva 1. Koneturvallisuusstandardin mukaiset nostosuositukset.

2 DANFOSS

Tanskalainen Danfoss on globaali perheyhtiö, jolla on toimintaa mm. seuraavilla markkina-alueilla;

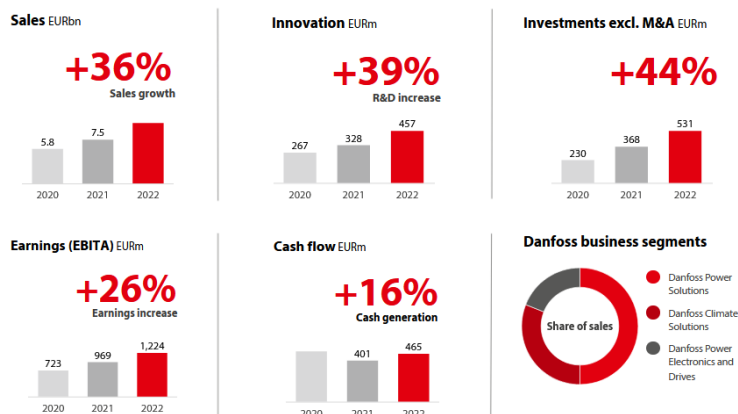
- Autoteollisuus
- Asuinrakennukset
- Elintarviketeollisuus
- Energia ja luonnonvarat
- Meri- ja offshore-teollisuus
- Jäähdytys ja ilmastointi
- Liikkuvan kaluston hydrauliiikka
- Vesi ja jätevesi. (Danfoss 2023 e)

Danfossin liiketoiminta koostuu seuraavista segmenteistä;

- Power Solutions – liikkuva ja teollinen hydrauliiikka
- Climate Solutions – mm. kylmäteollisuus, rakennusten lämmitys
- Taajuusmuuttajat – sähkömoottorien muuttuvan nopeuden ohjaus
- Sensing Solutions – paineen, nesteen ja lämpötilan valvonta ja ohjaus
- Silicon Power – mukautetut tehomodulit ja -pinot
- Korkeapainepumput – energiantalteenottolaitteet ja korkeapainepumput
- Palontorjuntajärjestelmät – kiinteät palontorjuntajärjestelmät
- IXA – meriteollisuuden päästöjen valvonta. (Danfoss 2023 c)

Danfossilla on 97 tehdasta yli 20 maassa ja työntekijöitä n. 42 000. Vuonna 2022 Danfossin myynti kasvoi 36 % vuoteen 2021 verrattuna. Kuvassa 2 esitettynä talouden avainluvut vuodelta 2022.

Financial performance highlights 2022



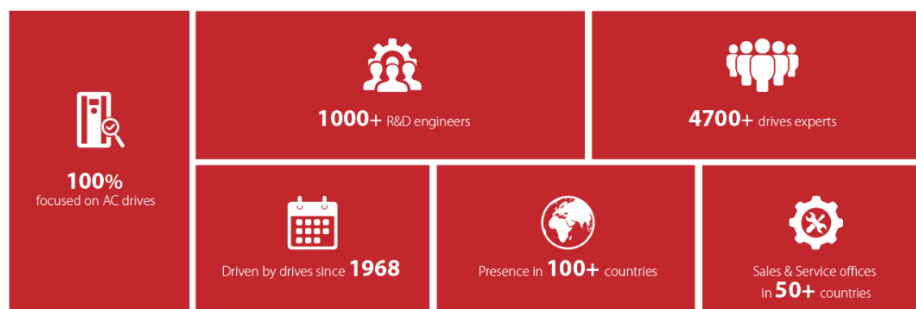
Kuva 2. Danfoss Liiketoiminta. (Danfoss 2023 d)

2.1 Danfossin historia

Danfoss perustettiin vuonna 1933 kun Mads Clausen perusti yrityksen Nordborgissa, Tanskassa. Yhtiön alkuperäinen nimi oli Dansk Køleautomatik- og Apparatfabrik, joka vaihtui Danfossiksi vuonna 1946. Yhtiön pääkonttori on edelleen Clausenin perheen maatilan vieressä. (Danfoss 2023 b)

2.2 Danfoss Drives

Danfoss Drives -segmentti kehittää, valmistaa ja toimittaa kaikki yhtiön taajuusmuuttajat. Yhtiöllä on markkinajohtajan asema kyseisessä toiminnassa, ja suurin asennettujen taajuusmuuttajien määrä maailmassa. Pääkilpailijoita ovat Siemens ja ABB. Danfoss osti vaasalaisen Vacon Oyj:n vuonna 2014. Vaasan tehtaan nykyinen nimi on Danfoss Drives Vaasa. Tehtaalla työskentelee 627 henkilöä. (Smeds 2023)



Kuva 3. Danfoss Drives numeroina. (Danfoss 2023 a)

2.3 Vacon

Vacon perustettiin Vaasassa vuonna 1993, kun 13 silloin ABB:llä työskennellyttä henkilöä perustivat sen yhdessä Vaasa Engineering Oy:n kanssa. Virallinen nimi tuolloin oli Vaasa Control, ja Vacon nimeen vaihdettiin vuonna 2000. Ensimmäinen taajuusmuuttaja Vacon nimellä julkistettiin vuonna 1995. Danfoss osti Vaconin vuonna 2014, mutta Vacon Oy on edelleen Vaasan tehtaan virallinen nimi.



Kuva 4. Vaconin pääsisäänkäynti. (Smeds 2023)

3 VARASTOAUTOMAATIN TOIMINTAPERIAATE

Varastoautomaatti, ts. varastohissi, on modulaarinen, suljettu, hissityyppinen varastointijärjestelmä, jossa varastoitavat komponentit säilötään vaakatasoilla monessa kerroksessa. Tasot siirretään varastopaikasta ergonomisesti optimoidulle korkeudelle sijoitetulle ottopaikalle, josta käyttäjän on helppo poimia tarvittavat tuotteet sopivalta korkeudelta ilman kurottelua. Tasoja voidaan lisätä tai poistaa tarpeen mukaan.

Tuotteiden löytämiseen tasoilta on olemassa helpottavia lisäominaisuuksia, kuten esimerkiksi laservalo-osoitin, joka valaisee hyllystä pyydetyn komponentin sijainnin.

Modulaarisuus mahdollistaa maksimaalisen korkeuden säilytystilalle, joka voi parantaa säilytystilaa jopa 90 % verrattuna muihin säilytysratkaisuihin. Useisiin varastoautomaatteihin on saatavilla sisäänrakennettuna optimoitu hyllykorkeuden tunnistus, joka oikeantyyppisellä ohjelmoinnilla vähentää tyhjän tilan määrää varastoautomaatin sisällä.

Tasojen muokattavuuden ansiosta yhdelle tasolle voidaan säilöä useita eri komponentteja, kuitenkin niin, että erilaiset tuotteet pysyvät erillään toisistaan.

Päähyötyjä ovat lattiatilan säästö (jopa 90 %), inventoinnin helpottaminen sekä ergonomian ja tuotteiden keräilynopeuden parantaminen (jopa 70 %).

3.1 Varastointi

Varastointi nähdään yleensä LEAN-periaatteen mukaisena hukkana, mutta siltä ei voi kokonaan välttyä. Syitä varastoinnille on muun muassa seuraavat:

- komponenttien saatavuuden turvaaminen
- toimittajista johtuvien viivästysten minimointi
- kokonaiskustannusten minimoinnin mahdollistaminen tilaus-toimituskustannusten osalta.

Varastoinnin haittapuolia on varaston arvon kasvu, varastokierron ylläpito ja valvonta. Nykyään pyritään noudattamaan FIFO-kiertoa, joka tarkoittaa sitä, että ensimmäisenä varastoon saapunut tuote käytetään ensin. Kyseinen toimintamalli pyrkii varmistamaan, ettei varastossa ole esimerkiksi vanhan revision mukaisia tuotteita enää sen jälkeen, kun uusi versio, ts. variantti on otettu käyttöön. Varastoautomaateissa tämä on helposti toteutettavissa sisäänrakennetun ohjelmiston avulla. (Logistiikka 2023)

4 VERTAILU ERI TOIMITTAJIEN JA TUOTTEIDEN VÄLILLÄ

Aloitin kartoittamalla mahdollisimman monta eri toimittajaa ja tutustumalla heidän valikoimiinsa. Lopulliseen vertailuun alustavan tutkimuksen jälkeen valikoituivat Modula Slim- ja Lift-, Kardex Tornado- ja SSI Schäffer Logimat® mallit. Edellä mainittujen valikoimista löytyi varsinkin järjestelmän syvyyden puolesta sopivimmat ratkaisut. Varastoautomaatin syvyys on ratkaisevassa asemassa, koska tehdashalli on ahdas ja suunnitellun sijoituspaikan takana kulkee trukkiliikennettä.

Tarjouskyselyvaiheesta Modula Slim -malli jätettiin ulkopuolelle, koska kyseiseen malliin ei ole mahdollista saada käyttöaukkoja molemmin puolin.

4.1 Modula

Italialainen Modula on maailman johtava VLM-järjestelmien valmistaja, joilla on toimittajia yli 100 maassa ympäri maailmaa. Modulan edustaja Suomessa on Wihuri Tekninen kauppa.

4.2 Modula Slim



Kuva 5. Modula Slim.

Modula Slim:n hyötyjä on pieni koko (syvyys 1 600 mm), nopeus (jopa 190 tasokäsittelyä tunnissa) ja 25 000 kg kokonaiskantavuus 7 metrin korkeuteen asti.

Hankintapäätökseen vaikuttavia negatiivisia puolia ovat käyttöaukon puuttuminen toiselta puolelta, joka ei mahdollista järjestelmän täyttöä käytävän puolelta, sekä upotettu noutotaso, joka estää robotin käyttämisen keräilyssä.



Kuva 6. Modula Slim, havainnekuva.



SLIM MODELS

SLIM



Model	Tray width (mm)	Tray depth (mm)	Tray wall height (mm)	Net tray payload (kg)	Unit footprint with INTERNAL bay (Width x Depth mm)
SLIM 1.3	1,300	425	45	350	1,685x1,675

SLIM



Model	Tray width (mm)	Tray depth (mm)	Tray wall height (mm)	Net tray payload (kg)	Unit footprint with INTERNAL bay (Width x Depth mm)
SLIM 1.9	1,900	425	45	350	2,285x1,675

SLIM



Model	Tray width (mm)	Tray depth (mm)	Tray wall height (mm)	Net tray payload (kg)	Unit footprint with INTERNAL bay (Width x Depth mm)
SLIM 2.5	2,500	425	45	350	2,885x1,675

Kuva 7. Modula Slim, koot.

4.2.1 Modula Slim, tekniset tiedot:

- Korkeus 2 400 – 7 000 mm
- Tasosyvyys 425 mm
- Tasoleveys 1 300 – 1 900 – 2 500 mm
- Tasokantavuus 350 kg (Kokonaiskantavuus 25 000 kg)
- Sähköliittymä 230 V tai 400 V
- Syvyys 1 600 mm
- Jopa 190 tasokäsittelyä tunnissa
- Automaattinen korkeuden hallinta. Ei kiinteitä kuormakorkeuksia
- Matala energiankulutus: alle 1,2 kW/h
- Terävahvistettu hihnaveto on hiljainen ja huoltovapaa. Kone ei tarvitse voitelua ja hihna on itsestään linjautuva

- lisävarusteita:
 - Laserosoitin
 - Viivakoodinlukija
 - Tarratulostin
 - ESD suojausluokitus. (Modula esite 2023, s.53.)

4.3 Modula Lift

Isompi, ja yli kolminkertaisella kokonaiskantavuudella varustettu Lift on myös hitaampi kuin edellä mainittu. Hitautta kompensoi kolmen hyllytason yhtäaikainen operointi, joista kaksi on yhtä aikaa käyttäjän saatavilla ja kolmas on hissien kyydissä joko saapumassa keräilyä varten, tai menossa varastoitavaksi.

Lift -malliin on mahdollista saada jopa kolme käyttöaukkoa, joka mahdollistaa varaston täytön toiselta puolelta, ja tarpeen mukaan tulevaisuudessa jopa käyttämisen ylemmästä kerroksesta. Kahden käyttötason lisäksi Lift -malliin on saatavilla

myös ulkoinen käyttöaukko, joka mahdollistaa raskaiden komponenttien käsittelyn keventimen avulla, tai esimerkiksi robotin poimimaan kappaleita tasolta. (Helenius 2023)



Kuva 8. Modula Lift.

4.3.1 Modula Lift, tekniset ominaisuudet

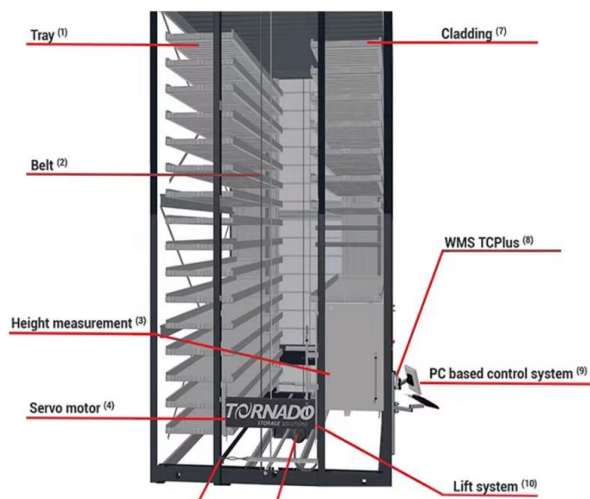
- Korkeus 3 300 mm – 16 000 mm
- Tasosyvyys 654 mm ja 857 mm
- Tasoleveys 1 900 mm, 2 500 mm, 3 100 mm ja 4 100 mm
- Tasokantavuus 250 kg, 500 kg, 750 kg ja 1 000 kg
- Tuotteiden turvaväli 20 mm
- Tasojen kiskojako 25 mm

- Maksimikantavuus 90 000 kg
- Tuotteiden maksimikorkeus 695 mm
- Tehokkuus jopa 120 / h (riippuen koneen määrittelystä)
- Käyttöliittymä Kosketusnäyttö PLC (sisäänrakennettu Windows) ja Windows PC (WMS)
- Kahden tason käyttöaukko Normaali tai ulkoinen apupöytä
- Käyttöaukkojen määrä kolme, vapaasti valittavissa käyttökohteen mukaan
- Teräsvahvistettu hammashihnakäyttö
- Dynaaminen kuormankorkeuksien hallinta
- Automaattinen kuorman hallinta (paino)
- Galvanoitu teräsrakenne. (Modula -esite 2023, s.31)

4.4 Kasten Tornado

Suomessa valmistettavissa Kasten Tornado -varastoautomaateissa on Windows-pohjainen käyttöalusta, joka on helposti yhdistettävissä olemassa olevaan tuotannonohjausjärjestelmään. Vakioleveys Tornadon käyttöaukolla on 4 000 mm, mutta saatavilla on 2 500 – 4 250 mm levyisellä käyttöaukolla varustettuja versioita. Koneen kokonaisleveys on välillä 2 955 – 4 705 mm ja syvyys 2 400 – 4 200 mm. Tavara-alustan kantavuus voidaan valita olevan 300 kg tai 500 kg. Käyttöaukkoja voi olla maksimissaan kolme, joka mahdollistaa täytön toiselta puolelta, joten asentajan työ ei häiriinny varastoa täytettäessä. Monta Tornadoa voidaan myös yhdistää kokonaisuudeksi, jolloin yhdellä tilauksella voidaan tilata useasta Tornadoista tuotteita yhtäaikaisesti. Tämä on hyödyllinen ominaisuus ryhmäkeräilyssä, jolloin varastoautomaattien sijainti voi olla muualla kuin asennuspaikan läheisyydessä, mutta tämä tapa vaatii joko ihmisen tai teollisuusrobotin + AGV:n keräämään ja kuljettamaan komponentit asennuspaikalle.

Kasten
Gonvarri Material Handling

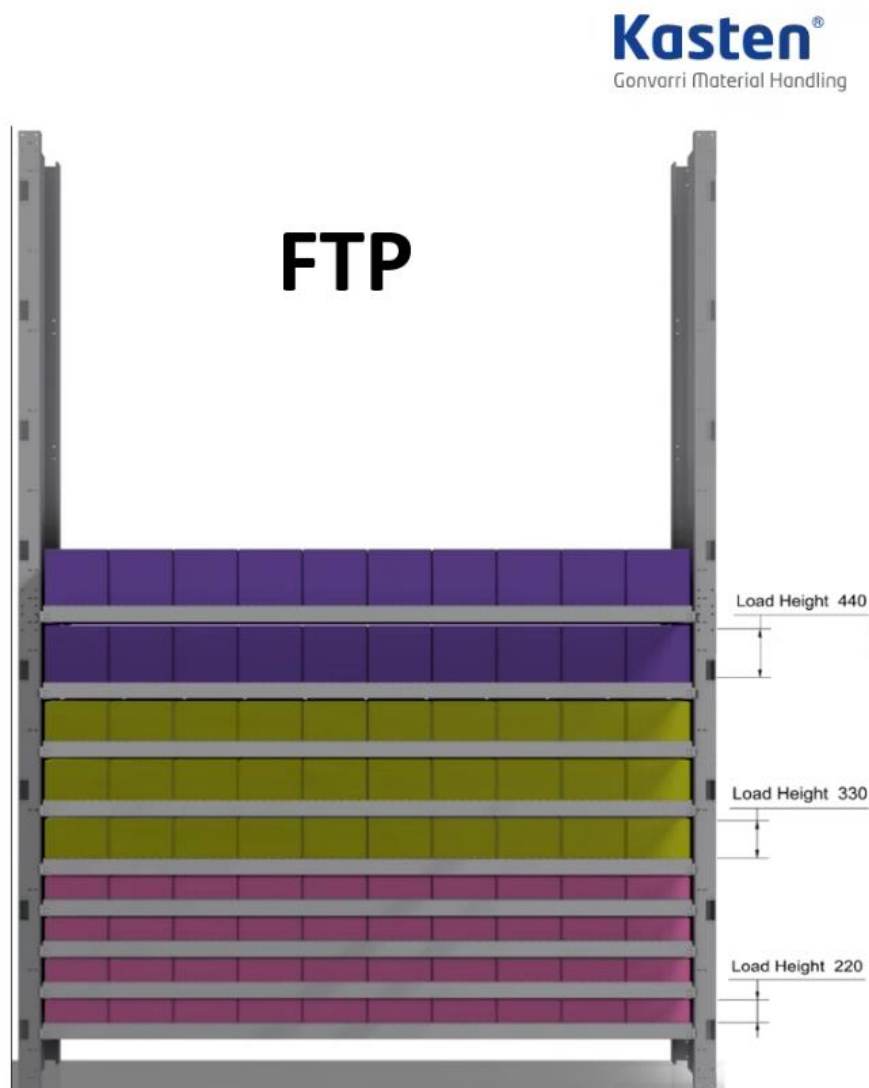


Kuva 9. Tornado, havainnekuva.

Kasten Tornadon voi ohjelmoida toimimaan joko FTP (Fixed Tray Position) tai HOT (Height Optimized Tray) -periaatteen mukaan.

4.4.1 FTP-ohjelmointi

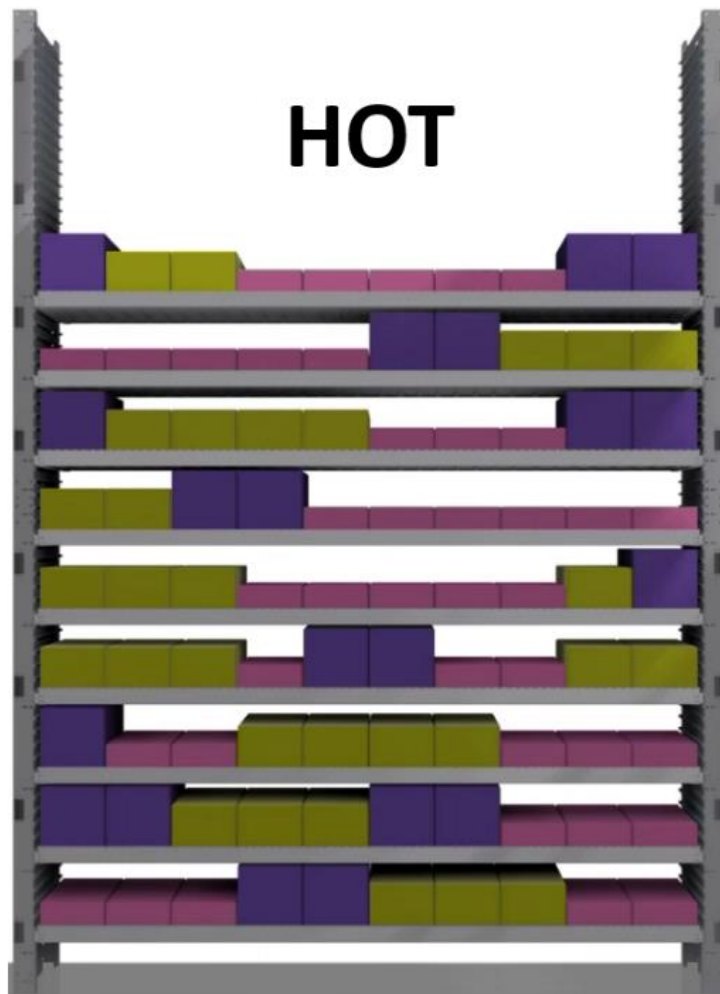
FTP-ohjelmointi tarkoittaa, että jokaiselle paletille määritetään tietyt paikat ja tasolle säilöittäville laatikoille ja tuotteille määritellään maksimikorkeudet. Mikäli kuorma ylittää sille asetetun maksimikorkeuden, palettia ei voi palauttaa ennen kuin kuorman korkeus on alle määritellyn maksimin. Tämä tapa mahdollistaa, ettei hyllyjen väliin ei jää korkeussuunnassa ylimääräistä tyhjää tilaa varastoinnissa. Esi-asetettuja korkeuksia voidaan muuttaa tarpeen mukaan.



Kuva 10. Kasten FTP strategia.

4.4.2 HOT-ohjelmointi

HOT-toimintamallissa ohjausyksikkö mittaa kuorman korkeuden, ja käyttää paletin varastointiin mitä tahansa vapaana olevaa paikkaa, jolla on tarpeeksi tilaa kuormaa varten. Tämä tapa on suosittu, mikäli varastoitavien tuotteiden vaihtuvuus on suurta.



Kuva 11. Kasten HOT strategia.

4.4.3 Tekniset tiedot

- Kokonaiskorkeus: 4 – 15 m
- Tavara-alustan leveys: 2 500 – 4 250 mm
- Tavara-alustan syvyys: 620 ja 820 mm
- Tavara-alustan kantavuus: 300 / 500 kg

- Varastoitavan tavarankorkeus: jopa 850 mm
- Pystysuuntainen nopeus: jopa 2.2 m/s
- Varastointi- ja hakunopeus: jopa 1.2 m/s
- Kokonaiskantavuus: 40 / 60 t
- Sähkö: 400 VAC, 16 A
- Moottorin teho: 5.5 kW
- Lisävarusteita:
 - o ulosvedettävä ottotaso
 - o laserosoitin
 - o lokerovalolista
 - o paletin punnitus
 - o tarratulostin
 - o langaton viivakoodinlukija
 - o pleksiverhoilu sivuille. (Kasten Tornado 2023)

4.5 SSI Schäfer Logimat®

Globaalisti toimivalla SSI Schäferillä on 7 tuotantolaitosta ja kaikkiaan yli 70 toimipistettä ympäri maailmaa. Suomen toimipiste sijaitsee Vantaalla. (SSI Schäfer.)

SSI Logimat® -varastohissin korkeus voi olla jopa yli 23 metriä, ja eri ulkomitoilla olevia saatavilla kahdeksan. Pienin versio on 2 370 mm leveä, ja syvyydeltään 2 712 mm. Varastointi on mahdollista 25 mm:n välein korkeussuunnassa. Valittavana on FIX-varastointistrategia, jossa käytetään kiinteitä varastointikorkeuksia, tai IHO, eli älykästä korkeusoptimointia käyttävä ohjelmointi. Tuote on mahdollista sijoittaa tarvittaessa rakennuksen ulkoseinään, joka vähentää sisätilan käyttöä. (Logimat -esite 2023)

Logimat:n voi myös sijoittaa rakennuksen ulkoseinään tai kattorakenteista läpi.



Kuva 12. Logimat sijoitettu ulkoseinään.

Logimat:n ainutlaatuinen ominaisuus on kallistettava ottotaso, joka entisestään parantaa työergonomiaa korkeussäädön lisäksi.



Kuva 13. Logimat kallistettava ottotaso a.



Kuva 14. Logimat kallistettava ottotaso b.

Seuraavassa kuvassa on esitetty kaikki Logimat:sta saatavilla olevat variantit laitteen leveyden ja syvyyden suhteen. Laitteen minimikorkeus 2,45 m, joka kasvaa 10 cm portaittain melkein 24 metriin saakka.

Usable tray dimensions (mm)	A width (mm) incl. paneling	B depth (mm) incl. paneling
1,825 x 625	2,370	2,712
1,825 x 815	2,370	3,092
2,025 x 625	2,570	2,712
2,025 x 815	2,570	3,092
2,425 x 625	2,970	2,712
2,425 x 815	2,970	3,092
2,825 x 625	3,370	2,712
2,825 x 815	3,370	3,092
3,025 x 625	3,570	2,712
3,025 x 815	3,570	3,092
3,225 x 625	3,770	2,712
3,225 x 815	3,770	3,092
3,625 x 625	4,170	2,712
3,625 x 815	4,170	3,092
4,025 x 625	4,570	2,712
4,025 x 815	4,570	3,092

Minimum height:

2,450 mm

Maximum height:up to 23,850 mm
in 100 mm increments**C height of operating opening:**

1,950 mm (depending on leveling)

Tray load capacity:

up to 700 kg

Machine load capacity:

up to 60 tons in standard design (higher load capacity available upon request)

Kuva 15. Logimat, mitat.

Logimat on yhdistettävissä olemassa olevaan ERP-järjestelmään heidän omalla WAMAS LOGIMAT -ohjelmiston avulla.



Kuva 16. Logimat, käyttöliittymä a.



Kuva 17. Logimat, käyttöliittymä b.

Logimatin käyttöpaneelissa suuri osa tekstistä on korvattu kuvakkeilla, joka helpottaa varastohissin käyttöä, käyttäjän kielestä riippumatta.

WAMAS LOGIMAT -ohjelmiston avulla on mahdollista käyttää mm. seuraavia ominaisuuksia:

- Pick-by-Light
- Put-to-Light
- varastointistrategioita (FIFO, LIFO)
- kuvat varastoitavista tuotteista ja komponenteista
- viivakoodinlukijan ja tulostimen integrointi
- käyttäjäprofiilien hallinta
- inventointi. (Logimat esite 2023, s.12)

SSI Schäfer tarjoaa Logimat -varastohisseihin suuren joukon valinnaisia lisäoptioita, joista muutama mielenkiintoisin on;

- Logilight – valaistu käyttöaukko
- Logipointer – pyydetyn tuotteen sijainti valaistaan tasolta
- Logipull – ulosvedettävä ottotaso
- Logitilt – kallistuva ottotaso
- Logiwork – korkeussäädettävä ottotaso
- LogiESD – koko järjestelmä on ESD suojattu
- Touch panel – 12” tai 17” kosketusnäyttö järjestelmän ohjaukseen. (Logimat Optiot)

	LOGIBAR Continuous confirmation light barrier under the operating opening for optimizing the picking performance		LOGICIRCLE Warranty extension by additional 12 + 48 months		LOGIDRAWER Additional drawer under the operating opening starting at a tray width of 2,400 mm
	LOGIDRIVER Standardized PLC interface for connecting to customer warehouse management systems		LOGIDUAL Alternating provision of trays on 2 operating levels per access opening		LOGIGATE Protects the stored goods against unauthorized access and soiling
	LOGILIGHT Service lighting in elevator channel and control cabinet		LOGIPOINTER Optical indication of the storage position through a laser pointer		LOGIPOWER Drive with increased travel speed to reduce access times during picking
	LOGIHEAVY Drive for high tray loads		LOGIPULL Manual, smooth tray extension		LOGISPART Spare parts packages adapted to requirements
	LOGISPEED Adjustable travel speed for each tray for gentle transport of the stored goods		LOGISTAINLESS Stainless, corrosion-resistant paneling of the access opening in chrome steel		LOGITILT Tilting mechanism of the tray for ergonomic operation
	12\" data-bbox="298 574 391 623"/>		17\" data-bbox="518 574 611 623"/>		LOGIWORK Adjustable height (operator-specific) of the tray output for optimizing ergonomics
	LOGIREMOTE Remote access to increase availability		LOGIESD Constant grounding of the tray to prevent electrostatic discharges		LOGIFIRE In case of a fire alarm, the current travel order will be completed and the elevator moves to the lowest position

Kuva 18. Logimat, optiot.

5 VARASTOAUTOMAATIN HANKINNAN AIHEUTTAMAT MUUTOKSET LAYOUTIIN

Kuten aiemmin mainittu, kokoonpanolinjaa ei voida käyttää nykyisellä paikallaan uuden tuotteen kaapituslinjana. P5 -hallin päädyssä, nykyisellä Vacon 100 -kaapituslinjan kohdalla olisi paras paikka uudelle kaapituslinjalle, koska siellä trukkilii-
kenne kulkee kolmelta puolelta toisin kuin nykyisellä paikalla, jossa on trukkipä-
tävää jokaisella sivulla. Nykyisen Vacon 100 -linjan toisessa päässä on Viimeistely-
alue, jonka pohjaa myös mietitään tällä hetkellä, ja vaikuttaa siltä, että uuden kaa-
pituslinjan siirtäminen tuolle paikalle mahdollistaisi myös Viimeistelyalueeksi
suunnitellun tilan täysimittaisen hyödyntämisen.

Mikäli uusi kaapituslinja siirretään Vacon 100 -linjan paikalle, myös kaksi muuta
uutta kokoonpanolinjaa olisivat helposti sijoitettavissa lähistölle. Kaikkien kolmen
edellä mainitun linjan kaapit menevät seuraavaksi Viimeistelyalueelle.

Yksi ongelma varsinkin korkean varastoautomaatin hankinnassa on kattonostinten
käyttöalueen rajoittuminen noin neljän metrin päähän rakennuksen seinästä. Ny-
kyisellään kattonostin pääsee kulkemaan Kasten-kuormalavahyllyjen yläpuolelle
asti. Tämä ei välttämättä kuitenkaan ole suuri ongelma, koska vain kaapituslinjan
kohdalla olevilla kahdella kattonostimella olisi nykyistä vähän pienempi liikkumis-
alue, ja nostoja tarvitsevat tuotteet voidaan sijoittaa hyllyissä sellaisiin kohtiin, joi-
hin kattonostimella edelleen päästään.

Vacon 100 -kaapituslinjan uusi sijoituspaikka on vielä ratkaisematta, mutta toiselle
uudelle tuotteelle suunniteltua linjan paikkaa voidaan mahdollisesti käyttää siihen
asti, kunnes löydetään pysyvämpi ratkaisu.

6 LOPPUYHTEENVETO

Kun otetaan huomioon ergonomian ja vaiheajan paranemisen arvioidut vaikutukset sekä tilansäästö, suosittelen kahta SSI Schäffer Logimat -varastoautomaatin hankintaa ratkaisemaan varastoitavien komponenttien, ja sitä kautta linjan kokonaispituuden ylikasvun ongelman.

Tilansäästö, jonka näiden varastoautomaattien hankinta mahdollistaa, palvelee myös Viimeistelyaluetta suurentuneena vapaana lattiatilana.

Budjetääriset tarjoukset jäivät erinäisistä, allekirjoittaneesta johtumattomista, syistä saamatta tämän työn valmistumiseen mennessä. Toimittajat ovat kuitenkin luvanneet toimittaa tarjoukset mahdollisimman nopeasti. Kun budjetääriset tarjoukset on saatu, voidaan tehdä tarkemmat tutkimukset kustannuksista verrattuna työergonomia parantumiseen ja ajansäästöön nähden.

LÄHTEET

Danfoss. 2023 a. Danfoss Drives numeroina. Viitattu 23.3.2023
<https://www.danfoss.com/fi-fi/about-danfoss/our-businesses/drives/about-danfoss-drives/>

Danfoss. 2023 b. Danfoss Historia. Viitattu 22.3.2023
<https://www.danfoss.com/fi-fi/about-danfoss/company/history/>

Danfoss. 2023 c. Danfoss Liiketoiminta a. Viitattu 2.4.2023.
<https://www.danfoss.com/fi-fi/about-danfoss/our-businesses/>

Danfoss. 2023 d. Danfoss Liiketoiminta b. Viitattu 2.4.2023
<https://www.danfoss.com/en/about-danfoss/company/financial-information/>

Danfoss. 2023 e. Danfoss Markets. Viitattu 2.4.2023.
<https://www.danfoss.com/fi-fi/markets/>

Helenius, L. 2023. Myyjä. Wihuri Tekninen Kauppa. Haastattelu 21.2.2023.

Kasten Tornado. Viitattu 20.1.2023
<https://www.kastenmachines.fi/varastoautomaatit-ohjelmistot/tornado-hissiautomaatti/>

Koneturvallisuusstandardin mukaiset nostosuositukset. Viitattu 1.2.2023.
www.ttl.fi/

Logimat. Viitattu 11.3.2023
<https://www.ssi-schaefer.com/fi-fi/tuotteet/varastointi/small-load-carriers/storage-shuttle-systems-bins-cartons-trays/ssi-logimat--131266>

Logimat -esite. 2023.

Logimat, optiot. Logimat Options esite 2023.

Logistiikka. Viitattu 22.3.2023.
<https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/>

Modula -esite. 2022.

Modula Lift. Viitattu 19.1.2023.
<https://w360.fi/tuotteet/varastoautomaatit/modula-lift/>

Modula Slim. Viitattu 19.1.2023

<https://w360.fi/tuotteet/varastoautomaatit/modula-slim/>

Smeds, H. 2023. DDS Vaasa Site. Viitattu 25.2.2023. Danfoss Vaasa Site.

SSI Schäffer. Viitattu 11.3.2023.

<https://www.ssi-schaefer.com/fi-fi/yhtioe>

Viisi yleisintä sairauspoissaolojen syytä vuonna 2016. Viitattu 29.1.2023

<https://www.terve.fi/artikkelit/suomalaisten-viisi-yleisinta-sairauspoissaolojen-syyta-terveystalon-lista>

