

Mika Liikanen

Staattori- ja roottorikomponenttien välivarastoinnin kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööriytyö
Päivämäärä 25.4.2012

Tekijä Otsikko	Mika Liikanen Staattori- ja roottorikomponenttien välivarastoinnin kehittäminen
Sivumäärä Aika	48 sivua + 4 liitettä 25.4.2012
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotantotekniikka
Ohjaajat	Yliopettaja Arto Haapaniemi Production Development Manager Pasi Poutanen
<p>Tämä insinööryö tehtiin ABB:n Pitäjänmäen konetehtaan Induktiokoneet-tulosyksikölle. Työn tavoitteena oli kehittää staattori- ja roottorikomponenttien varastointia kokoonpanojen välivarastoissa. Työ käsittää valurautarunkoisten koneiden (HXR355-500) ja moduulikoneiden (AMI400-500) välivarastot. Tarpeelliseksi työn teki sähkömoottoreiden kasvava kysyntä, joka on ajanut ABB:n tehostamaan välivarastojen tilankäyttöä sekä tarkastelemaan niiden kapasiteettia uudelleen.</p> <p>Työn haasteena oli saada maksimissaan 5000 kg:n painoiset komponentit varastoitua päällekkäin käyttäen mahdollisimman vähän lattiapinta-alaa. Varastoinnin pitää siis tapahtua pystysuunnassa minimoiden lattia-alan käyttö.</p> <p>Tavoitteena oli löytää mahdollisimman monta ratkaisua staattori- ja roottorikomponenttien välivarastointiin, helpottamaan uuden varastomallin valintaa. Lopulta päädyimme tutkimaan ainoastaan automaattivarastoja, niiden ollessa järkevin vaihtoehto osaksi toimivaa valmistuslinjaa.</p> <p>Työn tuloksena saatiin varastointialan yrityksiltä neljä mittapiirustuksen sekä budjettitarjouksen sisältävää varastointiratkaisuehdotusta. Lisäksi varastointialueen koosta riippumatta ABB:llä tiedetään nyt sopivat yritykset varaston tekijäksi.</p>	
Avainsanat	Välivarasto, automaattivarasto, staattori, roottori

Author(s) Title	Mika Liikanen Development of Buffer Storage for Stators and Rotors
Number of Pages Date	48 pages + 4 appendices 25 May 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering and Production Technology
Specialisation option	Production Technology
Instructor(s)	Arto Haapaniemi, Principal Lecturer Pasi Poutanen, Production Development Manager
<p>This Bachelor's thesis was carried out for ABB, Pitäjänmäki machine factory. The objective of this final year project was to develop and improve the warehousing of stator and rotor components in the assembly buffer storages. This thesis deals with the buffer storages of standard machines (HXR355-500) and module machines (AMI400-500). This graduate study was necessary because of the growing demand for electrical motors, which means that ABB needs to improve their use of space and to examine their buffer capacity.</p> <p>The challenge of this project work was to get a maximum of 5000 kg components warehoused on top of each other using as little floor space as possible. The warehousing was organized in the vertical direction to minimize the used floor space.</p> <p>The target of this thesis was to find so many different solutions to storage stator and rotor components as possible to simplify the selection process of the new warehouse system. In the end we ended up to research only automatic storage systems, which were the most reasonable choice to be part of well working manufacturing line.</p> <p>As a result, Many different solutions were discovered in the process, and finally three budget offers with dimensional drawings of the storage systems were suggested by warehousing companies, which can be contacted by ABB in the future if their warehousing systems need improvement</p>	
Keywords	Buffer Storage, Automated Warehouse, Stator, Rotor

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yritysesittely	2
2.1	ABB (Asea Brown Boveri)	2
2.2	ABB Suomessa	3
2.3	Induktiokoneet-tulosityksikkö	4
3	Varastointi	5
3.1	Varasto ja terminaali	6
3.1.1	Varasto	6
3.1.2	Terminaali	6
3.2	Varastoinnin merkitys	7
3.3	Varastointiteknologiat	8
3.3.1	Perinteinen kuormalavahylly	8
3.3.2	Kapeakäytävävarasto	9
3.3.3	Korkeavarasto	10
3.3.4	Syväkuormausvarasto	11
3.3.5	FIFO-varasto	12
3.3.6	Liikkuva hyllystö	13
3.3.7	Karuselli	14
3.3.8	Automaattivarasto.	15
4	Välivarastojen merkitys teollisuudessa	17
4.1	Välivarastoinnin merkitys	17
4.2	Välivarastot osana toimitusketjua	18
4.3	Välivarastot ABB:llä	19
5	Staatoreiden ja roottoreiden välivarastoinnin nykytila ABB:llä	20
5.1	Varastoitavat staattori- ja roottorikomponentit	20
5.2	Välivarastointialueet	21
5.2.1	Staattorivälivarasto	22
5.2.2	PIT59 HXR -koneiden välivarasto	24

5.2.3	PIT48 moduulikoneiden välivarasto	27
5.3	Välivarastojen toiminta	30
5.3.1	HXR 355-500 -konetyypin valmistuslinjan välivarastointi	30
5.3.2	AMI 400-500 -konetyypin valmistuslinjan välivarastointi	31
6	Ideaalivälivarasto staattori- ja roottorikomponenteille	32
6.1	Välivarasto vs automaattivälivarasto	32
6.2	Välivaraston sijainti	34
6.3	Varastoitavat staattorit ja roottorit	35
6.3.1	ABC -analyysi	35
6.3.2	Välivaraston kapasiteetti	36
6.4	Layout-vaihtoehdot	36
6.4.1	Layout -vaihtoehto 1	37
6.4.2	Layout -vaihtoehto 2	38
6.4.3	Layout -vaihtoehto 3	39
7	Ratkaisumallit	40
7.1	Kyselyt varastointialan yrityksille	40
7.2	Yritysvierailut	41
7.3	Yritysten esittämät varastointiratkaisut	42
7.3.1	Ratkaisu 1	42
7.3.2	Ratkaisu 2	43
7.3.3	Ratkaisu 3	43
7.3.4	Ratkaisu 4	43
7.4	Varastointijärjestelmien vertailu	44
8	Lopputulos ja jatkokehitys	45
8.1	Lopputulos	45
8.2	Jatkokehitys	46
9	Yhteenveto	47
	Lähteet	48
	Liitteet	
	Liite 1. Ratkaisuvaihtoehto 1	
	Liite 2. Ratkaisuvaihtoehto 2	
	Liite 3. Ratkaisuvaihtoehto 3	
	Liite 4. Ratkaisuvaihtoehto 4	

Lyhenteet

AMI	Moduulikoneen tuotenimi.
HXR	Valurautarunkoisen koneen tuotenimi.
Jalostamaton työ	Työ, joka ei nosta tuotteen arvoa asiakkaan näkökulmasta.
Jalostava työ	Työ, joka nostaa tuotteen arvoa asiakkaan näkökulmasta.
JIT	Just In Time. Logistiikan johtamisfilosofia. Tarkoituksena saada juuri oikea määrä tavaraa virtaamaan juuri oikeaan aikaan seuraavaan työvaiheeseen. Suomeksi käännettynä JOT (Juuri Oikeaan Tarpeeseen).
KET	Keskeneräinen tuotanto.
Lean- filosofia	Johtamisfilosofia, joka keskittyy hukkan poistamiseen yrityksen toiminnoista.
PIT	ABB:n Piäjänmäen tehtaan osastojen tunnus.
Välivarasto	Puskurivarasto, jolla varmistetaan kahden komponentin kohtaaminen ennen valmistusajankohdan alkua.

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tarkoituksena on kehittää ABB Oy:n Pitäjänmäen konetehtaan välivarastointia. Työ sijoittuu induktiokoneet-tulosyksikön puolelle, mutta toimivan ratkaisun löytyessä sitä on mahdollista käyttää ABB:n niin Suomen kuin muidenkin maiden tehtailla. Lopputyöalueeseen kuuluvat kaikki induktiomootorimallit lukuun ottamatta AMI560- ja AMI630-mallia.

Tämänhetkisissä välivarastoissa lattiapinta-ala alkaa loppua kesken laskettuun teoreettiseen puskurikokoon nähden (kuvio 25). Nykyiset puskurivarastot sijoittuvat sähkömoottorien kokoonpanon kannalta strategisesti tärkeään paikkaan, jonka tilan vapautumisesta hyötyisi koko valmistuslinja.

Työn tavoitteena on saada varastointiin käytetty tila hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti. Sen takia varastointia tulisi kehittää pystysuunnassa, jotta saataisiin tarvittava määrä komponentteja varastoitua tehokkaammin mahdollisimman pieneen pinta-alaan. Toissijainen tavoite on vapauttaa nykyinen välivarastoalue kokoonpanon käyttöön.

Insinööriyössä tarkastellaan monia eri varastointimahdollisuuksia, jotka saattaisivat toimia HXR355-500- ja AMI400-500-sähkömoottoreiden valmistuslinjojen välivarastoissa. Tarkoituksena on luoda puskurivarasto, joka vie vähän lattiapinta-alaa ja tilan vapautumisen johdosta tehostetaa sähkömoottoreiden valmistuslinjojen toimintaa entisestään.

2 Yritysesittely

2.1 ABB (Asea Brown Boveri)

ABB syntyi vuonna 1988, kun ruotsalainen ASEA (aik. Allmänna Svenska Elektriska AB) ja sveitsiläinen BBC Brown Boveri yhdistyivät

ABB on globaali teollisuuskonserni, joka on teknologiajohtaja niin sähkövoima- kuin automaatioteknologiassa. ABB:n tuotteet, järjestelmät ja palvelut parantavat teollisuus- ja energiayhtiöasiakkaiden kilpailukykyä ympäristömyönteisesti. Työntekijöitä ABB:n palveluksessa on yli 124 000 henkilöä noin 100 maassa (v. 2011).

ABB:n organisaatio koostuu viidestä divisioonasta.

1. *Sähkövoimatuotteet* ovat avainasemassa luotettavassa voimansiirrossa ja sähköjakelussa.
2. *Sähkövoimajärjestelmät* tarjoaa voimansiirtoon ja sähkönjakeluun liittyviä järjestelmiä ja palveluja.
3. *Sähkökäytöt ja kappaletavara-automaatio* tarjoaa energia- ja tuotantotehokkuutta lisääviä tuotteita, järjestelmiä ja palveluja.
4. *Pienjännitetuotteet* valmistaa pienjännitteisiä katkaisijoita, kytkimiä, ohjaus- ja valvontakojeita, asennustarvikkeita sekä kotelo- ja kaapelijärjestelmiä, jotka suojaavat ihmisiä, laitteistoja ja sähkölaitteita ylikuormitukselta.
5. *Prosessiautomaatio* tarjoaa tuotantoprosessien energiatehokkuutta ja tuottavuutta parantavia tuotteita ja järjestelmiä niin öljy- ja kaasu, kemian- ja lääke-, metsä-, metalli- kuin meriteollisuuden tarpeisiin.(1.)

2.2 ABB Suomessa

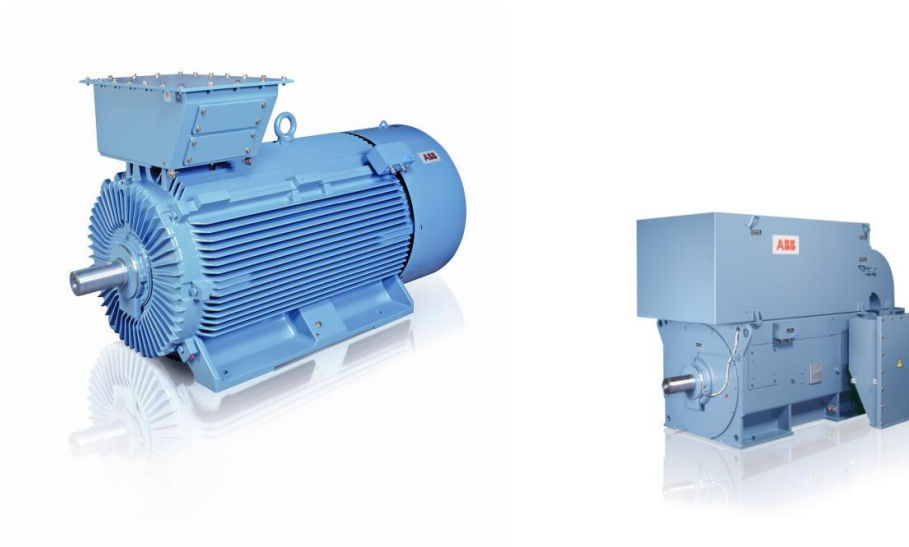
ABB:llä on toimintaa useilla paikkakunnilla ympäri Suomea. Suurimmat tehtaot sijaitsevat Helsingissä ja Vaasassa. ABB työllistää Suomessa n. 7000 työntekijää, joista 3000 työskentelee Helsingin Pitäjänmäellä sijaitsevalla tehtaalla. Suomessa ABB Oy:n liikevaihto on 1,7 miljardia euroa.

ABB:n vahva asema Suomessa on peruja Gottfrid Strömbergin jo vuonna 1889 perustamasta sähkötekniikan alan yhtiöstä. Oy Strömberg Ab kuitenkin myytiin ASEA:lle vuonna 1987 noin satavuotisen taipaleen jälkeen. ABB perustettiin vuonna 1988 ASEA:n ja BBC:n yhdistyttyä. Menestyksekkään liiketoiminnan lisäksi ABB otti Kesäkuussa 2010 käyttöön Pohjoismaiden suurimman valtakunnan sähköverkkoon kytketyn aurinkosähköjärjestelmän tehdasalueellaan Pitäjänmäellä.(1.)

2.3 Induktiokoneet-tulosyksikkö

Induktiokoneet-tulosyksikkö sijoittuu Helsinkiin, Pitäjämäen tehtaalle. Se on osa divisioonaa Sähkökäytöt ja kappaletavara-automaatio, sekä sen alaisuudessa toimivaa Moottorit ja generaattorit-yksikköä. Työ tehtiin induktiokoneet-tulosyksikön tuotannon kehitykselle.

Induktiokoneet-tulosyksikkö valmistaa kahta eri tuoteperhettä, perinteiset valurautarunkoiset koneet HXR- ja M3-konetyypit sekä moduulivalmisteiset AMI-koneet. Tämä työ koskee HXR- koneita sekä pieniä AMI- koneita, akselikorkeudet 400-500 (kuvio 1).



Kuvio 1. Vasemmalla HXR450-konetyyppi ja oikealla AMI450-konetyyppi.

Induktiokoneet- tulosyksikössä työskentelee noin 320 henkilöä. Tämä tulosyksikkö valmistaa n. 2000 konetta vuodessa ja sen liikevaihto on noin 120 miljoonaa euroa vuodessa.

3 Varastointi

Varastointi on ollut perinteisesti hyvin merkittävä osa toimivaa tuotantoa. Komponentit tuodaan varastosta valmistuslinjalle ja ne virtaavat usein välivarastojen kautta valmiiksi tuotteeksi. Valmis tuote kuljetetaan vielä myyntiliikkeen varastoon. Vaikka varastointi vie valtavasti aikaa tuotteen valmistuksessa, se ei silti jalosta tuotetta eli nosta tuotteen arvoa.

Varasto-ohjautuvaa tuotantoa on alettu välttää, koska varastoinnin kustannuksien on huomattu vaikuttavan suoraan tuotteen kokonaiskustannuksiin. Kustannustehokas varastointi onkin perusta kilpailuedun säilyttämiselle muihin kilpailijoihin nähden.

Ideaalitilanteessa tuotteen osat kulkisivat raaka-aineista valmiiksi tuotteeksi seisomatta kertaakaan varastossa. Siihen pyrkivät mm. japanilaiset opit JIT (JOT) ja Lean-filosofia. Opit rantautuivat Suomeen 80- ja 90-luvuilla, ja silloin varastoinnin kannattavuuteen alettiin kiinnittää enemmän huomiota.

Vaikka toimitusajat pienentyvät, varastointi on vielä nykyäänkin koettu kannattavaksi korkean toimitusvarmuuden ja asiakastyytyväisyyden saavuttamiseksi.

3.1 Varasto ja terminaali

Varastoinnin kaksi tärkeintä osaa koko toimitusketjussa ovat varasto ja terminaali. Näiden kahden ero saattaa välillä olla hiuksenhieno, mutta hyvin toimivassa toimitusketjussa molemmat ovat välttämättömiä.

3.1.1 Varasto

Varasto mielletään usein tilaksi, jossa säilytetään aineita tai tarvikkeita kuten tehdashalli, jonka hyllyissä raaka-aineet odottavat hakijaansa. Yleensä varastolla kuitenkin tarkoitetaan vaihto-omaisuuden materiaaliosuutta eli säilytettäviä tavaroita. Tässä tapauksessa varastoa voidaan säilyttää vaikka varastoksi nimetyssä tilassa, kaupan myyntitiloissa, tehdashallissa tai jopa kuljetusvälineessä. Varasto voi myös olla materiaalin lopullinen sijoituspaikka, kuten kaatopaikka tai ydinjätteen kalliovarasto. Varastoa on verrattu paikallaan olevaan tavarahan, eli nollanopeudella tapahtuvaan liikkeeseen. (2.)

3.1.2 Terminaali

Terminaali on tavarahan säilytystila, jossa jokaisen tuotteen seuraava osoite on tiedossa. Se on ainoita eroja terminaalin ja varaston määritelmässä. Terminaalit sijoitetaan usein strategisesti sopivaan paikkaan johon tavarat viedään odottamaan seuraavaa tilausimpulssia. Osa terminaaleista toimii läpivirtausperiaatteella eli tuodut tavarat järjestetään seuraavan asiakkaan haluamaan tilauskokoan ja ne jatkavat heti matkaansa eteenpäin seuraavaan vaiheeseen. (3.)

Yleensä terminaali on kaupan valmiin tavarahan säilytyspaikka, josta tavarat tuodaan kaupan varastoon eli myymälän hyllyihin sopivissa toimituserissä hyvän palvelutason säilyttämiseksi.

Lean- filosofian mukaan, jossa seuraava työvaihe mielletään edellisen asiakkaaksi, voidaan välivarasto ajatella terminaaliksi, jos tiedetään komponentin seuraava osoite jo välivarastoon tuotaessa.

3.2 Varastoinnin merkitys

Tuotteiden osto, valmistus ja myynti tapahtuvat yleensä eri paikoissa sekä eri aikaan. Tuotteita pitää säilyttää näitä jokaista toimitusketjun vaihetta ennen ja niiden jälkeen. Siinä kohtaa varastot astuvat kuvaan. Varastoinnin tarkoitus on luoda valmiudet vastata muuttuvaan kysyntään. (2.)

Jos tilauksia on tullut paljon eli tuotteiden menekki on kova, varastossa on syytä olla tuotteita valmiina, jotta ne pystytään toimittamaan nopeilla toimitusajoilla. Tässä tapauksessa vaarana on, että varastoon sitoutuu liikaa pääomaa, jota voisi sijoittaa johonkin muuhun yrityksen toimintaan. Tosin täydet varastot johtuvat yleensä väärin ennustetusta kysynnästä.

Jos päällä on laskusuhdanteinen trendi ei varastoa tarvita välttämättä lainkaan, silloin pieni määrä tuotteita saadaan valmistettua alusta loppuun tilauksen tultua ja toimittamaan silti ajoissa. Vaarana on aina yllättävä kysynnän kasvu, jolloin tuotteita ei ole mahdollista valmistaa ajoissa tai asiakas menee kilpailijalle pitkästä toimitusajasta johtuen.

Usein käykin päinvastoin, eli kysynnän kasvaessa varasto pienenee hetkessä liian pieneksi vaikuttaen negatiivisesti toimitusaikoihin. On myös mahdollista, että kysynnän pienentyessä varastot ovat täynnä tavaraa, jota ei saada myydyksi. Tulevan kysynnän ennustaminen onkin erittäin keskeinen osa varastointia sekä koko tuotannonohjausta.

Käytännössä kuitenkin tilanteet ovat yksilöllisiä. Usein on vastoin teoreettisia varastokokoja taloudellisesti kannattavaa pitää suurta varastoa toimitusvarmuuden, asiakastyytyväisyyden sekä suurien valmistuserien pienten yksikkökustannusten takia.

3.3 Varastointitekniologiat

Kappaleessa kerrotaan erilaisista varastointitekniologioista ja niiden soveltuvuudesta erilaisten komponenttien säilyttämiseen.

3.3.1 Perinteinen kuormalavahylly

Varastoitavat tavarat ovat usein sen muotoisia tai painoisia, että niitä ei pysty pinoamaan päällekkäin. Silloin tarvitaan kuormalavahyllyjä (kuvio 2). Perinteisesti kuormalavahyllyissä on ollut päällekkäin 4 - 5 lavapaikkaa, jolloin ylin varastotaso on noin 4,5 - 6 metriä lattiatasosta. Tavarat varastoidaan useimmiten lavakuormissa, jotka sijoitetaan hyllyyn trukeilla tai pinoamis- ja haarukkavaunuilla. (4, s. 325.)



Kuvio 2. Kuormalavahyllyistä koostuva varasto.

Kuormalavahylly on edelleen suosituin tapa varastoida tavaraa teollisuuslaitoksissa.

3.3.2 Kapeakäytävävarasto

Varaston kustannusten takia on järkevämpää rakentaa enemmän korkeutta kuin pituutta ja leveyttä. Kapeakäytävävarastoissa on ideana, että suurin osa lattiapinta-alasta menisi hyllyille eikä käytäville.

Kapeakäytävävarasto on kehitetty korkeavarastotrukeille, jotka kuljettaja ajaa käytävän reunoilla oleviin kiskoihin, ja sen jälkeen trukki kulkee käytävää myöten. Näin ollen pystytään ajamaan kapeaa käytävää pitkin eikä kuljettajan tarvitse muuta kun katsoa lavan oikea kohta, sillä korkeavarastotrukit on varustettu kameralla ja monitorilla oikean korkeuden hahmottamiseksi. Systemi on tarpeen trukkien nostaessa lavoja jopa 12 metriin, koska on todettu ihmisen stereonäkökyvyn loppuvan 4,5 metriin. (4, s. 344.)

3.3.3 Korkeavarasto

Korkeavarasto (kuvio 3) on hyvin samanlainen kuin kapeakäytävävarasto. Korkeus on tarkoitus maksimoida käyttäen tehokkaasti koko varastointiin varattu alue. Korkeavarastojen ylimmät hyllyt saattavat olla jopa 45 metrin korkeudessa, ja yli 12 metrin korkuisissa varastoratkaisuissa käytetään korkeavarastotrukkien sijaan hyllystöhissejä.



Kuvio 3. Korkeavarasto (Oy Harwall Ab, Lahti).

Hissit voivat olla joko manuaalisia ihmisen ohjaamia, tai automaattisia tietokoneohjattuja. Manuaalisessa versiossa keräilijä nousee hissien työkoriin korkealle oikean varastopaikan luokse ja noutaa koko lavan kerrallaan tai lavasta muutaman komponentin tai laatikon.

Automaattiratkaisussa tietokoneohjelman kautta tilataan lava joltakin hyllypaikalta. Hissi hakee lavan keräyspaikalle, josta joko otetaan koko lava tai vain muutama komponentti, missä tapauksessa vajaa lava lähetetään takaisin oikealle paikalleen. Myös automaattihissit on varustettu työkorilla ja manuaaliohjauksella häiriötilanteita varten.

Hyllystöhissit ovat kalliita investointeja, ja hissejä on mahdollista saada käyttöön moneen hyllyväliin solanvaihtovaunulla, jolla hyllystöhissi siirretään hyllyrivien päädystä käytävältä toiselle. (4, s. 348.)

3.3.4 Syväkuormausvarasto

Syväkuormausvarasto (kuvio 4) on hyvä vaihtoehto, jos varastoitavia nimikkeitä on vähän ja jokaiseen lavapaikkaan ei tarvitse päästä käsiksi. Käytännössä tällä tekniikalla tavarat varastoidaan ikään kuin jonoksi, jonka viimeiseksi viety kappale on käytävästä katsottuna ensimmäisenä. Näiden jonojen sisältämien tuotteiden tuotenimikkeiden täytyy olla samat, jotta jokaiseen nimikkeeseen päästään tarvittaessa käsiksi.



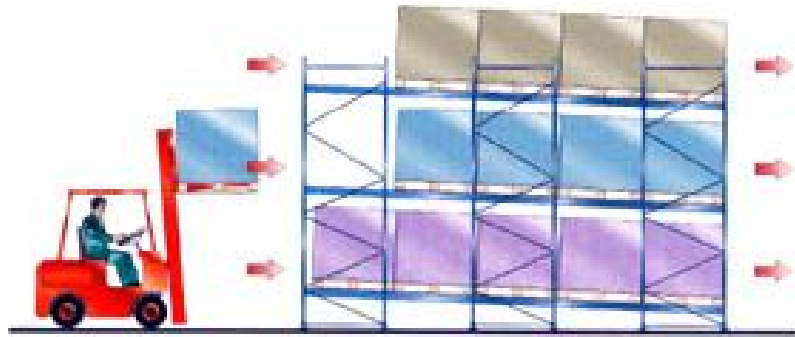
Kuvio 4. Syväkuormaushylly (Constructor Finland Oy)

Syväkuormausvarasto onkin kuin päällekkäin järjestelmällisesti varastoitua tavaraa sillä erotuksella, että tavaroiden välissä hyllyt suojaavat tavaroita, jotka eivät muotonsa tai painonsa ansiosta sovi päällekkäin asetettaviksi. Hyvä vaihtoehto varastointiin, jos nimikkeitä on vähän, koska yhdessä jonossa voi olla vain yhtä nimikettä. Sopii myös

suuren volyymin komponenttejen varastointiin jos, tavara ei ole nopeasti vanhentuvaa. (4, s. 355.)

3.3.5 FIFO-varasto

FIFO- varasto koostuu First in First out-tekniikalla varustetuista hyllyistä. Se tarkoittaa, että ensimmäisenä hyllyyn laitettu tavara otetaan myös ensimmäisenä käyttöön. Tällaista hyllyä kutsutaan myös läpivirtaushyllyksi. FIFO- hyllyissä tasot ovat hieman kallistettuja sekä rullaradalla varustettuja. Näin tuotteet saadaan virtaamaan hyllyn läpi pelkän painovoiman turvin. (Kuvio 5.)



Kuvio 5. FIFO-periaatteella toimiva hylly.

Läpivirtaushyllyssä on tavaran täyttö- ja ottokohta erikseen. Siksi se on hyvä sijoittaa kahden osaston väliin valmistuslinjan virtauksen sujuvuuden kannalta. Etuna FIFO-varastossa on, että hyllyjen välissä ei tarvitse olla yhtään tilaa, koska tavarat tulevat aina noutokohtaan hyllyn päähän. Läpivirtaushyllyt sopivat tuotantoon, jonka tavaramäärät ovat suuria ja usein kysytyjä. (4, s. 358.)

3.3.6 Liikkuva hyllystö

Mikäli varaston tuotevalikoima on suuri ja tuotteita tarvitaan harvoin, voi liikkuva hyllystö olla paras tapa tiivistää varastointiin käytettävää tilaa. Liikkuvaa hyllystöä kutsutaan myös taajahyllyksi ja siirtohyllyksi. Liikkuvan hyllystön ideana on poistaa muut käytävät kuin se, josta haetaan tavaraa. Tämän mahdollistaa mekanismi, jonka ansiosta hyllyt liikkuvat tehden käytävän kaltaisen vapaan tilan sen hyllyrivin eteen, jossa tuote sijaitsee. (Kuvio 6.)



Kuvio 6. Liikkuva hyllystö.

Hyllyjä liikutetaan hyllypaketin alla olevilla neljällä kiskolla. Yksi kiskoista on ajokisko. Suurissa taajahyllyissä hyllyjen liikuttelu tapahtuu sähkömoottorin avulla, mutta pienemmissä esimerkiksi toimistossa sijaitsevilla toimistovälinevarastoissa järjestelmissä voi olla käsiveivi jokaisessa hyllyssä. Liikkuvissa hyllyissä varastoidaan kuormalava-, pien-, ja pitkää tavaraa.

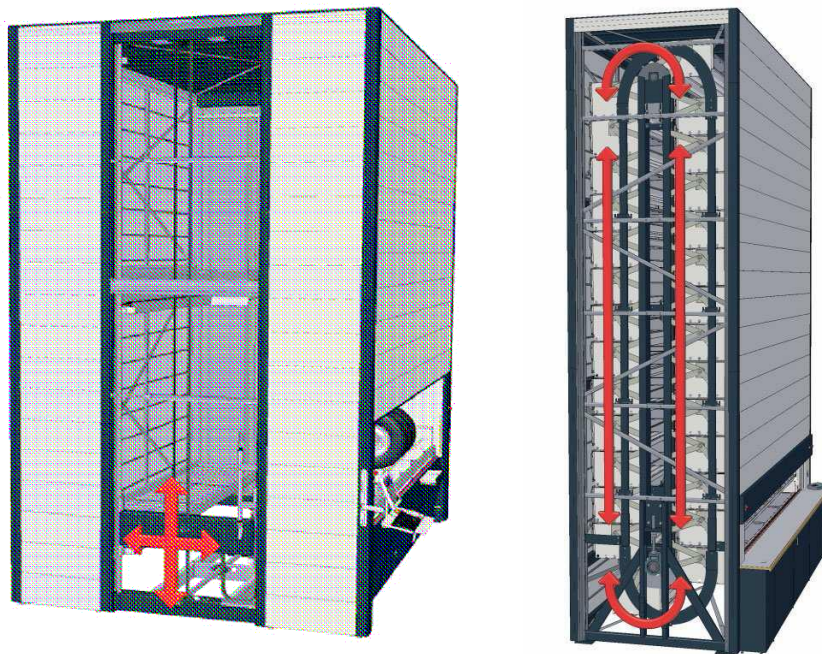
Ongelmia voi tulla varaston hitauden vuoksi, jos siirtohyllyissä säilytetään volyymituotteita. Tämä johtuu siitä, että vain yksi hyllyväli voi olla kerrallaan auki.

(4, s. 360.)

3.3.7 Karuselli

Varastoa on mahdollista tiivistää myös käyttämällä pystysuoria karusellityyppisiä varastoja eli paternostereita tai tavara-automaatteja. Paternoster ja tavara-automaatti eroavat toisistaan toimintajärjestelmältään.

Tavara-automaatissa (kuvio 7) hissi tuo koko hyllytason jommasta kummasta automaatin siilosta lattiatasoon, josta keräilijä noutaa tavaran. Automaatin täyttö tapahtuu samasta kohdasta käänteisessä järjestyksessä.

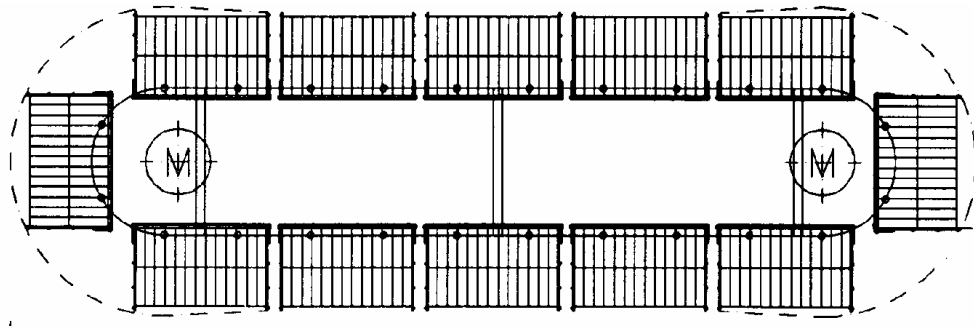


Kuvio 7. Tavara-automaatti oikealla, vasemmalla paternoster.

Paternoster (kuvio 7) koostuu pyörivästä hyllykarusellista, joka tuo pyydettyä oikean hyllytason tavaran noutokohtaan. Paternosterissa kaikki varaston tavarat pyörivät tavaraa noudettaessa. Siksi paternosterit sopivat hyvin pienille tavaroille, painavat esineet vaatisivat todella tehokkaan moottorin pyöriäkseen.

Karuselleja tehdään myös vaakatasossa toimivina. Niissä tilan säästö tapahtuu, kun kääntyvästä hyllystä saadaan kaikki varastoidut tavarat otettua käyttöön samasta kohtaa, vaikka sijaisivat seinän puolella ennen karusellin pyörittämistä.

Vaakakaruseleja käytetään yleensä pientavaran varastointiin, mutta kuten kuviossa 8 lavoille suunniteltu järjestelmä sopii myös raskaamman kaluston varastointiin.

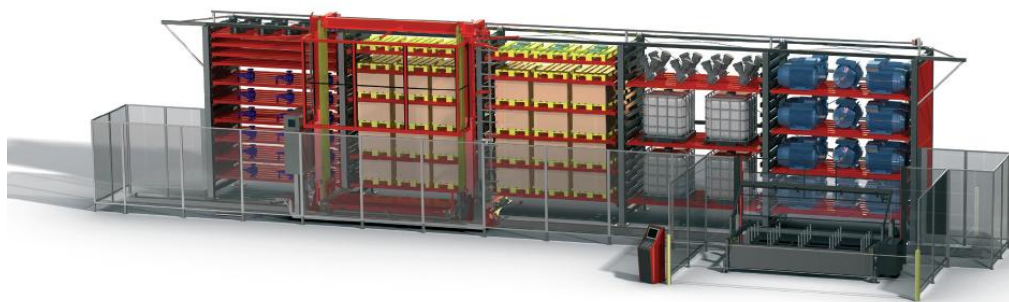


Kuvio 8. Vaakakaruseellin toimintaperiaate.

3.3.8 Automaattivarasto.

Automaattivarasto (kuvio 9) on varastosysteemi, jossa suurin osa työstä tapahtuu automaationa. Näissä varastoissa on koottu parhaat ominaisuudet edellä mainituista varastointiin käytettävistä manuaalisista versioista.

Tavaran siirtoihin automaattivarastoissa käytetään muiden varastointijärjestelmien tapaan kuljettimia, hissejä sekä siirtovaunuja. Kuljetinjärjestelmät voivat sijaita lattialla tai katossa, mikä vapauttaa tilaa lattiatason logistiikkaan.



Kuvio 9. Automaattivarasto (LKI).

Automaatiolla varustetut varastojärjestelmät ovat tietokoneohjattuja ja näin ollen sopivat useisiin jo valmiiksi käytössä oleviin ERP- järjestelmiin. Tietokoneohjauksen etuna on tarkka kirjanpito varastojärjestyksestä, joka nopeuttaa usein tavaroiden etsimiseen kuluvaa aikaa.(4, s. 362.)

Automaattivarastot käyvät nykyään lähes kaiken tavarantoimitukseen. Etuina vertailtaessa (kuviot 22) muihin varastoihin ovat nopeus, turvallisuus ja helppo varastonhallinta. Syy, miksi kaikki varastot eivät ole automatisoituja, ovat kalliit investointikustannukset. Automaattivarastoissa ohjelmointi maksaa noin 2/3 tuotteen hinnasta ja materiaalit vain 1/3. Sen takia pieniä automaattivarastoja ei tehdä lähes ollenkaan, ja suuret taas maksavat itsensä takaisin melko nopeasti suurista investoinneista huolimatta. (7.)

Pidemmillä aikavälillä automaattivarasto maksaa aina itsensä takaisin, kun säästetään työntekijöiden ja trukkien tarpeettoman työmäärän aiheuttamat kulut ja saadaan manuaalisen varaston viemä tehottomammin käytetty tila käyttöön.

4 Välivarastojen merkitys teollisuudessa

Välivarastot ovat välttämätön osa mutkattomasti toimivaa tuotantoa. Välivarastoa kutsutaan myös puskurivarastoksi.

4.1 Välivarastoinnin merkitys

Välivarastot ovat tärkeitä tuotantoketjun toimivuutta ajatellen. Niiden tarkoituksena on turvata tuotannon toimiminen tehokkaasti ja ilman katkoja. Välivarastot sijaitsevat usein keskellä tuotantolinjaa kahden työpisteen välissä, ja niissä varastoidaan joko edellisestä työvaiheesta valmistuneita komponentteja tai muuten vain seuraavassa työvaiheessa tarvittavia osia. Tarkoituksena on se, että kun työvaiheessa tarvitaan jotain komponenttia, se saadaan vaivattomasti heti välivarastosta eikä osaa jouduta etsimään varaston perukoilta. Koska välivarasto toimii aina ikään kuin varmuusvarastona, sen osat eivät saa koskaan loppua kesken.

Hyvin toimiva välivarasto lyhentää tuotannon läpimenoaikaa ja alentaa tuotteen kustannuksia.

4.2 Välivarastot osana toimitusketjua

Välivarastoja on pitkin valmistuslinjaa, yleensä ennen jokaista työvaihetta, jossa tarvitaan juuri jokin kyseinen osa tai osakokoonpano. Seuraavassa esimerkki perinteisestä välivarastoinnista.

Perinteisesti tuotantoketjun raaka-aineet säilytetään tavarantoimittajan varastossa suurissa erissä. Tuotantolinjan alkupäässä on yleensä ensimmäinen välivarasto, jossa toimittajalta tuleva raaka-aineet säilytetään asiakkaalle räätälöidyssä koossa ja toimituserässä. Seuraavaksi säilytetystä materiaalista valmistetaan vaikka jokin runko, joka kokoonpannaan seuraavissa työvaiheissa. Kokoonpanon edessä sijaitsee puskurivarasto, johon runko viedään ja jossa on muutama runko odottamassa kokoonpanoa. Näin tuote jatkaa eteenpäin käyden välillä puskurivarastoissa, jotka tahdittavat työvaiheisiin oikeat komponentit ajallaan. Kun tuote on valmis, se menee usein vielä toimitus-puskurivarastoon, jossa valmiit tuotteet kerätään asiakkaan tilaamaan toimituserään ja lähetetään eteenpäin.

Esimerkistä poiketen välivarastoja voi olla tuotantolinjalla lukuisia. Yleensä vähintään jokaista pitkään kestävä ja haastavaa työvaihetta ennen sijaitsee puskurivarasto.

Sen lisäksi että puskurivarastot aikatauluttavat tuotantoa, ne keräävät sopivan kokoiset toimituserät seuraavaan työvaiheeseen.

4.3 Välivarastot ABB:llä

ABB:llä välivarastointi on tarkkaan harkittua: puskuriaikaa ja puskurivaraston kokoa seurataan jatkuvasti optimaalisen puskurikoon löytämiseksi.

Vaikka puskurivarastot sitovat pääomaa ja pidentävät teoreettista läpimenoaikaa tuotteiden puskuriajan verran, ABB:llä on todettu niistä saatavan hyödyn olevan suurempi kuin haittojen. Välivarastojen tarkoituksena on turvata materiaalin saanti seuraavassa työvaiheessa. Kun materiaalia on aina saatavilla esimerkiksi kokoonpanossa, voidaan tehdä työtä koko ajan ilman katkoksia. Tämä lyhentää etsintään kuluva aika sekä pienentää läpimenoaikaa ja samalla tuotteen toimitusaikaa. (5.)

Välivarastolla saadaan myös ajoitettua tuotantoa. Staattoreiden ja roottoreiden valmistumisajat vaihtelevat 1 - 3 päivää ja jokaiseen koneeseen tarvitaan juuri kyseiset samaa paria olevat komponentit. Puskuriaikojen ollessa 3 päivää (HXR) tai 6 päivää (AMI) saadaan komponentit kohtaamaan puskurivarastossa ja kokoonpano voidaan aloittaa kummankin välttämättömän osan löydyttyä. Samoin tehtaan ulkopuolelta puolivalmisteena saapuvat staattorit ja roottorit tahditetaan puskurivaraston kautta. (5.)

Taloudellisesti välivarastot kannattavat myös ABB:lle. Kun tuotteita hankitaan tehtaan ulkopuolelta, niin suuret toimituserät saadaan halvemmalla yksikkökustannuksella ja ne komponentit, jotka eivät mene suoraan käyttöön, laitetaan puskurivarastoon. On myös kustannustehokasta pitää työntekijät töissä koko ajan, eikä antaa heidän odottaa tarvittavia komponentteja, jos ei olisi puskurivarastoa. Odottelu vaikuttaisi myös negatiivisesti läpimenoaikaan, mikä pidentäisi myös toimitusaikaa. Jos toimitukset ovat myöhässä, voidaan siitä joutua maksamaan lisäkorvauksia asiakkaalle. Pahimmassa tapauksessa menetetään asiakkaita tai maine myöhästyneiden toimitusten takia. (5.)

Välivarastot antavat valmiudet vastata kasvavaan kysyntään. Nykyisin käytössä oleva tuotannonohjausjärjestelmä SAP tosin kertoo heti tilauksen saapuessa myös puolivalmisteiden toimittajille, milloin komponentteja tarvitaan ja kuinka paljon. Se antaa mahdollisuuden tasoittaa kysynnän vaihteluista johtuvia kuormitusvaihteluita. (5.)

5 Staattoreiden ja roottoreiden välivarastoinnin nykytila ABB:llä

Sähkömoottorin valmistuksessa komponentteja on välttämätöntä valmistaa puskurivarastoon odottamaan kokoonpanoa. Kuten esimerkiksi staattorin ja roottorin kohdalla, tuotteet ovat yksittäisvalmisteisia ja jokainen kappale on ainutlaatuinen. Staattorit ja roottorit kulkevat pareittain, eli jokaiseen staattoriin sopii vain juuri siihen suunniteltu roottori ja päinvastoin. Mahdollisten prosessihäiriöiden eliminoimiseksi puskurivarastoidaan useampia staattoreita ja roottoreita. Jos vaikka tuotannon valmistussuunnitelman mukaisen staattorin vastakappale roottori on myöhässä, ei tarvitse keskeyttää tuotantoa, vaan voidaan kokoonpano aloittaa jonkin muun staattorin kohdalla johon löytyy jo roottori välivarastosta. Tällä toimintamallilla on saavutettu paras toimitusvarmuus (OTD).

5.1 Varastoitavat staattori- ja roottorikomponentit

Staattori- ja roottorikomponenttien mitat ja painot tarkasteltiin vuoden ajalta tarkemman tuloksen saamiseksi. Mittoja tarkasteltiin vuoden 2010 lopussa tehdystä yhteenvedosta, jonka jälkeen nämä komponentit eivät ole muuttuneet juurikaan. (Kuvio 10)

Staattorit

- Pituus 80-200 cm
- Korkeus 60-100 cm
- Paino 500-5000 kg

Roottorit

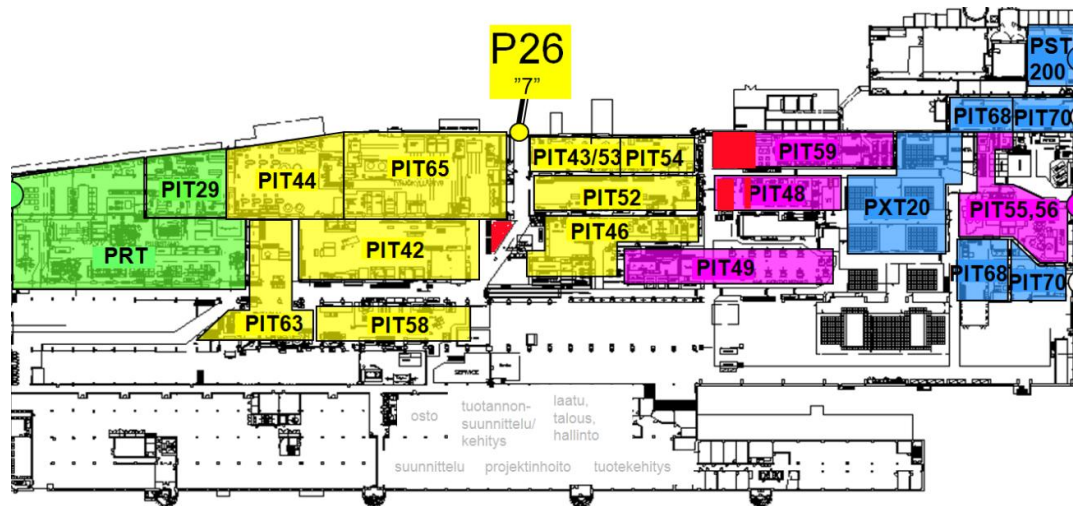
- Pituus 140-3000 cm
- Korkeus 30-80 cm
- Paino 250-5000 kg

Kuvio 10. Staattoreiden ja roottoreiden mitat (HXR355-500, AMI400-500). (V. 2010)

Tehtävän rajauksen sisällä olevat staattorit ja roottorit ovat samaa kokoluokkaa riippumatta siitä, kummasta moottorityypistä puhutaan.

5.2 Välivarastointialueet

ABB:llä sähkömoottorin valmistuslinjat virtaavat suoraviivaisesti läpi tehtaan. Yritys on asettanut roottoreiden ja staattoreiden välivarastot kokoonpanojen yhteyteen, jotta osat olisivat nopeasti ja helposti saatavilla. Staattoreiden ja roottoreiden valmistuksen välissä sijaitsee myös välivarastointiin käytettävä vapaa alue. Yhteensä staattoreiden ja roottoreiden välivarastointitilaa HXR355-500- ja AMI400-500- sähkömoottoreiden valmistuslinjojen välivarastoissa on 186 neliometriä lattiapinta-alaa. Seuraavassa tarkemmin käytössä olevista välivarastointialueista. (Kuvio 11)



Kuvio 11. Valmiiden staattori- ja roottorikomponenttien välivarastot on merkitty punaisella.

Välivarastoalueet on sijoitettu strategisesti kokoonpanojen lähelle, jotta tuotteet ovat nopeasti kokoonpanon saatavilla.

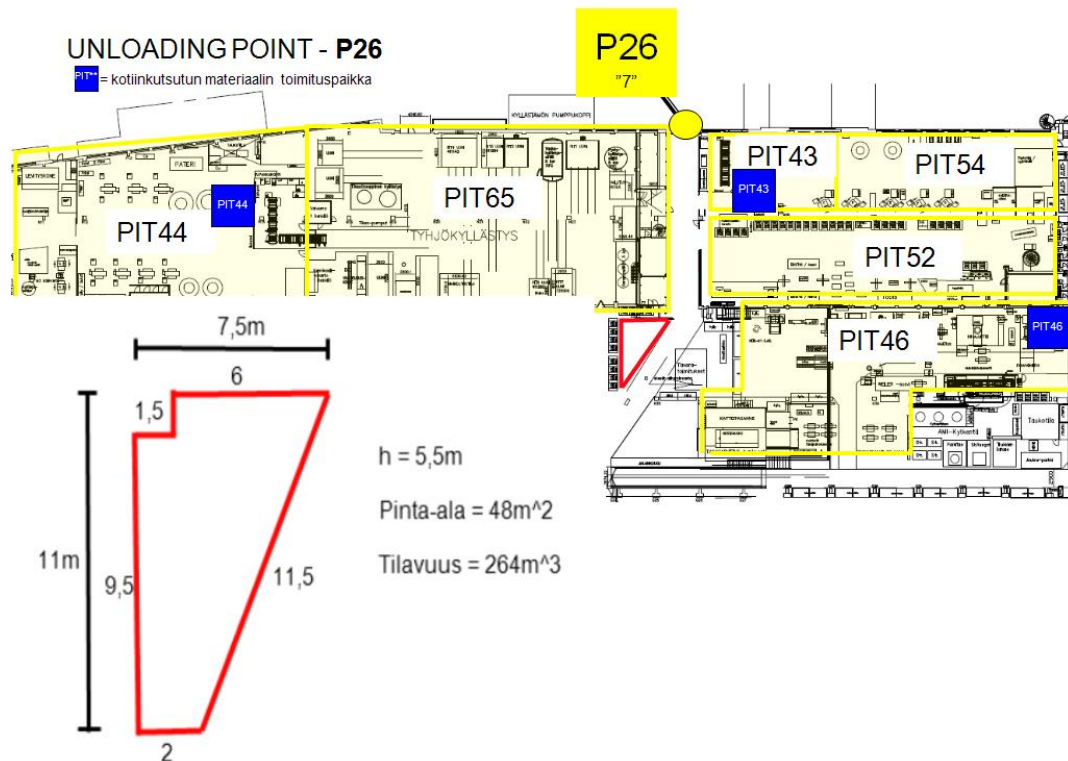
5.2.1 Staattorivälivarasto

Ensimmäinen välivarastointialue on sijoitettu staattorinvalmistusosasto PIT65:n jälkeiselle vapaalle alueelle (kuvio 12). Siinä säilytetään luonnollisesti osaa staattoreista, koska se on staattoreiden valmistuksen vieressä. Alue on käytössä pääsääntöisesti silloin, kun kokoonpanojen yhteydessä sijaitsevissa välivarastoissa ei ole tilaa.



Kuvio 12. Staattorivälivarasto, 48 m².

Alue on otettu varastointikäyttöön kokoonpanojen läheisyydessä sijaitsevien välivarastojen tueksi, alueiden muodostuttu epäkäytännölliseksi tilanpuutteen johdosta. Tällä alueella säilytetään sekä HXR- että AMI -koneiden staattoreita. Kuviossa 13 nähdään sijainti PIT65 -staattorinvalmistuksen ja PIT46 -roottorinvalmistuksen välissä.

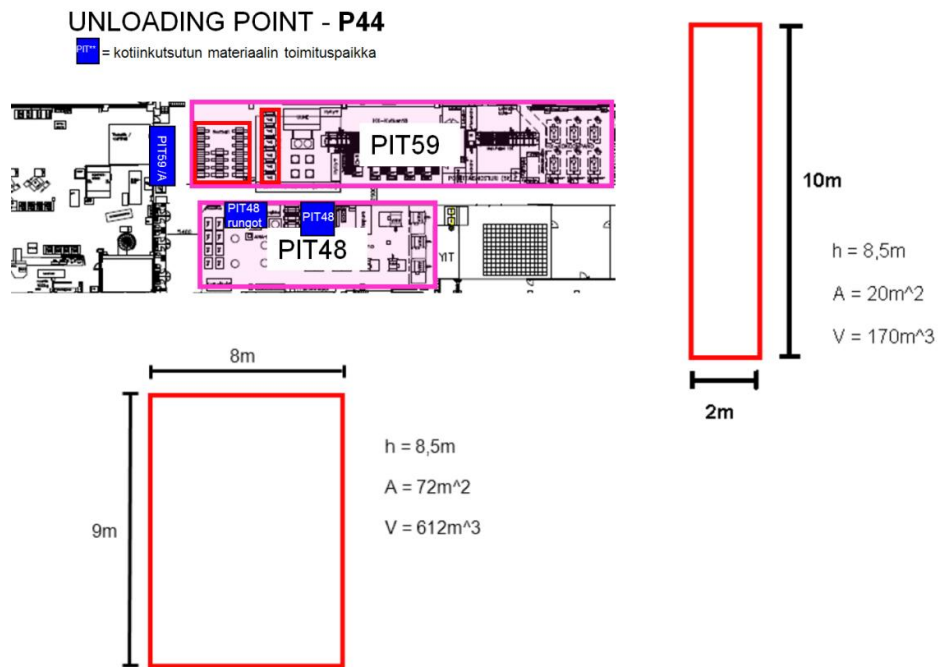


Kuvio 13. Staattorivälivaraston sijainti ja pinta-ala.

Staattorivälivaraston muoto on hieman epäkäytännöllinen, koska alue sijaitsee lähellä tehtaan sisäänkäyntiä, josta kulkee isojakin työkoneita. Häätötilanteessa mm. paloauton täytyy mahtua tulemaan käytävää pitkin, minkä takia kulkuteiden pitää olla leveitä. Alueella ei ole siltanosturia, joten kaikki siirrot tehdään trukilla.

5.2.2 PIT59 HXR -koneiden välivarasto

HXR -konetyypin staattoreiden ja roottoreiden välivarastot on sijoitettu kokoonpanon yhteyteen PIT59:n. Roottoreille on varattu isompi tila, koska tämä on ainut kohta, jossa valmiita roottoreita varastoidaan. (Kuvio 14.)



Kuvio 14. PIT59:n välivarastojen sijainnit ja pinta-alat.

Roottoreiden puskurivarasto on kokoonpano-osaston alkupäässä. Roottorit odottavat kokoonpanoa lattialla niille varatulla 72 m²:n suuruisella alueella. (Kuvio 15.)



Kuvio 15. PIT59, HXR- konetyypin roottoreiden välivarasto, 72 m².

Stattorit säilytetään rottoreiden puskurivaraston vieressä sijaitsevalla rullaradalla. Ne saadaan käännettyä kääntövanteella ja siltanosturin avulla seuraavassa työvaiheessa sijaitsevan koneen rungon sisään. Varastointitilaa on noin 20 m².

(Kuvio 16.)

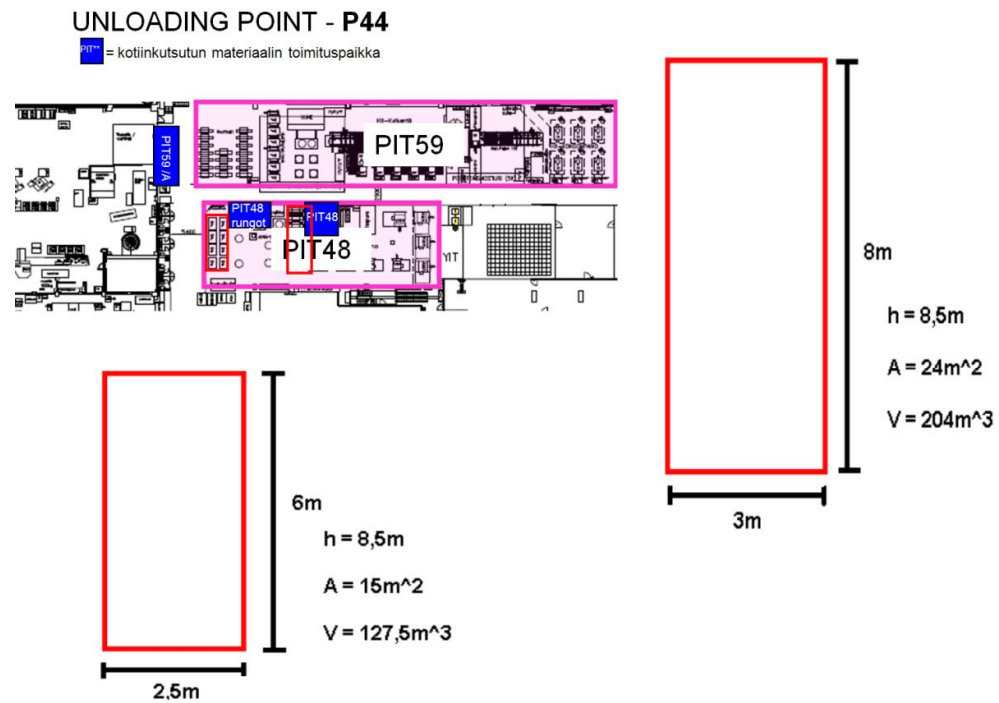


Kuvio 16. PIT59, välivarasto HXR- konetyypin staattoreille 20 m².

Rullaradalle mahtuu 10 staattoria. Siitä ylimenevä osa säilytetään jo esitellyssä "staattorivälivarastossa".

5.2.3 PIT48 moduulikoneiden välivarasto

AMI400-500- konetyypin staattoreiden ja roottoreiden välivarastot sijaitsevat moduulikoneiden kokoonpanon yhteydessä PIT48:ssä. Staattorit tuodaan trukilla välivarastoon. (Kuvio 17.)



Kuvio 17. PIT48:n välivarastojen sijainnit ja pinta-alat

Jo välivarastoinnin aikana staattoreihin kiinnitetään nostoapuvälineet ja ne saadaan nostettua siitä suoraan siltanosturin avulla seuraavaan työvaiheeseen, kytkentään.



Kuvio 18. PIT48, AMI400-500 -konetyyppien staattoreiden välivarasto 15 m².

Staattoreita mahtuu puskurivarastoon 8 kappaletta. Lattiapinta-alaa varastolle on varattu 15m². Ylimenevä osa välivarastoidaan "staattorivälivarastoon". (Kuvio 18.)

AMI- koneiden roottoreiden välivarasto sijaitsee myös kohdassa, josta ne saadaan nostoapuvälineiden sekä siltanosturin turvin seuraavaan työvaiheeseen, kytkentään.



Kuvio 19. PIT48, AMI400-500 -konetyyppien roottoreiden välivarasto, 24 m².

Roottoreiden puskurivarastossa käytetään myös rullarataa, johon mahtuu 12 roottoria. Tilaa välivarasto vie 24 m². (Kuvio 19.)

5.3 Välivarastojen toiminta

Osastojen PIT59 ja PIT48 välivarastointi toimii mallikkaasti tehtaan sisällä valmistettavien staattori- ja roottorikomponenttien osalta. Haasteena on, että komponentteja sekä valmistetaan itse että ostetaan ulkomailta alihankintana. Kun alihankkijoita käytetään kustannustehokkaasti, komponentteja toimitetaan useampi kerrallaan. Tämä saattaa hetkittäin kasvattaa puskurin ylisuureksi.

5.3.1 HXR 355-500 -konetyypin valmistuslinjan välivarastointi

PIT59 -osaston välivarastot vievät paljon lattiapinta-alaa, vaikkakin niihin mahtuu paljon tavaraakin. Käyttöön saadaan nykyisellä varastointimenetelmällä pelkästään lattiataso, joka syö tilaa muilta käyttömahdollisuuksilta.

Roottoreiden puskurivarastoon tavara tuodaan trukilla roottorinvalmistuksesta (PIT58) ja työnnetään jonon jatkoksi odottamaan kokoonpanoa. Parhaimmillaan alueella on ollut 35 roottoria, jolloin tila on ollut täysin käytetty. Kun roottorit on viety välivarastoon, vain ensimmäiseen pääsee trukilla käsiksi. Jos aletaankin valmistaa seuraavaksi konetta, jonka roottori on keskivaiheella tai loppuosassa välivarastoa, se on vaikeampi saada käyttöön. Komponentti täytyy nostaa siltanosturilla ja nostosilmukoilla uuden jalustan päälle käytävälle, josta trukki kuljettaa sen kytkentäpaikalle noin 20 m:n päähän valmistuslinjalle.

Samassa varastossa pidetään välillä HXR- koneiden staattoreita, joiden kokoonpano on siirretty myöhäisempään ajankohtaan. Staattoreiden väliaikaisen varastoinnin tarkoituksena on tehdä tilaa staattoreiden säilytykseen tarkoitettulle rullaradalle seuraavaksi kokoonpantaville komponenteille.

5.3.2 AMI 400-500 -konetyypin valmistuslinjan välivarastointi

PIT48-osaston välivarastot ovat myös yhdessä kerroksessa hukaten tehdashallin vapaata tilaa korkeussuunnassa.

AMI -koneiden staattorit tuodaan joko suoraan osaston päähän niille suunniteltuun välivarastointialueeseen trukilla, tai sitten viedään tilanpuutteesta johtuen ylemmällä tasolla sijaitsevaan staattorivälivarastoon. Moduulikoneiden menekki on hieman pienempi kuin HXR -koneiden ja näin ollen puskurivarasto on myös pienempi. Samasta syystä johtuen välivarasto toimii jouhevammin PIT48:n puolella.

AMI400-500 -koneiden roottorit tuodaan kokoonpanon keskellä sijaitsevalle rullaradalle trukilla. Kun rullarata täyttyy, viedään roottorit odottamaan PIT59:n roottorivälivarastoon, mikäli siellä on vapaata tilaa.

6 Ideaalivälivarasto staattori- ja roottorikomponenteille

Työn tarkoituksena oli hakea mahdollisimman monta ratkaisumallia välivarastoinnin kehittämiseksi. Ratkaisua pohdittiin ABB:n henkilöstön kanssa sekä monien varastointialan yritysten edustajien kanssa. ABB:n puolelta ohjaajana toimi tuotannon kehityspäällikkö Pasi Poutanen, kehitysinsinöörit Pekka Virtanen sekä Esa Lähteenmäki tuotannonkehityksestä.

6.1 Välivarasto vs automaattivälivarasto

Ensiksi selvitettiin, onko välivarastoa mahdollista toteuttaa ilman automaattista järjestelmää. Vastaus oli kyllä. Normaaleilla varastointitekniikoilla saadaan tehtyä välivarasto, joka säästää tilaa nykyiseen verrattuna, eikä vaadi sijoitusta automaattijärjestelmään (Kuvio 20).

Manuaalinen välivarasto	
+	-
edullisuus	ei lisää varastointitilaa merkittävästi
muunneltavuus	hitaus
varmatoiminen ongelmatilanteessa	lisää työmäärää
	turvallisuus korkealta nostaessa

Kuvio 20. Hyvät ja huonot puolet välivarastosta ilman automaatiota.

Päällimmäisiksi ongelmiksi muodostuvat kaikissa suunnitelluissa normaaleissa välivarastoissa työmäärän lisääntyminen sekä turvallisuuskysymykset. Myös uusi trukki olisi pitänyt hankkia komponenttien raskauden takia. Seuraavassa automaattisen välivaraston ominaisuudet, tärkeimmät korostettuna (kuvio 21).

Automaattivälivarasto	
+	-
nopeus	suuri investointi
turvallisuus	häiriötilanteessa osat jumissa
säästää paljon tilaa	
työmäärä vähentyy	

Kuvio 21. Hyvät ja huonot puolet automaattisesta välivarastosta. Tärkeimmät ominaisuudet on painotettu vihreällä värillä.

ABB:lle tärkeitä ominaisuuksia ovat varastojärjestelmän turvallisuus, nopeus sekä turhan työmäärän vähentyminen. Kuten välivarastojen vertailusta (kuvio 22) ilmenee, työssä keskitytään hakemaan ratkaisua automaattisista varastointijärjestelmistä. Suuntautumista automaattivarastoon päin vahvasti komponenttien suuri paino. Nostaminen olisi vaatinut uusien trukkien hankkimista. Nykyisillä trukeilla kyetään siirtämään maksimissaan 5000 kg painavia komponentteja, mutta niiden nostaminen korkealle ei onnistu.

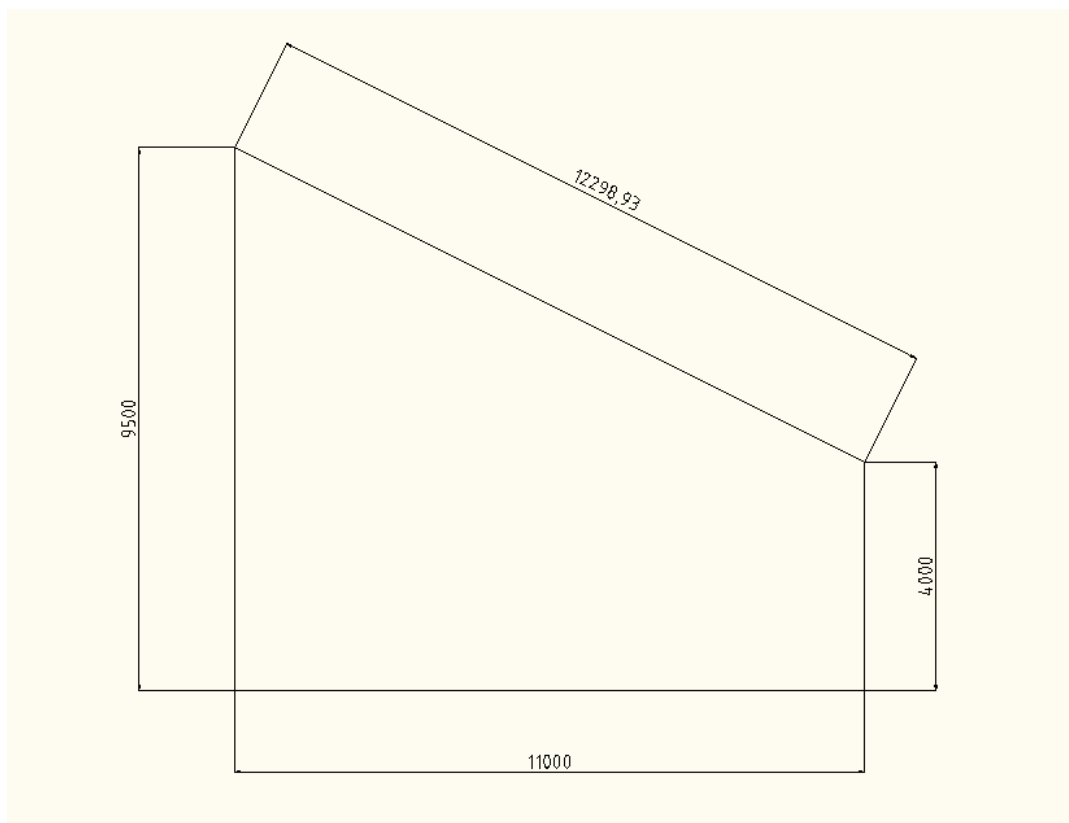
Välivarastojen vertailu	
Manuaalinen välivarasto	Automaattivälivarasto
muunneltavampi	nopeampi
varmatoimisempi	pienentää läpimenoaikaa
edullisempi	turvallisempi
	säästää tilaa enemmän
	vähentää työmäärää

Kuvio 22. Välivaraston ja automaattivaraston vertailu. Tärkeimmät ominaisuudet on painotettu vihreällä värillä.

6.2 Välivaraston sijainti

Tulevan puskurivarastomallin sijainti oli avoinna tehtävän alkaessa, samoin vielä ensimmäisten yrityskontaktien aikaan. Välivaraston ei tarvitse sijaita kokoonpanon yhteydessä, koska staattori- ja roottorikomponentit viedään joka tapauksessa yksitellen kytkentäpisteisiin. Jos ne tuodaan kokoonpanoalueen ulkopuolelta, vapautuu lisää tilaa varsinaiseen kokoonpanoon, vaikkapa yksi kytkentäpaikka lisää.

Välivaraston paikaksi valittiin staattorinvalmistusosaston vieressä sijaitseva vapaa alue. Tosin alue leveni 2 m, koska jäähdytykseen käytettävät jääkaapit poistetaan alueelta. Alue sopi mainiosti varastointitarkoitukseen. Automaattivaraston turhaksi tekemä siltanosturikaan ei ollut tiellä syömässä alueen korkeutta. Välivarastointiin valittu alue oli kuvion 23 mukainen.



Kuvio 23. Valittu välivarastointialue. Koko 80 m². Tilavuus 440 m³.

Vaikka varastointialue oli hieman hankalan muotoinen kyseiseen tehtävään, sen ei uskottu tuottavan ongelmia. Tähän tilaan suunnitellun varastointijärjestelmän saa

varmasti siirrettyä moniin paikkoihin, toisin kuin yksinkertaiselle pohjalle suunnitellun ratkaisun.

6.3 Varastoitavat staattorit ja roottorit

Vaikka kyseessä oli vain kahden eri sähkömoottorin staattori- ja roottorikomponenttien varastointi, niiden erilaisia variaatioita on satoja. Sen takia komponenttien mitoista ja painoista tarvittiin yhteenveto. Siitä lisää seuraavaksi.

6.3.1 ABC -analyysi

Staattoreiden ja roottoreiden mitat ja painot tarkastettiin vuoden ajalta alkuselivityksessä (2011). Painot nousivat kummankin komponentin kohdalla 5000 kg:aan. Painojakaumista tehtiin ABC -analyysi. Sen tulokset osoittivat painavimpia komponentteja olevan hyvin vähän. Kuviossa 24 on ABC -analyysin tulokset.

Roottoreiden ja staattoreiden ABC- painoanalyysi (AMI + HXR)				
	<1000kg	<2000kg	<3000kg	<4000kg
paino				
rt	35 %	87 %	94 %	99 %
st	14 %	73 %	93 %	98 %
yht	25 %	80 %	94 %	98 %

Kuvio 24. AMI400-500- ja HXR355-500 -staattoreiden ja roottoreiden painojakauma

ABC-analyysistä selviää helposti, että yli 3000 kg:n komponentteja on marginaalisen vähän. Tosin tässä tapauksessa 60 % maksimipainosta kattaa 94 % tuotteista, vaikka esimerkkinä on pidetty jakoa 80/20. Varastoratkaisun yhden hyllyn kantavuudeksi rajattiin 3000 kg, siitä yli menevät (6 %) varastoidaan lattiatasoon joko tulevaan varastojärjestelmään tai muuhun järkevään paikkaan.

Painorajan asettaminen 3000 kg:aan pienensi yhden komponentin varastopaikan vaatimaa tilaa roottoreiden osalta. Nyt yksi roottori veisi enimmillään 0,8 m x 3 m x 0,8 m suuruisen tilavuuden alustan kanssa. Staattoreiden vaatimaa tilaa painorajoitus ei pienentänyt ollenkaan. Niiden vaatima tila pysyi 1 m x 2 m x 1 m suuruisena.

6.3.2 Välivaraston kapasiteetti

Tulevan välivaraston koko selvitettiin tarkastelemalla, kuinka kauan komponentit ovat puskurivarastoissa ja mikä on valmistuslinjan päivän kapasiteetti. Ne keskenään kertomalla saatiin määritettyä välivaraston kapasiteetti (kuvio 25).

	k/vk	k/pv	t/pv	K	
HXR	18	3,6	3	10,8	
AMI	14	2,8	6	16,8	
yht.				27,6	
				<u>55,2</u>	*
*kone sis. staattorin + roottorin					
k/vk = Tuotannon kapasiteetti viikossa					
k/pv = (k/vk)/5 työpäivää = Tuotannon kapasiteetti päivässä					
t /pv = Aika päivissä puskurivarastossa					
K = (k/pv*t) = Välivaraston kapasiteetti					

Kuvio 25. Välivaraston kapasiteetti.

Välivaraston laskennalliseksi kapasiteetiksi määritettiin 55,2. Määrä laskettiin kuitenkin 50 komponenttiin. Tuotannon pitäisi pyöriä hyvin, jos kumpaakin komponenttia on 25 puskurivarastossa.

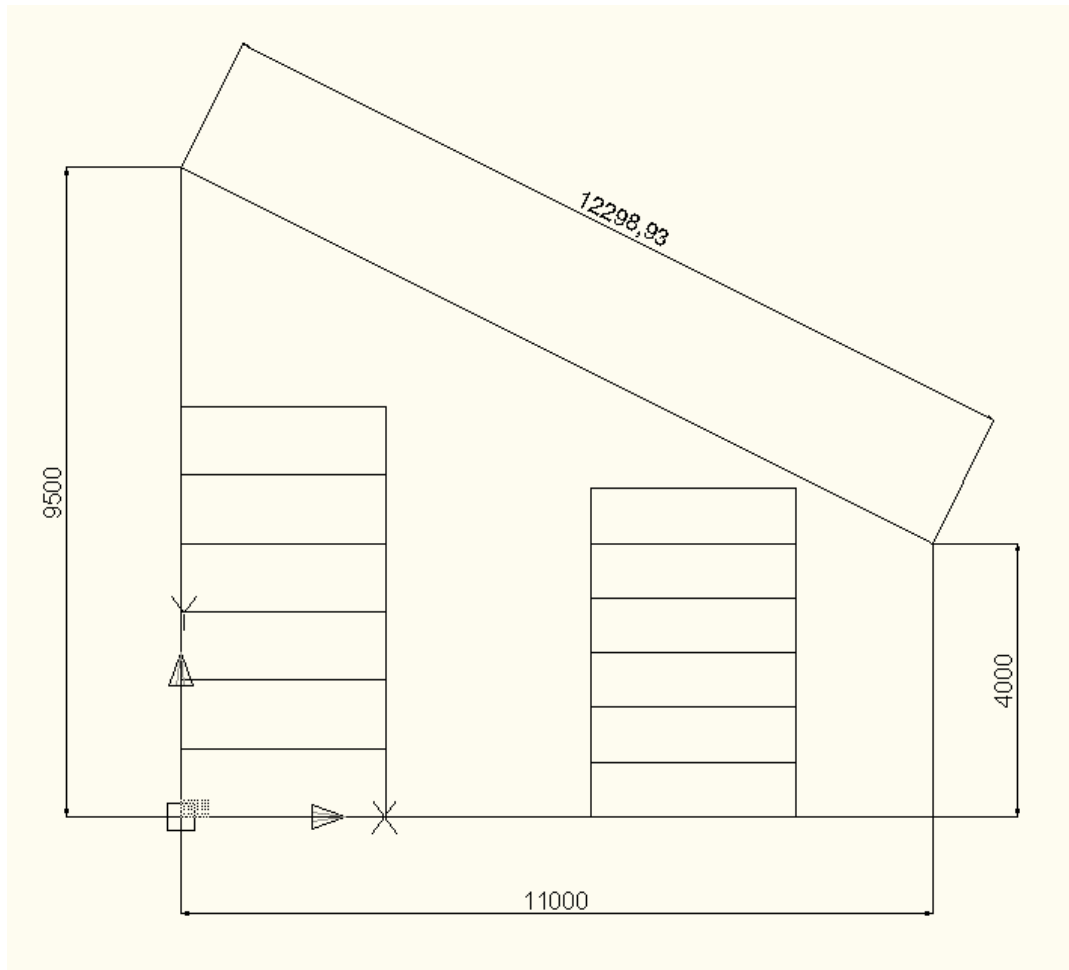
6.4 Layout-vaihtoehdot

Kun pohjapiirustus oli valmis, suunniteltiin mahdollisia hyllyjen layout -vaihtoehtoja. Koska korkeus on 5,5 m, kyseiseen tilaan mahtuu teoriassa 4 staattoria ja minimissään 5 roottoria. Lukuisista ideoista saatiin valittua kolme parasta mallia. Niistä on layout -piirustukset seuraavaksi.

Nämä layout -suunnitelmat ovat vain tilankäytön maksimointiin itse suunniteltuja hahmotelmia. Ne saattavat poiketa suuresti varastointialan yritysten tekemistä automaattivarastoista.

6.4.1 Layout -vaihtoehto 1

Ensimmäisessä vaihtoehdossa staattoripaikkojen pituudeksi jätettiin 3 m. Siitä johtuen myös roottoreita pystytään varastoimaan staattoripaikkoihin (kuvio 26).

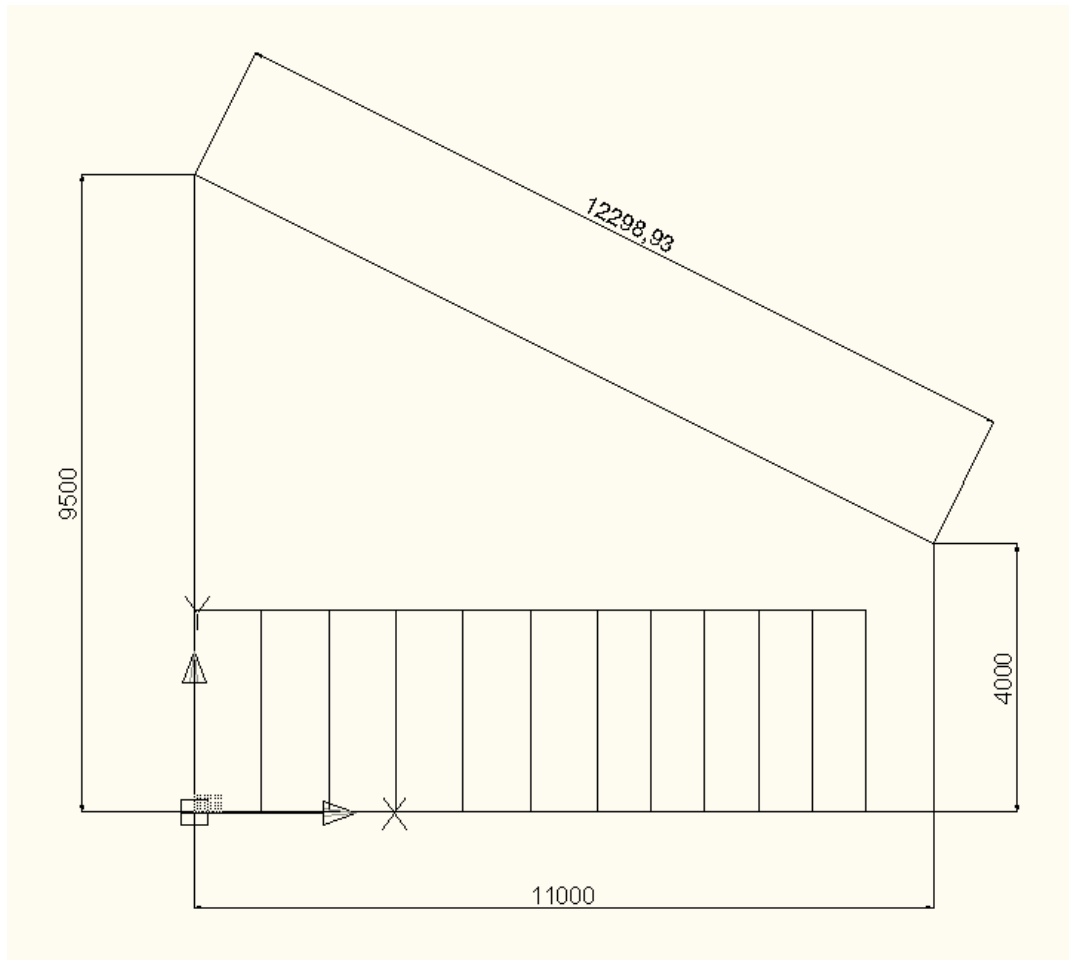


Kuvio 26. Layout -vaihtoehto 1.

Ensimmäiseen layout-versioon mahtuu 24 staattoria ja 30 roottoria. Kuvassa näkyvät vain hyllystöjen paikat selkeyden vuoksi. Hyllyjen välissä toimii hyllystöhissi, joka hakee oikean komponentin lattiatasoon trukin saataville.

6.4.2 Layout -vaihtoehto 2

Toisessa vaihtoehdossa jätettiin staattoripaikoille pituutta 3 m siltä varalta, että ne tarvitaankin roottoreiden käyttöön (Kuvio 27).

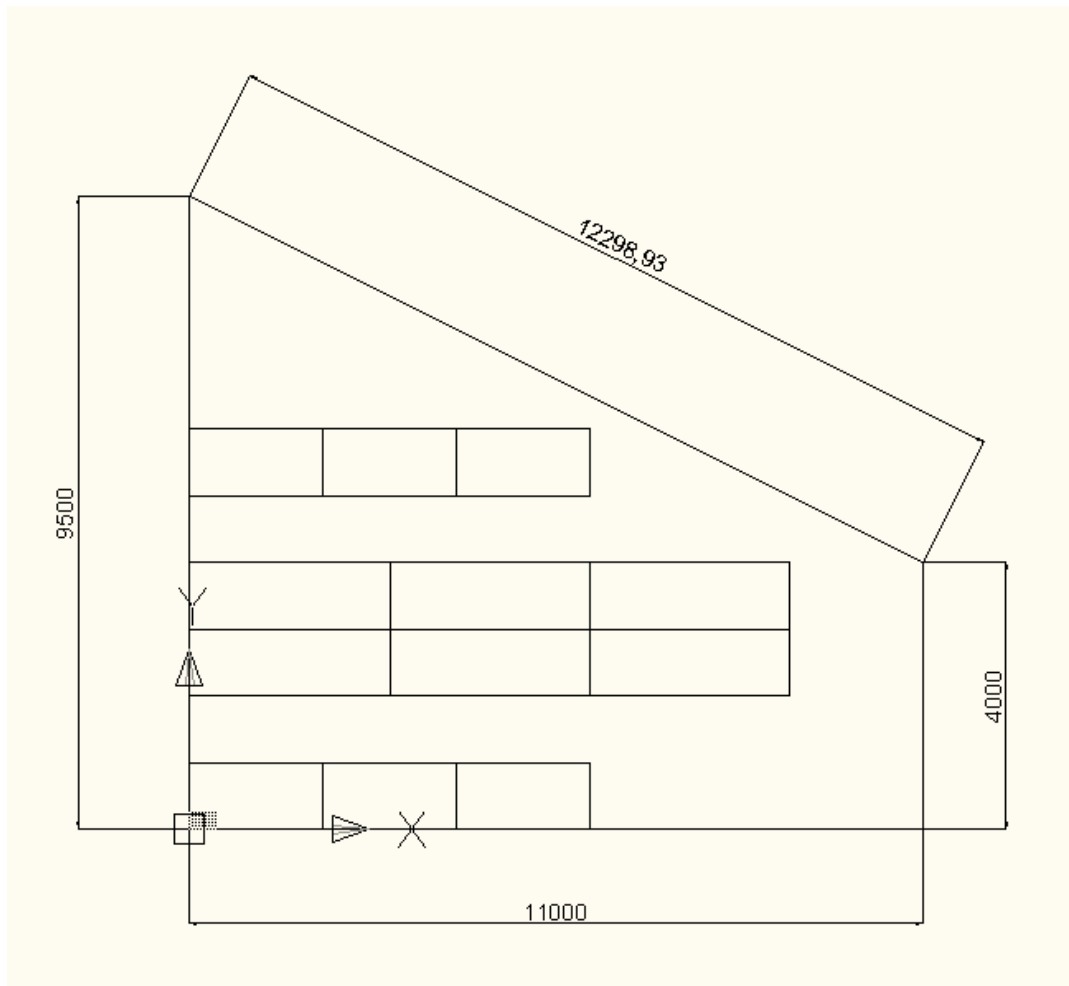


Kuvio 27. Layout -vaihtoehto 2.

Toinen versio tuli mahdolliseksi, kun paino rajattiin 3000 kg:aan. Se rajasi samalla roottoreiden leveyttä. Nyt koko hylly pystytään sijoittamaan yhdelle sivulle. Toiseen versioon menee 24 staattoria ja 25 roottoria. Tässä varastoratkaisussa hyllystöhissin pitää hakea tavaraa vain toiselta puolelta, mikä vaikuttaa tuotteen hintaan positiivisesti.

6.4.3 Layout -vaihtoehto 3

Kolmas vaihtoehto on ensimmäisen ja toisen vastakohta siinä mielessä, että tässä staattorit mahtuvat roottoripaikkoihin. Roottoripaikkojen leveyttä on lisätty metriin ja staattoripaikkojen pituus lyhennetty niiden vaatimaan minimipituuteen 2 metriin (Kuvio 28).



Kuvio 28. Layout -vaihtoehto 3.

Kolmannessa layout -mallissa varasto toimii kahdella hissillä. Staattoreita mahtuu 24 kpl ja roottoreita 30 kpl.

7 Ratkaisumallit

Kun alkutiedot olivat selvillä ja tiedettiin tarkkaan minkälainen välivarasto tarvittiin, alkoi varastointialan yritysten lähestyminen kyseisen asian tiimoilta.

7.1 Kyselyt varastointialan yrityksille

Sopivia yrityksiä kartoitettiin internetin välityksellä ja löytyi 7 kiinnostavaa alan yritystä. Niitä lähestyttiin sähköpostilla, jossa oli kaikki tiedetyt yksityiskohdat halutusta tuotteesta (varaston kapasiteetti, varastoitavien komponenttien mitat ja komponenttien painot). Alue jätettiin auki tässä vaiheessa, koska tavoitteena oli hakea mahdollisimman erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja. Tulevasta alueesta tiedettiin maksimaalinen korkeus määrittelemällä tehdashallin korkeus laser -etäisyysmittarilla. Kysely tehtiin uusien kontaktien löytämiseksi myös ABB:n Vaasan tehtaalle, joka oli toteuttanut automaattisen FIFO -varaston 6 tonnia painaville dynamorullille. He kertoivat yritykset, joihin olivat olleet yhteydessä omissa projektiaan. Sieltä löytyi 3 uutta vaihtoehtoa välivaraston toteuttajaksi ja niille lähetettiin sama kysely.

Kyselyihin vastattiin hyvin: 10:stä kyselystä tuli 6 vastausta, joissa todettiin välivarastohankkeen olevan mielenkiintoinen ja kyseltiin lisää. Kun varastointialuetta ei ollut määritelty kyselyissä, jatkokysymykset kohdistuivat suurilta osin varaston sijaintiin ja siihen varattuun alueeseen. Lisäksi tiedusteltiin varaston hallintajärjestelmää, materiaalivirtoja, lattian kuormitustietoja ja varaston kiertonopeutta.

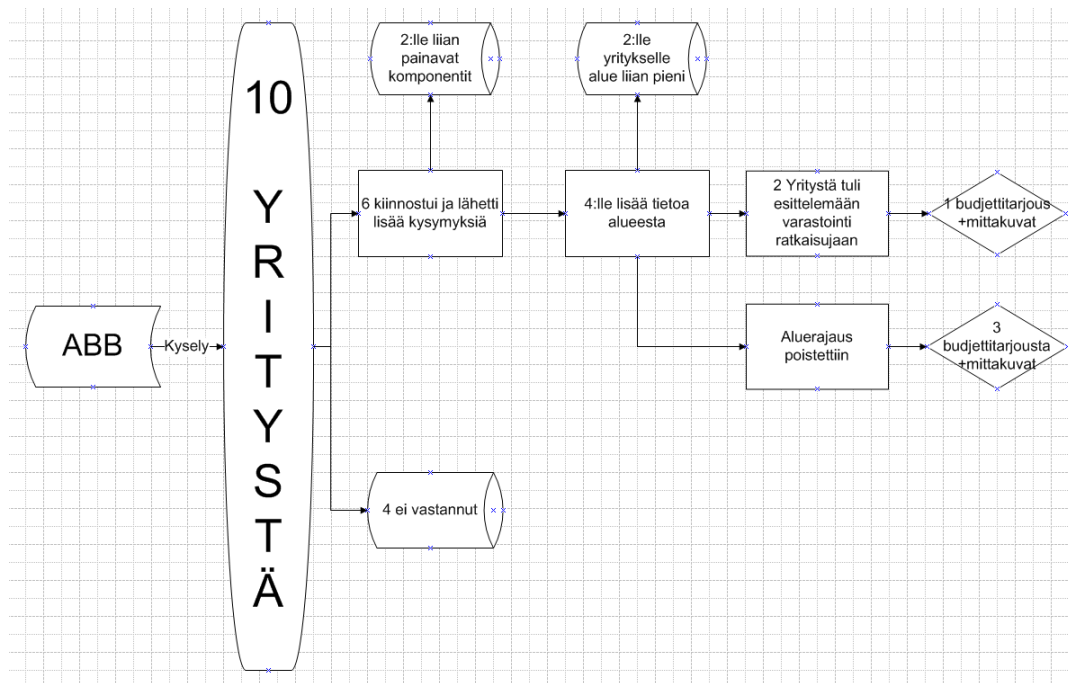
Tässä kohtaa oli mietittävä aluerajausta yritysten vaatimusten pohjalta. Heidän varastointiratkaisunsa olivat niin yksilöllisiä, että niihin vaikutti jokainen pienikin yksityiskohta. Siksi välivaraston sijainti oli määritettävä sen ollessa yrityksille kivijalka koko automaattivarastoa hahmotellessa.

Välivaraston paikaksi ja alueeksi valittiin jo 'Välivaraston sijainti' -alaotsikolla varustetussa kappaleessa mainittu staattorinvalmistusosaston vieressä sijaitseva vapaa alue. Tosin alue leveni 2 m, koska jäähdytykseen käytettävät jääkaapit poistetaan alueelta. Alue sopi mainiosti varastointitarkoitukseen, koska automaattivaraston turhaksi tekemä siltanosturikaan ei ollut tiellä syömässä alueen korkeutta.

Varastointialueen selvittyä alue mitattiin laser-etäisyysmittarilla ja alueesta mallinnettiin AutoCAD:lla tarkka mittapiirustus. Tiedot lähetettiin eteenpäin sähköpostitse. Kun yritykset olivat saaneet tarkemmat tiedot, kahdesta yrityksestä haluttiin tulla paikan päälle esittelemään tarjolla olevia varastoratkaisuja.

7.2 Yritysvierailut

Yritysvierailuille saatiin sovittua päivät, jotka kävivät niin vierailijoille kuin tätä insinööriyötä neuvoville kehitysinsinööreille Pekka Virtaselle ja Esa Lähteenmäelle. Pekka ja Esa tuntevat koko sähkömoottoritehtaan. He osasivat esitellä valmistuslinjan vierailijoille sekä vastata heidän esittämiin yksityiskohtaisiin kysymyksiin. Oli tärkeää saada Esa ja Pekka mukaan yritysesittelyihin, koska heillä oli niistä sekä varastointiratkaisuista paljon kokemustaan jo entuudestaan. Kuviossa 29 on kaavio yrityskontakteista.



Kuvio 29. Yrityskontaktit. Kaaviosta selviää yrityskontaktien johtaminen tarjouksiin, sekä välivarastojärjestelmän ominaisuudet joita kaikki yritykset eivät pystyneet toteuttamaan.

Yritysesittelyt menivät mallikkaasti. Saimme käsityksen heidän toiminnastaan sekä välivarastoratkaisuista ja he tietävät tarkalleen, mitä täällä tehdään. Molemmilta

yrittäjiltä saatiin kattavat katalogit kaikenlaisista automaattivarastoratkaisuista. Yritysten edustajat kummastelivat ainoastaan varastointialueen pientä kokoa, joka vaikeuttaa heidän suunnittelua.

Kummatkin vierailleet yritykset uskoivat kuitenkin löytävänsä ratkaisun varastointiongelmaan ja palaavansa asiaan välivarasto -mittapiirustusten ja budjettitarjouksen kanssa. Heillä oli myös oma näkemys varaston sijainnista ja kaikki heidän tarjoamansa ratkaisut eivät tulleetkaan sovittuun tilaan.

7.3 Yritysten esittämät varastointiratkaisut

Yrityskontaktien jälkeen neuvottelut johtivat eteenpäin. Kolmen yrityksen kanssa päästiin haluttuun vaiheeseen eli saatiin varastoratkaisuehdotukset sisältäen mittapiirustukset ja budjettitarjouksen. Tarjoukset saatiin yhteensä neljästä automaattivarastosta. Vain yhdessä ratkaisusta yritettiin mahdollistaa automaattivarasto valitulle pienelle alueelle. Kaksi muuta oli suunniteltu samankorkuiseen tilaan, mutta käyttäen enemmän lattiapinta-alaa kustannustehokkuuden takia.

Kaikki saadut ratkaisut täyttävät Euroopan unionin hyväksymät CE -normit, mikä oli tärkeää, koska se kertoo laitteen korkeasta turvallisuudesta.

7.3.1 Ratkaisu 1

Ensimmäinen automaattivarastotarjous oli suunniteltu annettuun tilaan, joka pienensi varastointikapasiteetin 19 komponenttiin. Staattoreita tässä ratkaisussa saadaan varastoitua kolmeen tasoon ja roottoreita neljään tasoon annettuun 5,5 m korkeuteen. Järjestelmä vie 123,2 m² (14 m x 8,8 m) lattiapinta-alaa, joten tilankäytön suhteen ei voida puhua kovin tehokkaasta ratkaisusta. Yhtä komponenttia kohden tilaa tarvitaan n. 6,5 m². Hinta koostuu suurimmaksi osaksi automaation suunnittelusta, joten tämä versio ei ole myöskään kovin kustannustehokas. Yhden hyllypaikan koko on 1,5 m x 3 m ja hyllytason kantavuus 3000 kg, joten automaattivarasto on tarvittaessa käytettävissä myös lavatavaralle. (Liite 1)

7.3.2 Ratkaisu 2

Ratkaisu 2 tuli samalta yritykseltä, mutta he määrittivät itse alueen, jonka olivat laskeneet kannattavaksi taloudellisesti sekä kapasiteetin kannalta. Järjestelmä vie tilaa 342,3 m² (39 m x 8,8 m). Tila on selkeästi taloudellisesti kannattavampi, koska samalla ohjelmoinnilla saadaan käyttöön enemmän hyllypaikkoja, jotka eivät itsessään maksa paljoa. Varastointikapasiteetti 67 komponenttia on reilumpi kuin mikä on tarve roottoreille ja staattoreille, mutta se mahdollistaa muidenkin tavaroiden varastoinnin. Yksi hyllypaikka kantaa 3000 kg ja on kooltaan sama kuin ensimmäisessä ratkaisussa eli 1,5 m x 3 m. Komponenttia kohden tilaa kuluu n. 5 m². (Liite 2)

7.3.3 Ratkaisu 3

Kolmas automaattivarastomalli tuli eri yritykseltä kuin kaksi aikaisempaa. Se näkyy tuotteen suunnittelussa selkeästi. Kyseinen yritys suunnittelee aina yksityiset ratkaisut ja tilaukset ovat erittäin asiakaslähtöisiä. Varastointijärjestelmässä se näkyy positiivisesti tilankäytössä. 54 komponenttia saadaan mahtumaan 140,4 m² (36 m x 3,9 m). Yhden komponentin viemäksi tilaksi jää vain 2,6 m². Varastopaikan koko on 1 m x 3 m ja kantavuus 3000kg. Yhden varastopaikan koko tässä järjestelmässä on optimaalinen staattoreille ja roottoreille, mutta lavatavaran säilyttäminen onnistuu vain poikittain johtuen hyllypaikan 1m syvyydestä. Yksilöllinen suunnittelu tietysti maksaa enemmän ja se onkin otettu huomioon seuraavan kappaleen vertailussa. (Liite 3)

7.3.4 Ratkaisu 4

Ratkaisuvaihtoehto 4 tulee yritykseltä, jonka kuljetusvaunut soveltuvat paremmin korkeampiin tiloihin. Kuljetusvaunun mekanismi vaatii reilusti korkeutta toimiakseen, jonka seurauksena järjestelmä saa varastoitua komponentteja vain kahteen tasoon 5,5 m:n korkeuteen. Yhteensä komponentteja mahtuu järjestelmään 46, yhden komponentin viemä lattiapinta-ala on 6m². Automaattivaraston vie kokonaisuudessaan 275 m². Järjestelmä on ainut, jossa staattorit ovat varastoitu pienemmälle paikalle (1 m x 2 m) kuin roottorit (1m x 3 m). Yksi varastointipaikka kestää muiden järjestelmien tapaan 3000 kg. Varastointipaikat eivät sovellu lavojen säilyttämiseen. (Liite 4)

7.4 Varastointijärjestelmien vertailu

Automaattivarastojen vertailu oli selkein suorittaa painoarvo -metodilla (kuvio 30). Jokaiselle vertailtavalle kriteerille annetaan painokerroin (1 - 5), jolla kyseisen kohdan annettu pistemäärä (0 - 100) kerrotaan. Näin tärkeimpien ominaisuuksien painoarvo tulee selkeämmin esille. Turvallisuus on esimerkiksi asia, joka saattaa jäädä noteeraamatta sopivan hinnan tullessa esiin. Painoarvo -menetelmässä ominaisuuksien todellisen arvon saa helposti esille.

Painoarvo- menetelmä									
	Keroin 1-5	Pisteet 0-100							
	Painoarvo	Ratk.1	Pisteet	Ratk.2	Pisteet	Ratk.3	Pisteet	Ratk.4	Pisteet
Turvallisuus	5	100	500	100	500	100	500	100	500
Hinta	2	100	200	80	160	60	120	60	120
Toimintavarmuus	5	80	400	80	400	100	500	100	500
Kapasiteetti	3	60	180	100	300	100	300	70	210
Varaston muunneltavuus	3	60	180	60	180	80	240	60	180
Sopivuus matalaan tilaan	1	100	100	100	100	60	60	20	20
Pinta-alan käyttö	4	40	160	60	240	100	400	50	200
Yht.			1720		1880		2120		1730

Kuvio 30. Painoarvo -menetelmä. (6, s. 153)

Painoarvo -menetelmän perusteella ratkaisu 3 on järkevin vaihtoehto, vaikka se onkin kallein vaihtoehtoista.

8 Lopputulos ja jatkokehitys

Koska tässä työssä etsitään vaihtoehtoja toteuttaa toimiva varastointijärjestelmä staattori- ja roottorikomponenteille, niin onnistunut lopputulos on saatujen ratkaisumallien myötä luoda hyvät perusteet jatkokehitykselle.

8.1 Lopputulos

Lopputuloksena saatiin neljä hyvin erilaista ratkaisumallia staattoreiden ja roottoreiden välivarastoinnin kehittämiseksi. Lähdettiin etsimään sopivaa automaattivarastoa 50 staattori- ja roottorikomponentille ja saatiin 2 valmista suunnitelmaa tarjouksen kanssa täyttämään tämän vaatimuksen. Mikään yrityksistä ei pystynyt tarjoamaan järkevää vaihtoehtoa vaatimaan vapaana olevaan varastointitilaan. Tieto oli tärkeä, koska nyt voidaan päätellä, että kustannustehokas automaattivarasto vaatii enemmän tilaa toimiakseen.

Myös työn alkupuolella selvisi tärkeitä tietoja varastoitavista komponenteista, kuten yli 3000 kg:n komponenttien olevan marginaalisen pieni osa kokonaisuudesta. Samoin yritysesityksistä saatiin selville tärkeitä yksityiskohtia kuten automaattivarastojen hintarakenne. Automaattivaraston hinnasta 2/3 tulee ohjelmoinnin kuluista ja loput materiaaleista ja asennuksista. Näitä tietoja voi hyödyntää varastohankkeen tullessa ajankohtaiseksi, vaikka soveltaessa samaa järjestelmää muidenkin tavaroiden varastointiin.

8.2 Jatkokehitys

Välivarastohankkeeseen tulee olemaan helppo lähtee, kun on muutamia kontakteja sekä kolme tarjoustakin jo valmiina. Kun tietoon tuli automaattivarastojen realistinen koko, tullaan nykyisistäkin yrityskontakteista varmasti saamaan muutama tarjous helposti lisää. (7.)

Lähtökohtana kustannustehokkaan automaattivaraston luomiseksi pitää välttää tekemästä liian monimutkaista monella hissillä toimivaa varastointijärjestelmää. Monimutkaisella järjestelmällä tarkoitetaan tässä tapauksessa järjestelmää, jossa on reilusti pituutta, leveyttä ja korkeutta. Monimutkainen järjestelmä lisää järjestelmän asennukseen ja ohjelmointiin kuluva aikaa ja kustannuksia. Monta hyllyriiviä sisältävä automaattivarasto on myös hitaampi ja saattaa vaatia toisen hyllystöhissin toimiakseen nopeammin. (7.)

Kuten yritysvierailuista jo selvisi, kustannustehokkaan automaattivaraston luomiseksi kannattaa järjestelmän olla mahdollisimman pitkä tai korkea maksimoiden hyllypaikat. Leveyttä kannattaa myös lisätä, jos varastojärjestelmä ei nopeasti toimiakseen tarvitse toista hyllystöhissiä. Se on arvokkain osa automaattivaraston osista. (7.)

Tulevaisuudessa varastojärjestelmien kilpailuttaminen on erittäin tärkeää. Pitäjänmäen konetehtaan tilat ovat käymässä vähiin ja automaattivaraston koko voi muodostua ratkaisevaksi tekijäksi. Saaduista varastointiratkaisuista tilankäyttö muodostuikin suurimmaksi eroksi järjestelmiä vertailtaessa. Tehokas tilankäyttö automaattivarastossa nostaa tuotteen hintaa, mutta mahdollistaa säästetyn tilan käytön muihin toimintoihin, mikä on säästöä jo itsessään kustannuksia. Yksi jatkokehityksen tärkeimpiä puntaroitavia ajatuksia on korkeuden käyttö. Jos staattoreiden ja roottoreiden välivarasto saadaan sijoitettua PIT59:n ja PIT48:n pätyyn nykyisten vessojen ja tupakkakopin sekä parin kuormalavahyllyn tilalle, saadaan korkeutta käyttöön n. 15 m. Tässä kohtaa tehdasta on lattia rakennettu maan päälle ja lattian kestävyys sallii automaattivaraston rakentamisen vaikka kattoon asti. Lattiapinta-alaa korkeassa välivarastossa säästyisi varmasti.

9 Yhteenveto

Tämän työn tavoitteena oli löytää mahdollisimman monta ratkaisumallia staattoreiden ja roottoreiden välivarastointiin HXR355-500- ja AMI400-500-sähkömoottoreiden osalta.

Työ sisältää myös välivarastoinnin nykytilan kartoituksen, tulevaisuuden ideaalivaraston määritelmän sekä välivarastoinnin kehitysajatuksia.

Välivarastoinnin syyt käydään läpi teoriaosassa sekä ABB:n kohdalla erikseen omassa kappaleessaan.

Nykytilaa kartoitetaan esittelemällä nykyiset välivarastointialueet ja niiden toimintaperiaatteet.

Tulevaisuuteen perehdytään selvittämällä varastointikapasiteetti sekä siihen sopivia varastointityyppejä. Yrityksiltä saadut ratkaisumallit esitellään myös vertailun kanssa, sekä perehdytään ideaalivarastoon jatkokehitys- kappaleessa.

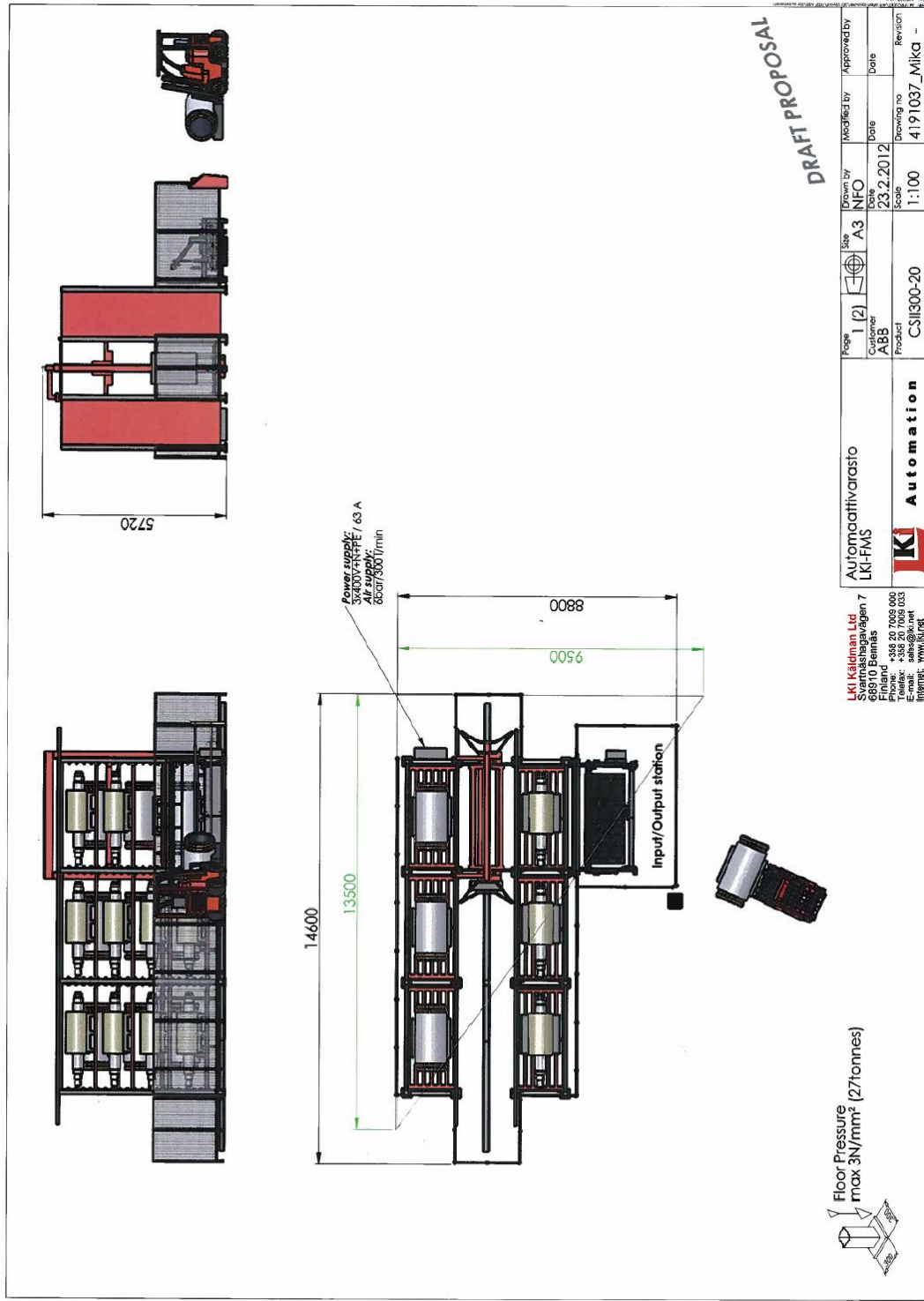
Työn tuloksena saatiin yrityksiltä neljä erilaista automaattivarasto -ratkaisumallia budjettitarjouksien kanssa välivarastointiongelman ratkaisemiseksi. Tuloksena saatiin myös hyvät valmiudet lähteä viemään projekti hankintavaiheeseen hyvien yrityskontaktien sekä automaattivarastotietouden takia.

Työn tekeminen oli opettava kokemus. Sain toimia osana tuotannon kehitystiimiä, joka on koko ajan tekemisissä käytännön asioiden kanssa. Työ opetti teorian soveltamista käytäntöön, mikä tuntui työn arvokkaimmalta opetukselta. Sain myös olla mukana muiden yritysten esitellessä tuotteitaan. Oli erittäin mielenkiintoista päästä kosketukseen todelliseen yritysmarkkinointiin ja nähdä, kuinka ammattilaiset niin ABB:n kuin muiden yrityksen puolelta hoitavat tilanteen.

Lähteet

- 1 ABB Oy:n sisäinen verkkomateriaali intranet. Luettu 25.1.2012.
- 2 Varastointi. Luettu 20.2.2012.
http://liike.epedu.fi/liikeala/verkko_opetus/tuotteen_monet_kasvot/varastointi.htm
- 3 Suomen kuljetusopas, Terminaalitoiminnot. Luettu 28.2.2012.
<http://www.kuljetusopas.com/varastointi/terminaali/>
- 4 Karhunen Jouni, Pouri Reijo & Santala Jouko. 2004. Kuljetukset ja varastointi -järjestelmät. Kalusto ja toimintaperiaatteet. Helsinki: Suomen Logistiikkayhdistys r.y.
- 5 Taskinen, Antti. 2012. Tuotannonsuunnittelun päällikkö. Tuotannonsuunnittelu. ABB. Helsinki. Haastattelu 9.3.2012.
- 6 Slack Nigel, Chambers Stuart, Johnston Robert. 2010. Operations Management. Harlow England. New York: Financial Times
- 7 Yritysesittelyt 9.2.2012 ja 29.2.2012.

Ratkaisuvaihtoehto 1



Ratkaisuvaihtoehto 1

Specifications

max part size	3000x1500mm
max weight/pallet	3000kg

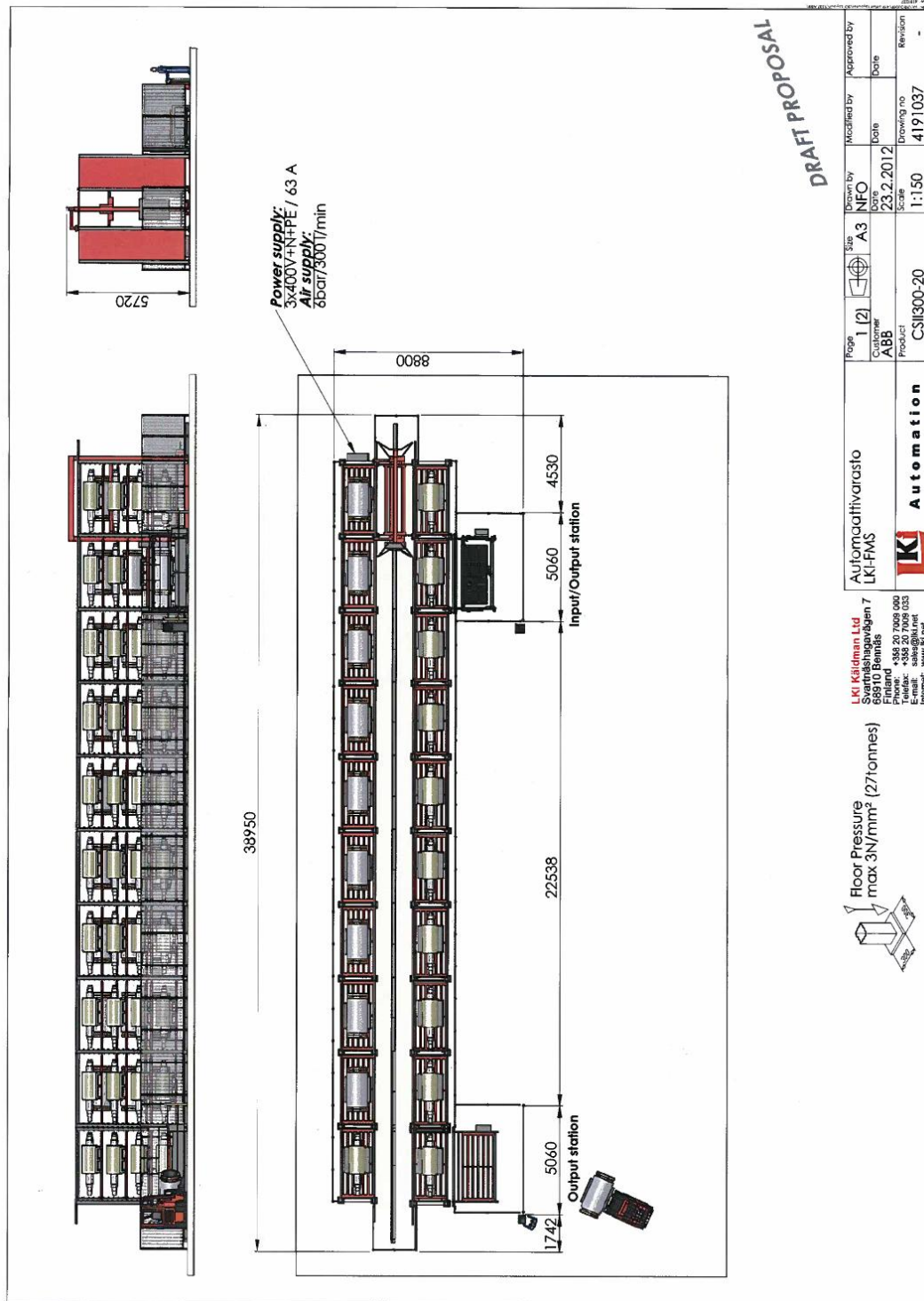
DRAFT PROPOSAL

Page	2 / 2	Size	A3	Drawn by	NFO	Modified by	Approved by
Customer	ABB	Date	23.2.2012	Date		Date	Date
Product	CS1300-20	Scale	1:50	Drawing no.	4191037_Mika	Revision	

LK1 Kälkblom Ltd Sverresåshögavägen 7 65510 Beinsås Sweden Phone: +382 20 7006 000 Telefax: +382 20 7006 033 E-mail: info@lk1.net Internet: www.lk1.net	Automattivarasto LK1-FMS		
3x400V+N+PE / 63A 300 l/min LIFT gear, safety forks, etc.			
Max korkeus 1040mm Max korkeus 1250mm			
DIMENSION Material / dwg NO			NOTE

Item	Qty	Name
1		CS 300 Extension module
2		CS 300 Extension module
3		CS 300 Base module
4		CS 300 Base module
5		Safety details
6		CS 300 Stacker Crane
7		Electrical cabinet
8		Electrical input / Output station
9		Roolitorin hyllypaikat
10		Saastorin hyllypaikat

Ratkaisuvaihtoehto 2



Ratkaisuvaihtoehto 2

Specifications

max part size	3000x1500mm
max weight/pallet	3000kg

Automaattivarasto
LKI-FMS

LKI Automation

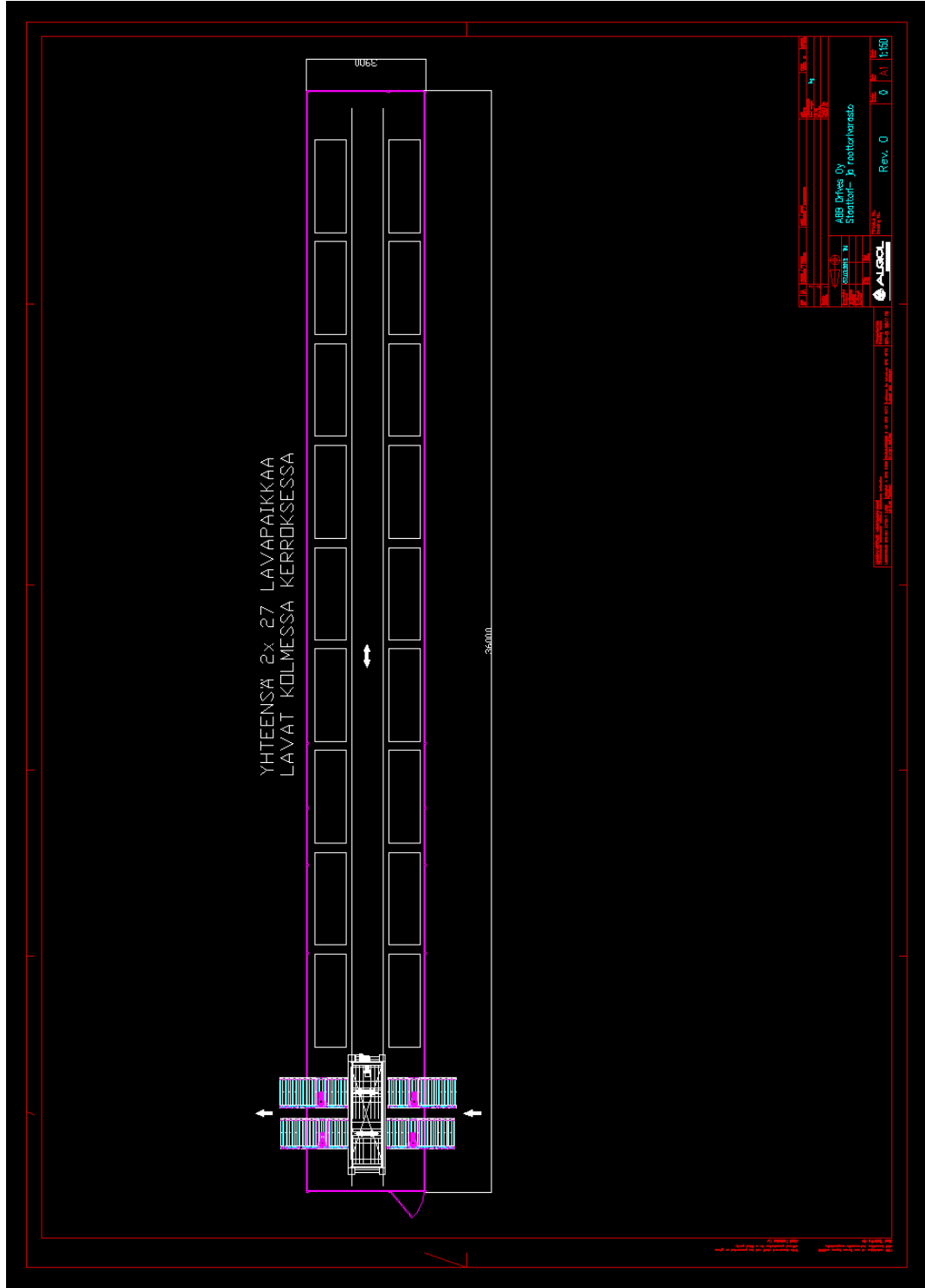
LKI Kildman Ltd
Svarmingsgavägen 7
68910 Bennis
Finland +358 20 7099 090
Telefax +358 20 7099 033
E-mail: kildman@lki.fi
Internet: www.lki.fi

Item	Qty	Name	Material / dwg NO	DIMENSION	NOTE
12	1	Safety details			Light guard, safety fences, etc
11	1	CS 300 Stacker Crane			3x400V+N+PE / 63A
10	1	Electrical cabinet			300 l/min
9	1	CS300 Output station			
8	1	CS300 Input / Output station			
7	40	Receptorin hyölypalkat			Max korkeus 1040mm
6	27	Staattonin hyölypalkat			Max korkeus 1250mm
5	8	CS 300 Extension module			
4	8	CS 300 Extension module			
3	2	CS 300 Base module			
2	2	CS 300 Base module			
1	1	Customer Building			

DRAFT PROPOSAL

Page	2 / 2	Size	A3
Customer	ABB	Drawn by	NFO
Product	CSII300-20	Date	23.2.2012
Scale	1:120	Modified by	
Drawing no	4191037	Date	
Revision		Approved by	

Ratkaisuvaihtoehto 3



Ratkaisuvaihtoehto 4

