



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mika Herman Joensuu

KOKOONPANOLINJAN
VARASTOINNIN KEHITTÄMINEN,
CASE MM35

Tekniikka ja liikenne

2009

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Vaasan ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelmassa. Työ toteutettiin syksyllä 2008 ja keväällä 2009 ABB Oy Motorsilla Vaasassa.

ABB Oy:n Motors –liiketoimintayksikössä opinnäytetyön valvojana toimi DI Tero Tammisto. Vaasan ammattikorkeakoulun tekniikan ja liikenteen yksikössä opinnäytetyön valvojana toimi yliopettaja Pekka Ketola.

Haluaisin kiittää edellä mainittuja henkilöitä ja toista aiheen määrittelijää ABB Oy Motorsin logistiikkapäällikkönä toimivaa Markku Mäenpäättä. Lisäksi tahdon kiittää kaikkia ABB Oy Motorsilla työskenteleviä henkilöitä, jotka omalla panoksellaan ovat auttaneet, tavalla tai toisella opinnäytetyöni valmistumisessa.

2.12.2009

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Mika Herman Joensuu
Opinnäytetyön nimi	Kokoonpanolinjan varastoinnin kehitys, case MM35
Vuosi	2009
Kieli	suomi
Sivumäärä	49 + liite
Ohjaaja	Pekka Ketola

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja selvittää sähkömoottorien kokoonpanolinjan MM35 varastointiin liittyviä ongelmia. Näiden ongelmakohtien perusteella tulisi kehittää kyseistä kokoonpanolinjaa varastointia paremmaksi. Kehityksen tavoitteena olisi selkeyttää varastointia ja saada selkeä malli pääkomponenttien varastoinnista, jolla helpotettaisiin kokoonpanolinjan työntekijöiden toimintaa. Lisäksi työssä tuli luoda materiaalivirtakartta pääkomponenttien kulkeutumisesta MM35 kokoonpanolinjalle sekä suunnitella reagointiketju mahdollisessa ongelmatilanteessa.

Työ aloitettiin kartoittamalla kokoonpanolinjan varastointiin liittyviä ongelma-kohtia. Kartoitus tapahtui haastattelujen ja tutkimusten pohjalta. Haastateltavina olivat MM35 kokoonpanolinjan työnjohtaja sekä kokoonpanolinjan työntekijät, eri komponentteja valmistavien linjojen työnjohtajat, runko- ja laakerikilpivalujen ostajat ja logistiikan parissa työskentelevät henkilöt.

Työn aikana havaitut ongelmakohdat kirjattiin opinnäytetyöhön. Ongelmakohdat on lueteltu työssä ja niille on pyritty löytämään mahdollisimman selkeitä, helppoja ja vähän kustannuksia vaativia ratkaisuja. Jokaiselle kehittämistä vaativalle ongelmakohdalle ei ole tämän opinnäytetyön puitteissa mahdollista kehittää helppoa ja halpaa ratkaisua, joten työssä keskityttiin sellaisiin kehittämistä vaativiin haasteisiin joihin saatiin toteutettua ratkaisu. Ratkaisuja saatiin esimerkiksi komponenttien yleiseen sijoitteluun kuormalavahyllyihin, kuormalavojen kestävyys ja kokoonpanolinjan varastoinnin järjestyksen ylläpitämiseen.

varastointi, kokoonpanolinja

VAASA POLYTECHNIC

Mechanical and Production Engineering

ABSTRACT

Author	Mika Herman Joensuu
Topic	Assembly line of storage development, case MM35
Year	2009
Language	Finnish
Pages	49 + appendice
Name of Supervisor	Pekka Ketola

The aim of this thesis was to investigate and explain storage problems related to electrical motor assembly line MM35, with a goal to improve for the storage of the assembly line and make it more effective. Development should aim to clarify the storage and to have a clear model of main components of the storage to facilitate the assembly line workers's working conditions. Yet another task was to create a map of the main components of the material flow entering the MM35 assembly line and to design a reaction chain to potential problems.

The work was started by identifying the bottlenecks in the storage of the assembly line. The mapping was based on interviews and surveys. The personnel interviews were MM35 assembly line foreman, and assembly line workers, the the work of managers of various components of manufacturing lines, core and the buyers of castings of end shields and people working in logistics.

Some of the challenges and problems encountered were so extensive and would have required high costs that, within the framework of this study it was not possible to make the change or improvement, so they had to be left outside the scope of the current thesis. The result is a document where a number of identified problems areas have been recorded and listed, with proposals for easy and and low cost-critical solutions. These solutions include the overall placement of components such as pallet shelves, pallets, and the sustainability of the maintenance of the assembly line storage of.

storage, assembly line

MERKIT JA LYHENTEET

355/400	sähkömoottorin kokoluokka, lattiapinnan ja akselipään keskipisteen välinen etäisyys millimetreinä
ABB	Asea Brown Bower
D-pää	Drive-end, moottorin käyttöpää
Freezing Point	kaupan ns. jäädytyspiste, jonka jälkeen ei kaupalle voi tehdä muutoksia asiakkaan toimesta
JIT	Just In Time, juuri oikeaan tarpeeseen – menetelmä
KET	Keskeneräinen tuotanto
KK-rakennus	moottoritehdas, (pienmoottoritehdas) os. Virtaviivatie 16
MM-rakennus	moottoritehdas, (emotehdas) os. Strömbergin puistotie 5
MM35	sähkömoottorien kokoonpanolinja ABB Oy Motorsilla, valmistaa 355 ja 400 kokoluokan sähkömoottoreita
Motors	ABB Oy Motors, sähkömoottorien valmistusyksikkö
NOPEA-prosessi	standardimoottorien valmistusprosessi. Moottorit tehdään vakiokomponenteista ”varastoon”, josta toimitetaan asiakkaalle.
N-pää	Non-drive-end, moottorin tuulettimen puoleinen pää.

SISÄLLYS

ALKUSANAT	2
TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
MERKIT JA LYHENTEET	5

SISÄLLYS 6

1 JOHDANTO	8
1.1 Työn kuvaus	8
1.2 Työn tavoitteet	8
1.3 Työn toteuttaminen	9
2 ABB OY, ESITTELY	10
3 LOGISTIIKKA JA OHJAUSMALLIN PÄÄPERIAATTEET	12
3.1 Varastointi	12
3.2 Materiaalinhallinta	16
3.3 TOC - tuotannonohjauksen periaate ja kapeikkoajattelu	17
4 SÄHKÖMOOTTORI, PÄÄKOMPONENTIT JA P4-PORTTI.....	21
4.1 Yleistä	21
4.2 Kokoonpanon portti – P4	24
4.2.1 Kokoonpanon aloitus	24
4.2.2 Porttitarkastelut ja porttipalaverit	24
4.2.3 Aloituskelpoisuuden määrittäminen	25
5 NYKYTILANTEEN KUVAUS JA ONGELMIEN KARTOITUS	26
5.1 Ohjaussääntöjä ABB Oy Motorsilla.....	26
5.2 Ajoitusmalli.....	27
5.3 Sisäinen logistiikka ABB Oy Motorsilla.....	29
5.4 Pääkomponenttien varastointi kuormalavahyllyissä	29
5.5 Pääkomponenttien virtaus ja käsittelytavat kokoonpanolinjalla MM35	31
5.6 Kokoonpanolinjan MM35 varastoinnin ongelmakohtia tänä päivänä	34

6 EHDOTUKSIA VARASTOINNIN KEHITTÄMISEEN	40
6.1 Pääkomponenttien hyllypaikat	40
6.2 Vakiolaakerikilvet	40
6.3 Kauppakohtaiset komponentit.....	42
6.4 Setittäjä kokoonpanolinjalle MM35.....	42
6.5 Vakiorunkojen puskuri.....	43
6.6 Kuormalavat	44
6.7 Logistiikkakeskus.....	44
YHTEENVETO	46
LÄHDELUETTELO.....	48
LIITE: Materiaalivirtakartta.....	49

1 JOHDANTO

1.1 Työn kuvaus

Tuotannon käyttöä odottavien komponenttien määrä vaihtelee joillakin kokoonpanolinjoilla paljon tuotannon lähes kaksinkertaistuessa vuodesta 2005 vuoteen 2008. Tämä on aiheuttanut tilaongelmia, jonka seurauksena kokoonpanolinjan toiminta, siisteys ja turvallisuus kärsivät aiheuttaen myös lisäkuluja. Varastointiin liittyviin asioihin ja ongelmiin on hyvä puuttua jo tässä vaiheessa, kun niihin voidaan vielä vaikuttaa. Työn painotus kohdistuu sähkömoottorissa käytettäviin pääkomponentteihin: staattori, roottori, runko ja laakerikilvet.

Luvussa yksi on määritelty työn suunta ja tavoitteet sekä toteutustapa. Luku kaksi sisältää ABB Oy:n ja ABB Oy Motorsin yleisesittelyn ja avainlukuja vuodelta 2008. Luvussa kolme käydään läpi logistiikkaan ja ohjausmalleihin liittyviä teoria-asioita. Seuraavassa luvussa käsitellään Motorsilla valmistettavan sähkömoottorin pääkomponentteja ja niille tarkoitettua kokoonpanon P4-porttia. Luvussa viisi on kerrottuna nykytilanne sekä haastattelujen ja tutkimusten pohjalta kartoitetut tämän hetkiset ongelmakohdat varastoinnissa sekä kokoonpanolinjalla. Luku kuusi pitää sisällään ehdotuksia ja mahdollisia ratkaisuja kokoonpanolinjan MM35 varastoinnin kehittämiseen. Lopuksi on tehty yhteenveto työn eri vaiheista, loppuratkaisuista, kustannuksista ja mahdollisista säästöistä.

1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena oli selvittää varastoinnin aiheuttamat nykyiset ongelmakohdat ja luoda niiden pohjalta ehdotus varastointimallista, materiaalivirrasta sekä niitä tukevista asioista. Tarkoituksena oli siis järkevöittää ja parantaa kokoonpanolinjan komponenttien varastointia sekä saada selkeä malli kokoonpanolinjalla tuotannon käyttöä odottavien komponenttien varastointiin. Lisäksi tarkoituksena oli suunnitella toimintaketju ja –malli mahdollisessa ongelmatilanteessa, sekä estää hyllyyn kuulumattomien komponenttien pääseminen hyllyyn asti.

1.3 Työn toteuttaminen

Työn toteuttaminen aloitettiin haastattelujen pohjalta. Haastattelut kohdistuivat eri pääkomponentteja valmistavien linjojen työnjohtajiin, työntekijöihin sekä logistiikan parissa työskenteleviin henkilöihin ja kilpi- ja runkovalujen ostajiin. Haastattelutuloksista saaduista tiedoista tehtiin johtopäätöksiä joiden mukaan työn suuntaa ja ideoita alettiin muokata. Tutkimusten, haastattelujen ja materiaalin avulla kokoonpanolinjan MM35 varastointia kehitettiin siten, että linjan toiminta tehostuu ja helpottuu.

2 ABB OY, ESITTELY

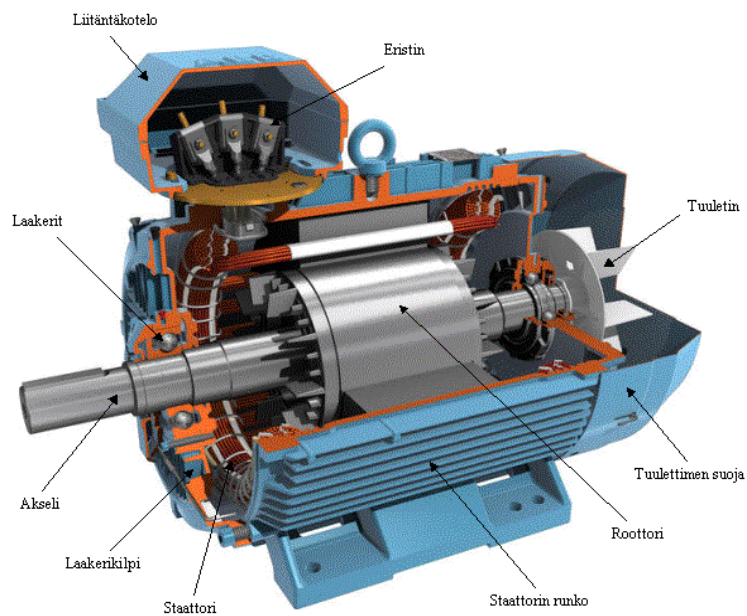
Työn kohdeyritys ABB, on maailman johtava sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymä. ABB:n tuotteet, järjestelmät ja palvelut parantavat teollisuus- ja energiayhtiöasiakkaiden kilpailukykyä ympäristömyönteisesti. Yhtiö on muodostettu tammikuussa 1988 sulauttamalla yhteen ruotsalaisen Asean ja sveitsiläisen Brown Boverin sähkötekniiset liiketoiminnot. ABB:n toimintatavoite on seuraava: ”Autamme asiakkaitamme hyödyntämään sähköä mahdollisimman tehokkaasti, tuotavasti ja ympäristöystävällisesti”. ABB:n palveluksessa oli 112 000 henkilöä noin 100 eri maassa vuonna 2008. Koko ABB:n liikevaihto vuonna 2008 oli 35 miljardia US dollaria. /3/ /7/

ABB:n menestys perustuu sen teknologiseen voimaan ja vahvoihin paikallisiin juuriin, joita Suomessa edustaa Strömberg. ABB:llä on Suomessa vahvaa sähkövoima- ja automaatioteknologioiden erikoisosaamista, jota on kartutettu yli 115 vuoden ajan tiiviissä yhteistyössä asiakkaiden ja ympäröivän yhteiskunnan kanssa. Vuonna 2006 ABB Oy työllisti Suomessa 6131 henkilöä yhtiön liikevaihdon ollessa 1,7 miljardia euroa. Vuonna 2008 ABB Oy:n henkilöstömäärä kasvoi 6860 henkilöön. Liikevaihtokin kasvoi vuonna 2008 noin 2,45 miljardiin euroon. ABB Oy:n saamista tilauksista noin 80 prosenttia menee vientiin, pääosin Eurooppaan ja Yhdysvaltoihin, mutta kasvavassa määrin myös Aasiaan. /8/ /7/

ABB Oy Motors kuuluu ABB:n Automaatiotuotteet -divisioonaan. Automaatiotuotteet -divisioonaan kuuluu kuusi pienjännitesähkömoottoreita valmistavaa yksikköä, joista Vaasan Motors on suurin. Suomessa ABB valmistaa sähkömoottoreita Helsingissä ja Vaasassa. Helsingin sähkömoottoritehtaan, ABB Oy Sähkökoneet, tuotekategoriaan kuuluvat isommat sähkömoottorit eli sähkökoneet sekä isot generaattorit muotokuparikäämityksellä. Vaasassa toimivan ABB Oy Motorsin valmistamat sähkömoottorit ovat kooltaan ja teholtaan Helsingissä valmistettavia pääsääntöisesti pienempiä pyörölankakäämityksellä. Motorsin katsotaan aloittaneen sähkömoottorien ja generaattoreiden valmistuksen Suomessa jo vuonna 1889. Tuolloin Gottfried Strömberg perusti Helsinkiin ensimmäisen sähkö-

moottoritehtaan. Vaasaan sähkömoottorien valmistus rantautui vuonna 1944. ABB Oy Motors työllisti vuonna 2005 henkilöstöä 546. Motorsin lisääntyneiden tilausten takia on myös kapasiteettia jouduttu kasvattamaan Vaasassa. Vuonna 2005 sähkömoottoreita valmistui noin 40 000 kappaletta, liikevaihdon ollessa yli 160 miljoonaa euroa. Vuonna 2008 moottoreita valmistui yli 55 000 liikevaihdon ollessa 280 miljoonaa euroa. Myös työntekijöiden määrää on lisätty, sillä vuoden 2008 lopussa Vaasan tehtaalla työskenteli 665 henkilöä. /5/ /7/

ABB Oy Motors valmistaa valurautaisia oikosulkumoottoreita kokoluokassa 0,25 kW - 1 MW, teräsrunkoisia oikosulkumoottoreita kokoluokassa 75-630 kW, avoimia teräslevyoikosulkumoottoreita kokoluokassa 75-800 kW, räjähdysvaarallisten tilojen valurautaisia Ex-moottoreita kokoluokassa 0,18-630 kW, rullarata-moottoreita kokoluokassa 15-710 kW, laivamoottoreita kokoluokassa 11-710 kW ja tuulivoimageraattoreita aina 1 MW:iin saakka. Kuvassa 1 on esitetty ABB:n Vaasan tehtailla valmistettavan tyypillisen valurautasähkömoottorin poikkileikkauskuvaa. /5/ /7/



Kuva 1. Poikkileikkaus ABB:n M3-sarjan standardimoottorista. /2

3 LOGISTIikka JA OHJAUSMALLIN PÄÄPERIAATTEET

Seuraavassa esitetään kuinka logistiikka ymmärretään teoriassa maailmanlaajuisesti. Logistics association määrittelee logistiikan seuraavasti: ”Logistiikka tarkoittaa materiaalivirran ja siihen liittyvien informaatio- ja pääomavirtojen organisoimista, suunnittelua, valvontaa ja toteutusta toimittajilta, suunnittelusta ja ostosta, tuotannon ja jakelun kautta lopulliselle asiakkaalle, tarkoituksella tyydyttää markkinoiden tarpeet mahdollisimman vähillä kustannuksilla ja pääoman käytöllä.” /6/

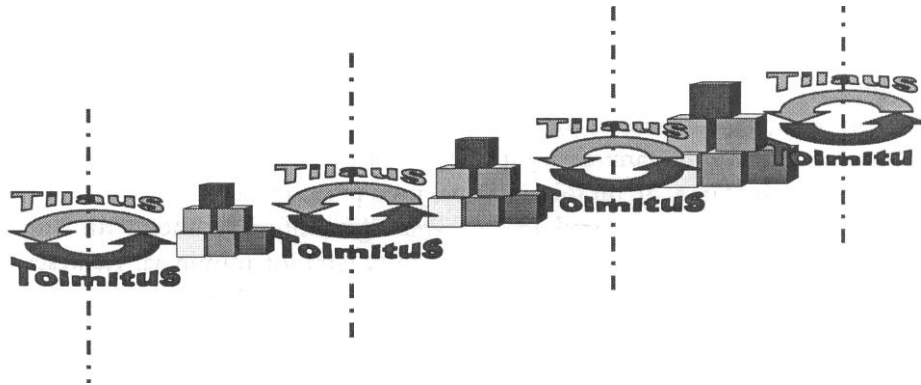
Suomen Logistiikkayhdistys ry:n mukaan logistiikka on organisaatioiden materiaalipääoma- ja tietovirtoihin liittyvien prosessien hallintaa muuttuvassa yhä teknisemmässä, kansainvälisemmässä ja verkostoituneemmassa toiminta-ympäristössä. Toisin sanoen logistiikka on yritysten materiaalivirtojen fyysistä, tiedollista ja taloudellista hallintaa hankintalähteiltä asiakkaille. Logistisia toimintoja yrityksissä ovat ostot, kuljetukset, varastointi, materiaalinkäsittely sekä koko tähän ketjuun liittyvän tiedon hallinta. /6/

Logistiikka on siis varsin laaja-alainen käsite, joka liittyy yrityksen toimintaan lähes jokaisella osa-alueella. Logistiikka jaetaankin yleisesti sisäiseen ja ulkoiseen logistiikkaan. Yllä esitettyjen määritelmien perusteella logistiikan voidaan katsoa olevan onnistunutta, jos oikea tavara on oikeassa paikassa oikeaan aikaan oikeina määrinä ja oikeassa kunnossa. /6/

3.1 Varastointi

Varastolla tarkoitetaan fyysistä tilaa, jossa säilytetään materiaaleja, komponentteja tai valmiita tuotteita. Entisaikoina suuret varastot olivat vaurauden merkki. Nykyään ajatellaan hieman toisin ja varastoinnin ei katsota lisäävän tuotteen jalostusarvoa. Yleisenä tavoitteena on kiinnittää erityistä huomiota varastoinnin sitoman pääoman kierron parantamiseen ja logistisissa ketjuissa esiintyvien turhien varastointien poistamiseen. Voidaan myös ajatella, että varastot eristävät yrityksen ulkomaailmasta (kuva 2), sillä mitä suurempia varastojen koot ovat sitä hitaammin

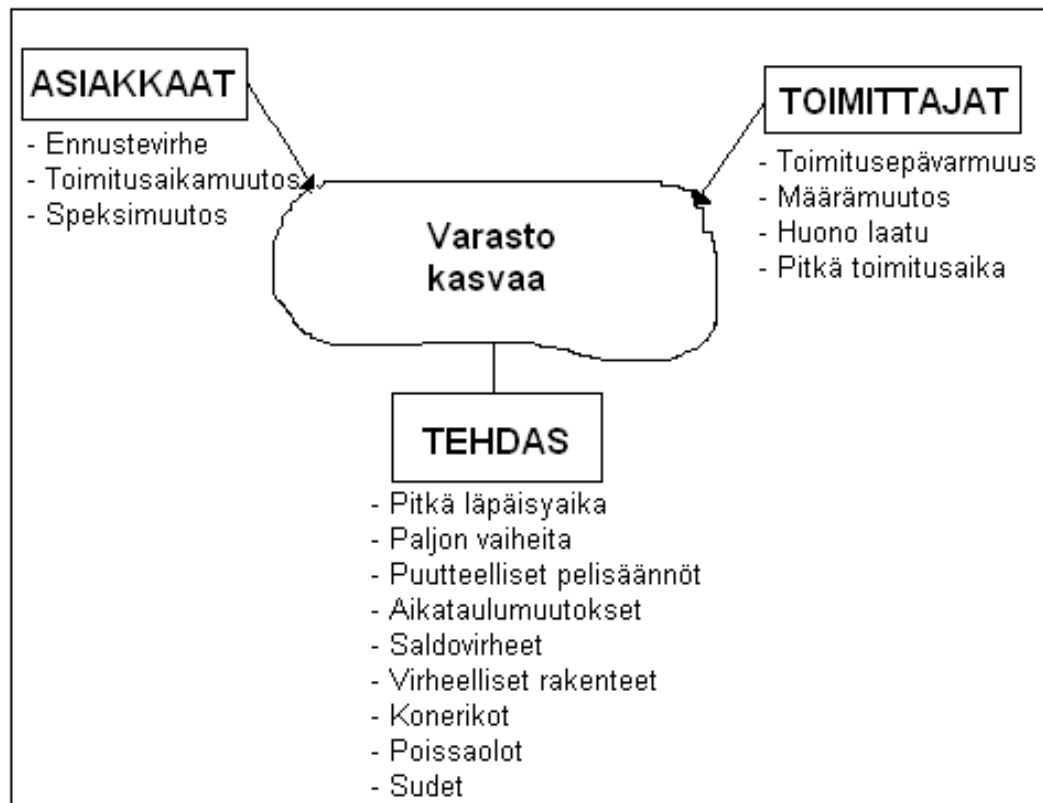
tiedot kulutuksesta ja sen muutoksista liikkuvat yrityksen sisällä sen eri toimitusketjun vaiheissa. /6/



Kuva 2. Toimitusketju, jossa useat varastot haittaavat tiedon kulkua /6/

Mitä vähemmän toimitusketjussa on yhteistyötä, sitä enemmän tarvitaan varastoimista. Varastoinnin merkitys yrityksen tulokseen on korostunut monien asioiden myötävaikutuksesta, kuten JIT –ajattelun lisääntymisestä, tuotenimikkeiden lukumäärien rajusta kasvusta, kansainvälistymistä ja etenkin siitä, että logistiikka on noussut erityiseksi strategiseksi kilpailutekijäksi. Varastojen ohjauksen ja valvonnan avulla tapahtuva materiaalin ohjaus on eräs logistiikan perusajattelutavoista. /6/

Miksi varastoidaan? Kuvassa 3 on esitetty eri osapuolten aiheuttamia syitä varastointiin. Varastointia tarvitaan ennen kaikkea tasoittamaan tavaroiden saatavuudessa esiintyvät aika- ja paikkaerot. Varastointi on myös looginen ratkaisu tuotteille, joiden kysyntä on heikosti ennustettavissa. Tällaisia tuotteita ovat esimerkiksi sesonkituotteet sekä satunnaiskysyntään perustuvat tuotteet. Ensisijaisesti siis varastoidaan saatavuudeltaan tai menekiltään epävarmoja tuotteita ja raaka-aineita. Varastoitavien raaka-aineiden on kuitenkin oltava tuotannon kannalta välttämättömiä tai näiden kulutuksen on oltava varsin nopeatempoista. Yleisesti varastoinnista aiheutuvat kustannukset jaetaan kahteen eri päätyyppiin aiheutumissyystä riippuen, sitoutuneen pääoman kustannuksiin ja varastosta aiheutuviin toimintakustannuksiin. /6/



Kuva 2. Varaston syntymiseen johtaneita syitä. /6/

Teollisuudessa varastot luokitellaan tavallisesti kolmeen päätyyppiin: raaka-aine-, puolivalmiste- ja valmisteverastoihin. Raaka-ainevarastot pitävät sisällään varsinaisia raaka-aineita sekä komponentteja ja materiaaleja, joita käytetään tuotteiden valmistuksessa. Puolivalmisteverasto muodostuu keskeneräisistä tuotteista. Valmisteverastossa ovat tuotteet, jotka ovat valmiita ja odottavat myyntiä tai toimistusta asiakkaalle. Usein puhutaan myös ostovarastosta, jonka voidaan katsoa muodostuvan ostotoiminnasta koostuvista tuotteista. /6/

Yleisesti varasto-käsite jaetaan käyttövarastoksi ja varmuusvarastoksi. Tarve edellä mainituille varastotyypeille on pääsyy varastojen muodostuminen. Kun myyjältä saapuva tavaraerä on kooltaan niin suuri, että se on asiakkaan välitöntä tarvetta suurempi, jää osa tästä tavarasta hetkeksi ostajan varastoon. Syntyvää varastoa kutsutaan käyttövarastoksi. Toisin sanoen käyttövarastoksi katsotaan sellaisten

tuotteiden osuus varastoidusta määrästä, jonka oletetaan suurella varmuudella poistuvan omasta varastosta ketjun seuraavalle jäsenelle. /6/

Suomenkokoisessa maassa on itsestään selvää, että tavaraa ei kannata kuljettaa yhden päivän käyttöä vastaavissa erissä. Tilanne tosin muuttuu välittömästi, mikäli tavaravirtoja tulee tasaamaan useampi yritys ja kuljetukset suunnitellaan kattamaan vähintään kahden yrityksen tarpeet. Teollisuudessa on varsin yleistä, että tuotannon eräkoot on mitoitettu valmistajan tuotantojärjestelmien kannalta sopivan kokoisiksi. Tämä valmistajan sopiva erä koko on usein merkittävästi liian suuri ostajan tarpeeseen verrattuna. Tätä ongelmaa on pyritty ratkaisemaan JIT- (Just In Time) ja Lean -menetelmillä. Valmistus- ja kuljetustaloudellisista syistä syntyviä käyttövarastoja voidaan pienentää myös hyödyntämällä ABC-analyysia ja sitä kautta kehittämällä toimitusrytmiä. /6/

Käyttövaraston lisäksi toinen päätyyppi varastoissa on varmuusvarasto. Varmuusvarastot syntyvät, kun tavaraa tilataan todellista tarveajankohtaa aiemmin tai todellista tarvemäärää enemmän. Tämä johtuu pääsääntöisesti markkinoiden epävarmuuksista ja asiakkaan halusta saada tilaamansa tuote mahdollisimman nopeasti. Yritysten toimintafilosofiaan kuuluu harvoin varmuusvarastojen suosiminen, mutta varmuusvarastoja saattaa syntyä aivan huomaamatta. Tavaratoimitusten saapuessa samaa tavaraa saattaa olla vielä jäljellä varastoissa. /6/

Jos yrityksen varmuusvarastot kasvavat suuriksi, on toimintatapoja syytä tutkia tarkasti. Varastoihin ja etenkin varmuusvarastoihin sidottu pääoma ovat merkki heikosta suunnittelusta, yhteistyön puutteesta ja huonosta logistiikan hoidosta. Varmuusvarastot syntyvät siis epävarmuudesta ja niiden pienentämiseksi täytyy pienentää epävarmuustekijöitä. Epävarmuutta aiheuttaa pääsääntöisesti huono tiedonkulku tai tiedon täydellinen puuttuminen markkinoilta myyjälle. Kun tietoa markkinoiden kulutustarpeista saadaan siirrettyä valmistavalle yritykselle, voidaan valmistusta suunnitella paremmin. Tässä ei saa unohtaa valmistavan yrityksen ali-hankkijoita tai muita toimitusketjun jäseniä, vaan heitä on kaikkia informoitava kulutuksesta, jotta heidän ja valmistavan yrityksen väliset epävarmuustekijät pois-

tuvat. Tämä on avainsana varmuusvarastojen pienentämiseen ja sitä kautta vaihtomaisuuteen sidotun omaisuuden pienentämiseen eli yhteistyöhön. /6/

Käyttövarastoa ja varmuusvarastoa ei teknisesti kannata lähteä erottelemaan toisistaan, vaan erotteleminen onkin syytä tehdä vain ajatusmaailman tasolla. Tällä pyritään estämään tuotteiden ja osien vanheneminen varmuusvaraston puskuriin. Varastointimenetelmiä suunniteltaessa ja varaston seuranta mietittäessä onkin yrityksen kannalta erityisen tärkeää panostaa sellaisiin menetelmiin, jotka mahdollistavat mahdollisimman hyvän varastonkierron. /6/

3.2 Materiaalinhallinta

Materiaalinhallinta on osa yrityksen ja koko toimitusketjun lävistävän logistisen prosessin ohjausta. Materiaalinhallinnan keskeisiä tavoitteita ovat sisäisen ja ulkoisen tehokkuuden lisääminen, mikä käytännössä tarkoittaa läpimenoaikojen nopeuttamista, työn ja pääoman tuottavuuden sekä asiakaslähtöisyyden lisäämistä. Materiaalinhallinta ja ohjaus liittyvät koko yrityksen strategiaan, mutta päätavoite on varastojen pienentämisessä, jotta pääomia saadaan vapautettua muuhun käyttöön. Muita tavoitteita on varmistaa, että materiaalia on tarvittaessa käytettävissä ja että materiaalit ovat laadukkaita ja hankintahinnaltaan edullisia. /6/

Yrityksen tulologiikan ja siihen liittyvän sisäisen logistiikan toimivuudella on suuri merkitys materiaalin hallinnan tavoitteiden täyttymisessä. Ilman toimivaa sisäistä logistiikkaa, olisi materiaalin hallinnan sisäinen tehokkuus huono. Esimerkiksi hidas tai katkonainen materiaalivirta tehtaan sisällä, huonontaa huomattavasti läpimenoaikoja ja sitä kautta työn tehokkuutta.

Materiaalinhallinnan tavoitteet ovat:

- raaka-aineisiin sitoutuneen pääoman pienentäminen
 - varastojen pienentäminen tehokkaan ohjauksen ja materiaalin standardoinnin avulla
- varastointi- ja materiaalinkäsittelykustannusten pienentäminen

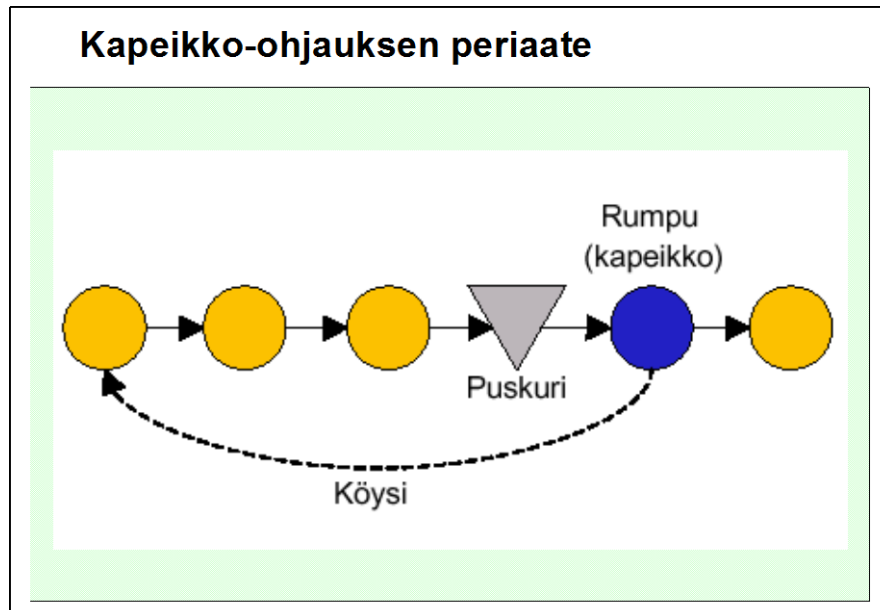
- tilaus-, vastaanotto-, tarkastus-, varastointi- sekä jakelukustannusten minimointi
- korkea palvelutaso
 - taattu materiaalien saatavuus
- puutekustannusten pienentäminen
 - materiaalin puutteen tai tuotannon seisokin aiheuttamien turhi-
en kustannusten välttäminen. /6/

3.3 TOC - tuotannonohjauksen periaate ja kapeikkoajattelu

Ohjauksen päätavoitteina on tukea seuraavien osa-tavoitteiden toteutumista:

- korkea toimitusvarmuus
- lyhyt läpäisy aika
- korkea käyttöaste (erityisesti kapeikossa)
- alhainen sitoutunut vaihto-omaisuus

Ohjausmallin pääperiaate on Kapeikko-ohjaus , josta käytetään myös nimitystä DBR -ohjaus (Drum, Buffer ja Rope) sekä TOC -ohjaus (Theory of Constraints). Kapeikkoajattelun perustana on oletus, että jokaisessa järjestelmässä on yksi tai muutama tekijä, jotka rajoittavat järjestelmää, ja joiden suorituskyky määrittää koko järjestelmän suorituskyvyn. Kapeikko-ohjaus yksinkertaistaa järjestelmän ohjaamisen muutaman kapeikkoresurssin ympärille. /3/

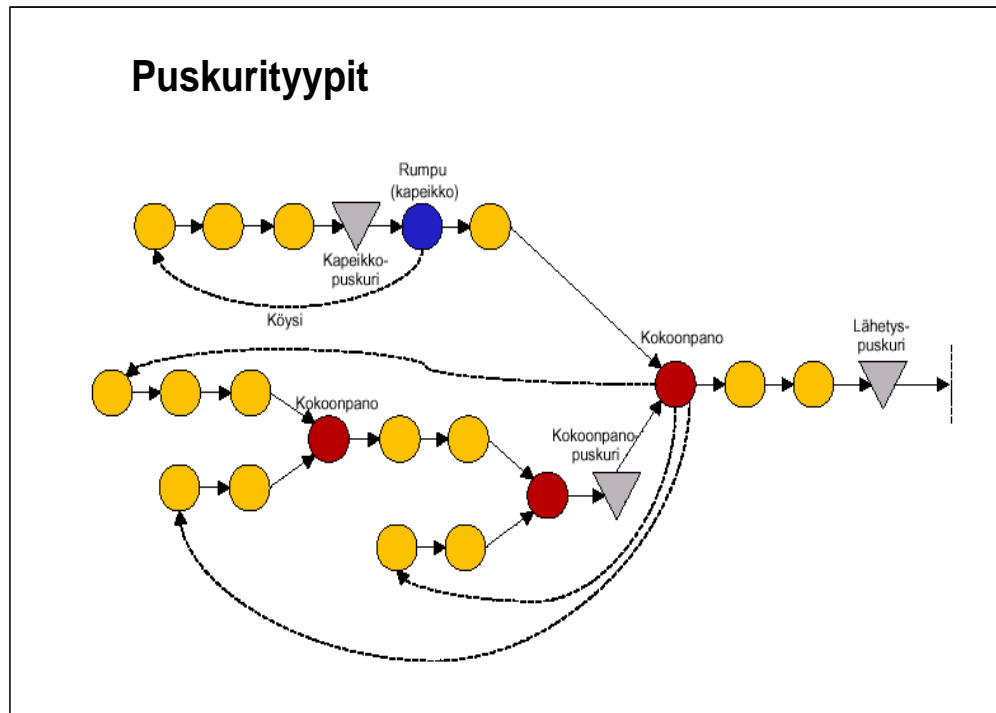


Kuva 4. Kapeikko-ohjaus /3/

Kapeikkoresurssia pyritään hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti, koska kapeikko määrittää järjestelmän kapasiteetin. Kapeikko-ohjauksen, (kuva 4), kulmakivi on valitun kapeikon valmistussuunnitelma, jota kutsutaan myös rummuksi. Rumpu ohjaa muuta tuotantoa, antaen rytmin muulle toiminnalle. Järjestelmässä esiintyviltä häiriöiltä suojaudutaan puskureilla. /3/

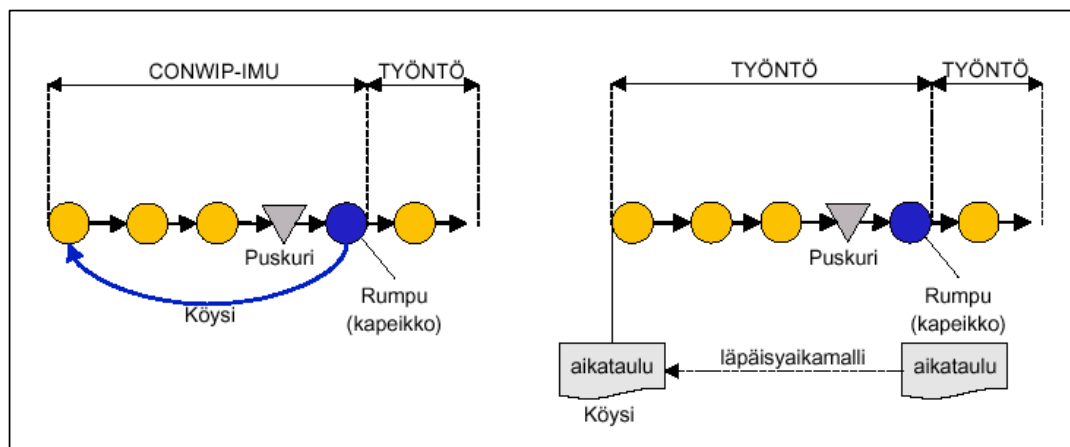
Puskureita on kolme tyyppiä (kuva 5):

1. kapeikkopuskuri, jolla suojataan kapeikon valmistussuunnitelma aiempien vaiheiden häiriöiltä ja vaihteluilta
2. kokoonpanopuskuri, jossa on komponentteja, jotka eivät ole käyneet kapeikkoresurssissa, mutta jotka kokoonpannaan kapeikkokomponenttien kanssa
3. lähetyspuskuri, jolla suojataan toimitusvarmuutta aiempien vaiheiden häiriöiden varalta.



Kuva 5. Kapeikko-ohjauksessa käytettävät eri puskurityypit /3/

Köydellä (kuva 6) tarkoitetaan mekanismia, joka vapauttaa kapeikon tarvitsemat komponentit aiemmissa vaiheissa tuotantoon. Köysi estää sen, ettei töitä vapauteta tuotantoon liian aikaisin. /3/



Kuva 6. Kapeikko-ohjauksessa käytettävä köysi-periaate /3/

Köysi voidaan toteuttaa kahdella vaihtoehtoisella tavalla (kuva 6):

1. lasketaan työn vapautushetki taaksepäin kapeikon tarvehetkestä ajoitusmalleja käyttämällä.
2. vakioidaan ennen kapeikkoa auki olevien töiden määrä. Tällöin kapeikosta valmistuva tuote antaa luvan alkupään valmistukselle vapauttaa materiaalit yhteen uuteen tuotteeseen. Vakioitu töiden määrä saadaan köyden avulla aikaiseksi Conwip -imulla (Constant WIP).

Conwip -tyyppisessä imuohjauksessa on ajatuksena, tuotannonohjauksesta tutun kapeikko-ohjauksen tapaan, välittää kysyntätietoa aikaisemmille portaille. Ongelmaksi muodostuu kuitenkin pitkä viive, jolloin trendi- tai askelmainen muutos kysynnässä johtaa hetkellisesti varastojen kasvuun tai ”ei ole” myyntiin. Kun kuluttajakysyntä on vakio, on Conwip -tyyppinen informaation siirto tehokas vaihteluiden vähentäjä. /3/

Kapeikkoajattelun kehitysprosessi on jatkuvaa ja siinä voidaan erottaa viisi vaihetta:

1. tunnista kapeikko.
2. tehosta kapeikon toimintaa.
3. järjestä muu toiminta tukemaan kapeikkoa.
4. avarra kapeikkoa.
5. jos missä tahansa edellisissä vaiheissa kapeikko saadaan rikottua, palaa ensimmäiseen vaiheeseen. /3/

4 SÄHKÖMOOTTORI, PÄÄKOMONENTIT JA P4-PORTTI

4.1 Yleistä

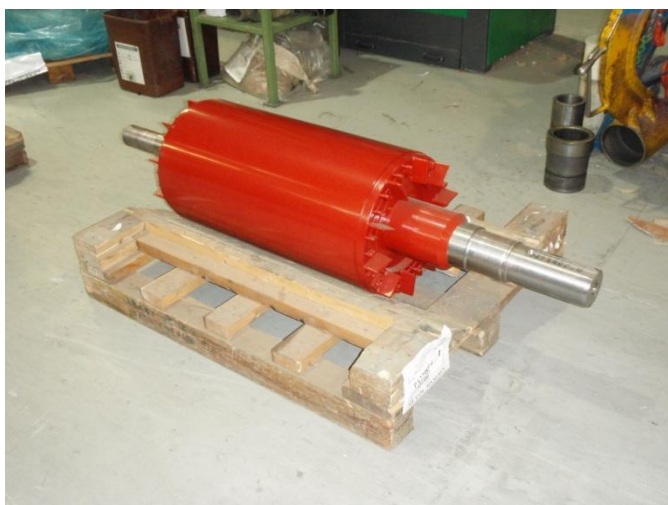
Sähkömoottorin tehtävänä on muuttaa sähköenergia mekaaniseksi energiaksi (moottori) tai mekaaninen energia sähköenergiaksi (generaattori). Yleisimpiä moottorityyppejä ovat tahtikoneet, epätahtikoneet tai tasavirtakoneet. Nimensä mukaan epätahtikone ja tahtikone toimivat vaihtovirralla ja tasavirtakone tasavirralla. Tahtikoneen pyörimisnopeus määräytyy verkon taajuudesta kun taas epätahtikoneissa pyörimisnopeus poikkeaa verkon taajuudesta. Epätahtikone on yksinkertaisin moottorityyppi, koska siinä ei ole oikeastaan muita kuluvia osia kuin laakerit kun taas tahtikoneissa on hiiliharjat tai magnetoitiin liittyviä laitteita. Sähkökoneen tärkeimmät osat ovat runko, roottori, staattori, laakerikilvet ja laakerit. /4/

Staattori (kuva 7) koostuu staattorilevypaketista ja käämityksestä. Käämitys tehdään staattoripaketin uriin. Staattorin käämintätapoja on yksikerros-, kaksikerros-, kaksitaso-, kolmitaso-, risti- ja limikäämityksiä. Staattoripaketti valmistetaan sähkölevyistä, jotka ladotaan oikean pituisiksi nipuiksi ja sidotaan koneella puristuksen jälkeen. /4/



Kuva 7. Käämitty ja hartsattu staattoripaketti

Oikosulkumoottorin roottori (kuva 8) valmistetaan samanlaisista sähkölevyistä kuin staattorilevyt. Näiden tarkoituksena on pienentää pyörrevirtahäviöitä. Roottorikämmityksen alumiinisauvat ja oikosulkurenkaat tehdään painevaluna, mikä on yleisin käämitystapa roottoreissa. Kuparisauvoja käytetään myös oikosulkumoottorin käämityksessä, jolloin kuparisauvat juotetaan oikosulkurenkaisiin. Moottorin ominaisuuksia voidaan muuttaa käämisauvojen lukumäärää ja muotoa muuttamalla. /4/



Kuva 8. Sähkömoottorin roottori (lakattu / maalattu).

Runkovalut tilataan ulkopuolisilta toimittajilta. Motorsilla on muutama kotimainen ja muutama ulkomainen runkovalujen toimittaja. Osa näistä toimittajista pystyy myös itse koneistamaan runkovaluja. Pienimmät staattorirungot ostetaan valmiiksi koneistettuina runkovalutoimittajilta. Pääasiassa isoimpien runkovalujen koneistus tapahtuu Motorsin omassa koneistussolussa. Koneistussolulla on käytössä neljä konetta ja tulossa on yksi uusi kone keväällä 2009. Koneella 120-3 koneistetaan pääasiassa kokoonpanolinjalle MM35. Myös uudella koneella 120-4 tullaan tulevaisuudessa koneistamaan runkovalut MM35 linjalle (kuva 9).



Kuva 9. Sähkömoottorin runko

Laakerikilpivalut tilataan Motorsille myös ulkopuolisilta toimittajilta. Toimittajat ovat osaksi samoja kuin runkovaluillakin. Kotimaiset kilpivalujen toimittajat sijaitsevat kaikki Vaasan lähialueilla. Toinen ulkomaisista toimittajista koneistaa itse laakerikilpivalunsa, jos se nähdään tarpeelliseksi. Laakerikilpivalujen koneistus tapahtuu pääasiassa kolmella kotimaisella ja yhdellä ulkomaisella koneistamolla (kuva 10).



Kuva 10. Laakerikilpi, edestä ja takaa

4.2 Kokoonpanon portti – P4

P4 – porttia kutsutaan myös kokoonpanon portiksi, koska P4 – portin toiminta alkaa ennen kokoonpanolinjalla tapahtuvaa sähkömoottorin kokoonpanoa. P4 - portilla sähkömoottorin valmistuksessa käytettävät pääkomponentit ”pysähtyvät” ensimmäistä kertaa tarkastelua varten. Tarkastelussa todetaan, että kaikki sähkömoottorin kokoonpanossa tarvittavat pääkomponentit ovat kokoonpanolinjan käytössä. Työ vapautuu P4-portilta tuotantoon siinä vaiheessa, kun työlle tarkoitetut pääkomponentit on hyväksytty ja todettu tulleen kokoonpanolinjalle tuotannon käyttöön. Käytännössä pääkomponentit tulevat kokoonpanolinjan hyllyyn ja odottavat muiden pääkomponenttien valmistumista. Kun kaikki pääkomponentit ovat valmistuneet ja tulleet kokoonpanolinjan hyllyyn, P4 – portti vapauttaa työn kokoonpanolinjalle.

4.2.1 Kokoonpanon aloitus

Normaalitilanteissa kokoonpano aloitetaan P4 puskurissa olevista aloituskelpoisten moottorien kokoonpanosta päivämääräjärjestyksessä vanhimmasta valmistuspäivämäärästä alkaen. Vain aloituskelpoisia otetaan työnalle. Poikkeustilanteessa, kun aloituskelpoisia ei ole, siirretään resurssit toiselle. /3/

4.2.2 Porttitarkastelut ja porttipalaverit

Porttitarkastelua tehdään päivittäin, yleensä työnjohtajan toimesta. Erityisesti tarkkaillaan aloituskelpoisten töiden määrää. Työnjohtaja käynnistää välittömiä, korjaavia toimenpiteitä, jos aloituskelpoisten määrä on alittanut/alittamassa tavoitetason. Viikoittaisessa porttitarkastelussa (maanantaipalaveri) puhetta johtaa tuotantopäällikkö, joka myös toimii portin omistajana ja vastaa portin toimivuudesta. Porttipalaveriisiin osallistuvat kokoonpanolinjan työnjohtajat, tarvittaessa ostajat.

Porttitarkastelun tavoitteet:

1. luoda työjono kokoonpanon aloitukselle (lista portin läpäisseistä moottoreista vapautusjärjestyksessä)
2. P4 -puskurin monitorointi
3. tarvittavien korjaustoimenpiteiden määrittely puskurin koon ja rakenteen hallitsemiseksi. /3/

4.2.3 Aloituskelpoisuuden määrittäminen

Aloituskelpoisiksi luetaan moottorit, joille on vastaanotettu, tarkastettu ja hyväksytty runko, käämitty ja hartsattu staattoripaketti, roottori ja laakerikilvet. Moottorikohtaisesti voidaan tarkastella myös muita kriittisiä osia, esimerkiksi liitäntäosia, tuuletinta, tuuletin suojaa, lisälaitteita yms. /3/

Taulukko 1. P4:lla tarkistettavat komponentit. /3/

	MM10 - MM25	MM30 - MM35	MM40 - MM50
staattori	X	X	X *
runko	X	X	X *
roottori	X	X	X *
laakerikilvet	X	X	X *
liitäntäosat			
* CA -koneilla hitsattu runko & staattori			

5 NYKYTILANTEEN KUVAUS JA ONGELMIEN KARTOITUS

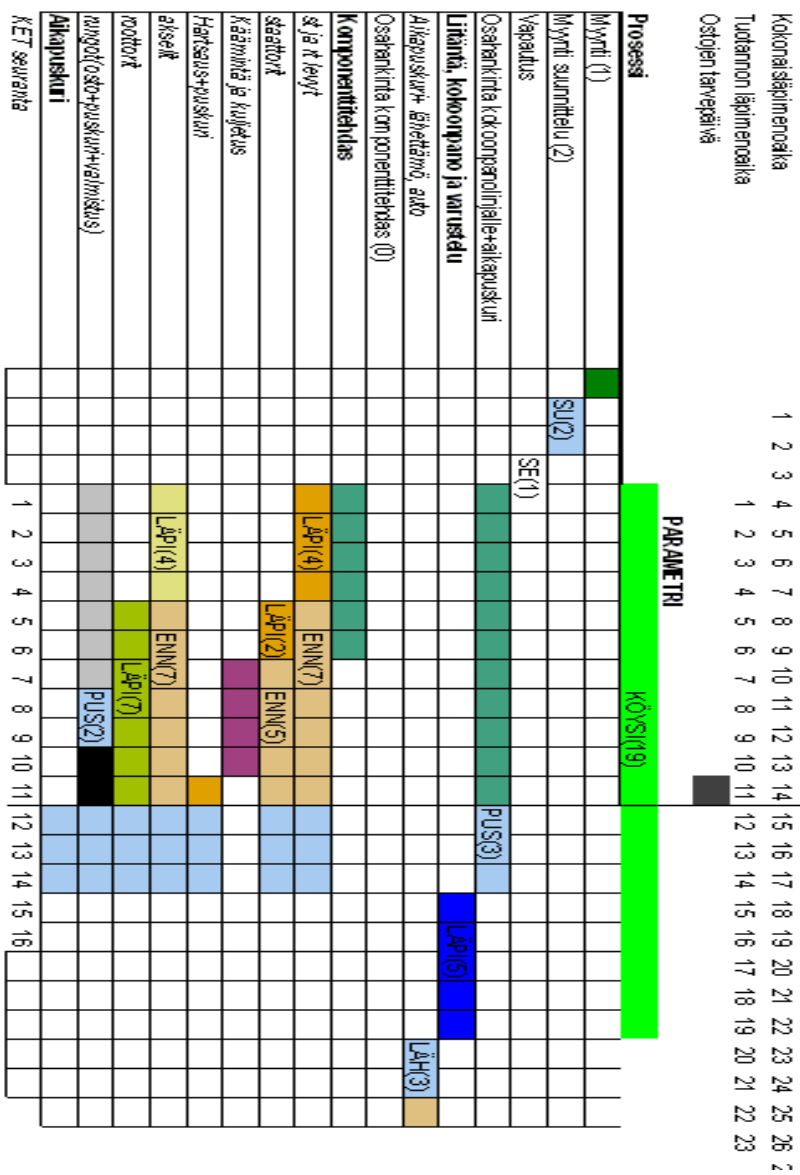
5.1 Ohjaussääntöjä ABB Oy Motorsilla

ABB Oy Motorsilla on käytössään tuotannonohjaukseen selkeät ohjaussäännöt:

- kapeikon paikka on määritetty ja se tarkistetaan määrävälein
- karkeakuormitus kohdistetaan kapeikkoon
- kapeikon edessä on puskuri
- puskurien paikat, koot ja sisältö on määritelty
- priorisointisäännöt on määritelty toimintajärjestelmässä ja niitä noudatetaan
- toimitusten priorisointia voi tehdä ainoastaan toimitustenohjaus ennen kaupan vapautusta tuotantoon. Tuotantoon vapautetut kaupat valmistetaan vapautuksen mukaisessa järjestyksessä.
- ajoitusmalleja pidetään yllä
- ennakkoinneilla ohjataan poikkeavien kapasiteettiviikkojen toimituksia (kesälomat, joulun aika ja talvilomat)
- Freezing Point -mallia käytetään tilausmuutosten hallintaan
- jonojärjestyksestä pidetään kiinni kaikissa prosessien vaiheissa
- toimitusaikaa määritettäessä otetaan huomioon myös:
 - pitkän toimitusajan osat
 - mahdollinen koestus
 - poikkeuksellisen tilaussuunnittelun vaatima aika.
- NOPEA -prosessiin myydään vain prosessiin määriteltyjä moottoreita
- vapautukset tuotantoon tehdään kapeikon läpäisyn mukaan – KET määrä pidetään vakiona. /3/

5.2 Ajoitusmalli

Ajoitusmallin (kuva 11) tarkoitus on määrittää automaattisesti toiminnanohjausjärjestelmässä realistinen toimitusaika erityyppisille moottoreille. Ajoitusmallin lisäksi asiakkaalle luvattuun toimitusaikaan vaikuttavat kuormitustilanne, asiakkaan toimittamat osat ja mahdolliset pitkän toimitusajan osto-osat. Jos tilaussuunnittelu poikkeaa normaalista ajoitusmallista (yli viikko) tilausten käsittelijä päättää tapauskohtaisesti pidennetäänkö sovellussuunnittelun suunnittelu-aikaa tai he ehdottavat tilaussuunnittelun siirtämistä asiakaskohtaisen tuotteen kehitysprosessiin. Tilaus-toimitusprosessin omistaja hyväksyy ajoitusmallien muutokset. Toimitus-tenohjaus vastaa ajoitusmallien ylläpidosta. Tuotetehtaat ja myyntisuunnittelutiimit vastaavat ajoitusmallien seurannasta ja informoivat toimitusten ohjausta, jos havaitsevat tarvetta ajoitusmallien muuttamiseen. /3/



Kuva 11. Sähkömoottorin ajoitusmallin periaatekuva /3/

5.3 Sisäinen logistiikka ABB Oy Motorsilla

Vastaanottoiminnan kehittämiseen ja sisäisten materiaalivirtojen parantamiseen on Motorsilla perustettu sisäisen logistiikan osasto. Sisäisen logistiikan tehtävänä on hoitaa kaikki tuotantorakennuksen sisällä tapahtuva tavaran siirtäminen, aina tavaran vastaanotosta välivaraston hyllyihin tai suoraan tuotantolinjalle. Logistiikan tehtävänä on mahdollistaa tuotannon parissa työskentelevien henkilöiden täysipainoinen sitoutuminen tuottavaan työhön, jotta heidän työaikaansa ei kuluisi tavaroiden etsimiseen ja komponenttien hyllyistä noutamiseen. Sisäisen logistiikan varsinaisiin työtehtäviin ja vastuuseen kuuluvat: vastaanotto, varastosaldojen hallinta, trukkikuljetukset sekä sisäiset ja ulkoiset kuljetukset.

5.4 Pääkomponenttien varastointi kuormalavahyllyissä

Kokoonpanolinjan MM35 kokoonpanoa odottavien pääkomponenttien säilytysaika linjan hyllyissä on pidentynyt viime vuosina huomasti, sillä tuotannosta päivän aikana läpi menevien sähkömoottorien määrä on melkein kaksinkertaistunut viimeisen kolmen vuoden aikana. Näitä pääkomponentteja; roottoreita, runkoja, staattoreita ja laakerikilpiä, varastoidaan kyseisen kokoonpanolinjan ympärillä olevissa kuormalavahyllyissä. Näissä hyllyissä on periaatteessa paljon ylimääräistä tilaa, sillä hyllyissä on tarkoitus varastoida vain noin kolmen päivän tuotannossa tarvittavat komponentit.

Kokoonpanolinjan MM35 kapasiteetti vuonna 2008 oli 155 sähkömoottoria. Tämä tarkoittaa 31 kappaletta / työpäivä eli noin 15 - 16 sähkömoottoria / työvuoro. Ideaalitilanteessa linjan kuormalavahyllyissä tulisi varastoida noin kolmen päivän eli kuuden työvuoron pääkomponentit, noin 93 sähkömoottorin pääkomponentit tulisi aina olla hyllyissä. Ihanneoloissa, ilman suuria ongelmia staattorit ja roottorit tulevat linjalle siten, että niitä on sijoiteltuna kaksi komponenttia / kuormalava, yhteensä noin 94 lavapaikkaa. Runkoja on sijoiteltu aina yksi kappale / kuormalava eli rungoille 93 lavapaikkaa. Nämä kaikki yhteensä on 187 lavapaikkaa. Tämä on vain teoriaa ja hankala toteuttaa käytännössä. Tällä hetkellä rungoille, staattoreille ja roottoreille on varattuna yhteensä noin 360 hyllypaikkaa. Pääkomponenteille varattujen hyllypaikkojen määrä vaihtelee +/- 20 paikkaa johtuen esimerkiksi

kauppakohtaisten laakerikilpien lukumäärästä MM35 linjan kuormalavahyllyissä. Käytännössä ohjaus ei siis toimi, koska hyllypaikat ovat joskus jopa niin täynnä, että lavoja joudutaan jättämään lattioille, hyllyjen eteen, vaikkakin pelivaraa on yli 150 lavapaikkaa ihanneoloihin verrattuna. Toisinaan hyllyt ammottavat tyhjyyttään, kun komponentteja toimittavat linjat eivät pysty niitä, syystä tai toisesta, toimittamaan tarvittavaa määrää ajallaan. Laakerikilville on myös varattuna reilusti hyllytilaa. Laskentahetkellä laakerikilvillä oli käytössä 186 lavapaikkaa. Käytössä olevien lavapaikkojen määrä muuttuu jonkun verran riippuen kauppakohtaisten laakerikilpien määrästä. Kauppakohtaisten laakerikilpien määrää on vaikea ennustaa ja niiden määrä vaihtelee aina kauppakohtaisten töiden määrän mukaan. Arviolta laakerikilpien hyllypaikkojen tarve on 186 ± 20 hyllypaikkaa.

Laakerikilvet on sijoitettu kahdeksaan pienempään hyllyyn MM35 linjan ympärille. Vakiolaakerikilpiä tulee yhdellä lavalla yleensä 4 – 14 kappaletta. Näin suuri ero määrissä lavalla johtuu eri laakerikilpien koosta ja painosta. Poikkeuksen tekevät kauppakohtaiset laakerikilvet, joihin on tehty asiakkaan vaatimia muutoksia. Laakerikilvet tulevat omilla lavoillaan usein yksittäin, koska ne tulevat koneista moista. Tällaiset lavat, joissa on ainoastaan yksi tai kaksi laakerikilpeä, vievät todella paljon tilaa hyllyistä. Toisaalta erikoisporauksilla tai muilla erikoisuuksilla varustettuja laakerikilpiä ei voi sekoittaa toisten laakerikilpien joukkoon (taulukko 2.).

Taulukko 2. Pääkomponenteilla ihanneoloissa käytössä olevat lavapaikat.

	Lavapaikat ihanneoloissa	Laskentahetkellä käytössä olevat lavapaikat
Staattori	47	X
Runko	93	X
Roottori	47	X
Staattori, roottori ja runko yht.	187	360
Laakerikilvet	100 *	186
Kaikki yht.	287	546
* → Laakerikilpimäärien suuri vaihtelu kuormalavoilla ja kauppakohtaisten töiden ennustaminen tuotannossa vaikeuttaa arviointia.		
X → Laskentaa vaikea suorittaa komponenttikohtaisesti, yhteismäärä laskettu.		

5.5 Pääkomponenttien virtaus ja käsittelytavat kokoonpanolinjalla MM35

Runkovalut toimitetaan Motorsille Piccolon varastosta. Motorsin koneistussolun työntekijät tilaavat runkovalut Piccolon välivarastosta koneistussoluun. Piccolo kuljettaa runkovalut 5N ovelle (liite 1). Motorsin sisäinen logistiikka purkaa Piccolon auton ja kuljettaa runkovalut koneistusosastolle. Koneistusosastolla rungot koneistetaan työjonon mukaan. Koneistusosastolla on trukinkuljettaja, joka siirtää koneistetut rungot kokoonpanolinjan hyllyyn. Rungoille on määritelty hyllyt, johon ne tulisi laittaa. Joskus kuitenkin nämä hyllyt ovat täynnä, jolloin trukinkuljettaja varastoi rungot parhaaksi katsomaansa paikkaan. Kokoonpanolinjan MM35 työntekijät siirtävät trukilla koneistetun rungon hyllystä kokoonpanolinjan runkoonpuristajalle. Runko sijoitetaan runkoonpuristimen viereen lattialle odottamaan työjonon mukaista käyttöä yhdessä staattorin kanssa.

Käämityt ja hartsatut staattoripaketit tulevat yleensä 5J oven (liite 1) kautta MM35 linjalle. Piccolo kuljettaa staattorit KK:sta Motorsille. Tässä tapauksessa Motorsin sisäinen logistiikka kuljettaa trukilla staattorit 5J ovelta MM35 linjan hyllyyn asti tai lattialle riippuen siitä pääseekö sisäisen logistiikan trukinkuljettaja trukillaan nostamaan staattoripaketit hyllyyn. Jos staattorilavat jäävät lattialle, MM35 linja

nostaa itse staattorilavat lattialta linjan omalla trukilla hyllyyn. Myös staattorit nostetaan pääsääntöisesti niille varattuihin hyllyihin. Jos hyllyt ovat täynnä muita komponentteja, niin komponentit laitetaan vapaaseen hyllypaikkaan tai lattialle hyllyjen eteen asiasta sen kummemmin enää välittämättä. Kokoonpanolinjan työntekijät siirtävät staattorit hyllystä trukilla runkoonpuristajalle runkopuristimen viereen lattialle odottamaan työjonon mukaista runkoon puristamista yhdessä rungon kanssa. Runkoonpuristaja nostaa rungon ja staattorin lattialta erikseen siltanosturilla runkopuristimeen, jossa runko ja staattori puristetaan yhteen. Rungossa ja staattoripaketissa on puristusovite siten, että staattoripaketti painuu rungon sisälle muodostaen yhdessä rungon kanssa todella tiiviin ”paketin”. Tämän vaiheen jälkeen runkoonpuristaja nostaa yhteen puristetun paketin siltanosturilla, joko suoraan liittäjien pöydille liitettäväksi tai liittäjien pöytien viereen lattialle odottamaan liittämistä.

Roottorit valmistetaan Motorsin komponenttitehtaassa roottorien valmistussolussa. Valimon trukinkuljettaja siirtää valmiit roottorit trukilla roottorien valmistussolusta kokoonpanolinjan hyllyihin samalla periaatteella kuin edellä mainitut staattorit ja rungot. Kokoonpanolinjan työntekijät siirtävät trukilla roottorit kokoonpanolinjan hyllyistä kokoonpanon laakeripuristimen ja kokoonpanoradan eteen lattialle odottamaan kokoonpanoa. Kokoonpanijoiden työ tapahtuu kokoonpanoon varatulla rullaradalla. Kun liittäjät saavat staattorin liitettyä, se siirretään siltanosturilla kokoonpanolinjan alkupäähän kokoonpanijoille. Liitetyn staattorin nostamista lattialle ennen kokoonpanon aloitusta pyritään välttämään. Kokoonpanijat siirtävät hyllystä tuodun, kuljetuslavalla olevan roottorin, siltanosturia ja roottorin nostoapuvälinettä apuna käyttäen kokoonpanoradalla olevan staattorin sisään. Roottori asennetaan staattorin D-päästä.

Kun roottori on asennettu staattoriin sisälle, kokoonpanijat tarvitsevat seuraavaksi laakeripohjia, laakereita ja laakerikilpiä. Vakiolaakerikilvet tulevat taloon sisälle 5C ovesta (liite 1). Laakerikilvet tulevat Piccolon varastosta MM35 linjan työntekijöiden tilauksesta. Kokoonpanolinjan työntekijät siirtävät trukilla laakerikilvet 5C ovelta kokoonpanolinjan hyllyihin. Vakiolaakerikilville on merkitty tietyn la-

jimerkin mukaan hyllypaikkoja useampaankin hyllyryhmään. Näistä hyllyistä laakerikilpiä haetaan aina trukilla kun kyseisiä laakerikilpiä tarvitaan kokoonpanossa. Kauppakohtaiset laakerikilvet tulevat 5N ovelta vastaanottoon. Laatuosaston tarkastuksen jälkeen sisäinen logistiikka tuo ne MM35 linjan läheisyyteen ja linjan työntekijät nostavat ne omatoimisesti hyllyyn. Kauppakohtaisille kilville ei ole määritettynä vakiopaikkaa. Kilpiä laitetaan samoihin hyllyihin muiden laakerikilpien kanssa aina sinne missä tilaa sattuu olemaan.

Laakerikilvet laitetaan sähkömoottorin molempiin päihin, D- ja N-päähän. Molemmissa päissä käytetään eri valumuoteilla tehtyjä ja erilaisiksi koneistettuja laakerikilpiä, joten niitä asennettaessa ne eivät saa mennä keskenään sekaisin missään vaiheessa. Toisinaan eri pään laakerikilvissä on niin pieniä eroja, että niiden eroa on vaikea huomata. MM35 linjalla, D-päässä, laakerikilvet käsitellään keventintä tai siltanosturia apuna käyttäen. Laakerikilpien käsittely sujuu nopeimmin ja helpoimmin, kun ne saadaan nostettua suoraan hyllystä vedetyistä vetolaahtikoista keventimellä staattorin rungon koneistettuun ohjausolakkeeseen ja kiinnitetään staattorirunkoon ruuveilla. Nämä laakerikilvet ovat pääasiassa 35-vakiolaakerikilpiä. Siltanosturia käytetään vain siinä tapauksessa, että laakerikilpiä ei ole keventimen nostoetäisyydellä. Tällaisia laakerikilpiä ovat kaikki 40-laakerikilvet, kaikki laippakilvet sekä räjähdysvaarallisten tilojen ns. ”pommikoneiden” laakerikilvet. Siltanosturilla voidaan nostaa laakerikilpiä kauempaa kuin keventimellä, mutta nosturillakin vain tietyn alueen sisällä. Jos kokoonpanossa tarvitaan laakerikilpeä, joka ei ole keventimen tai siltanosturin nostoetäisyydessä, kokoonpanija hakee kilven trukilla tai pinoamisvaunulla hyllystä kokoonpanoradan edustalle, josta se nostetaan keventimellä tai siltanosturilla asennusta varten. Lavalle jääneet laakerikilvet nostetaan tämän jälkeen takaisin hyllyyn, ellei niille ole välittömästi käyttöä. N-päässä toimitaan samalla tavalla kuin D-päässä, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. N-päässä keventimen nostoetäisyys on laajempi kuin D-päässä. N-päässä siltanosturin käyttö on vähäisempää, toki käyttö tulee silloin tarpeelliseksi, kun lattialla on paljon tavaraa kuten hyllyistä tuotuja roottoreita, jolloin laakerikilpilavoja ei saada tarpeeksi lähelle keventintä. Käytännössä laakerikilpiä asetetaan kokoonpanoradan edustalle siten, että N-pään laa-

kerikilvet ovat etualalla, jotta keventimestä saadaan mahdollisimman paljon hyötyä. D-päässä keventimen sijasta käytetään silloin siltanosturia, koska laakerilavoja ei saada enää mahtumaan niin lähelle, että keventimellä voitaisiin työskennellä. Tämä tehdään tällä tavoin siksi, että N-päästä saadaan parempi hyöty nopeamman käytön ja pitemmän työskentelysäteen omaavalle keventimelle.

Lopuksi, kun kaikki pääkomponentit on asennettu kokoonpanossa sähkömoottoriin ja laakerit puristettu laakeripuristimella, sähkömoottori siirretään rullarataa pitkin koestukseen. Siellä kokoonpanolinjalta valmistunut sähkömoottori koestetaan. Koestuksessa siitä mitataan mm. tyhjäkäyntivirta, eristysvastus, tärinät ja toistoalto ja laitetaan jälleen rullarataa pitkin maalauksen. Maalari maalaa koneen ilmassa siltanosturin varassa ja siirtää sen maalauksen jälkeen rullarataa pitkin maalauksen uuniin kuivumaan. Kuivausuunista se siirtyy rullarataa pitkin loppukokoonpanoon, jossa siihen asennetaan vielä tarvittavat komponentit, joita ei voi ennen maalausta kiinnittää. Sähkömoottorin valmistuttua loppukokoonpanosta se kiinnitetään juuri tälle sähkömoottorille tarkoitetulle puualustalle ja lähetään alueen sisäisen kuljetuksen mukana KK -rakennuksessa sijaitsevaan lähettämöön. Lähettämöstä valmiit sähkömoottorit lähetetään asiakkaille ympäri maailman.

5.6 Kokoonpanolinjan MM35 varastoinnin ongelmakohtia tänä päivänä

Kokoonpanolinjalla ei ole tällä hetkellä merkittäviä hyllypaikkoja pääkomponenteille muuta kuin vakiolaakerikilville, osittain. Tämä aiheuttaa paljon ongelmia, koska komponenteille ei ole määrätty selkeää hyllypaikkaa jossa niitä tulisi kokoonpanolinjalla säilyttää. Merkittyjen hyllypaikkojen puute hankaloittaa sisäisen logistiikan toimintaa. Sisäinen logistiikka vastaanottaa esimerkiksi kokoonpanolinjalle MM35 tulevan komponentin ja kuljettaa sen tämän jälkeen kokoonpanolinjalle. Sisäisen logistiikan trukinkuljettaja asettaa komponentin parhaaksi katsomaansa paikkaan, joko linjan hyllyihin tai kokoonpanolinjan läheisyyteen. Ongelmaksi koituu se, että sisäisen logistiikan vastuu loppuu tässä vaiheessa. Kaikille on riittänyt se, että sisäinen logistiikka on vain kuljettanut komponentin kokoonpanolinjalle. Tästä aiheutuu se, että kokoonpanolinjan työntekijät eivät tiedä missä kokoonpanolinjan hyllyssä kulloinkin tarvittava komponentti sijaitsee.

Sen vuoksi pääkomponenttien etsimiseen kuluu linjalla paljon aikaa, kun ei tiedetä, mistä päin kulloinkin kokoonpanossa tarvittavaa pääkomponenttia lähdetään etsimään ja hakemaan tuotannon käyttöön. Tässä vaiheessa on otettava huomioon myös inhimilliset virheet ja erehdykset, joita tulee kun työntekijät etsivät komponentteja hyllyistä. Laskentahetkellä runkoja oli neljässä, roottoreita kolmessa ja staattoreita kahdessa eri hyllyssä. Laakerikilpiä on sijoitettu ympäri kokoonpanolinjan eri hyllyihin sinne missä tilaa sattuu olemaan. Näin ollen niitä löytyi peräti kahdeksasta hyllystä. Toisin sanoen, jokaista pääkomponenttia pitää etsikellä aina useammasta kuin yhdestä hyllystä. Tämä ei voi olla vaikuttamatta linjan tehokkuuteen.

Kokoonpanolinjalla työntekijät seuraavat itse tietokoneelta mikä työ otetaan seuraavaksi kokoonpanolinjalla valmistettavaksi. Työ otetaan jonojärjestyksessä valmistuspäivän mukaan. Moottorin kokoonpano alkaa kuitenkin vain siinä tapauksessa, että kaikki pääkomponentit ovat tehtyinä ja löytyvät kokoonpanolinjan käyttöä varten. Eli työtä tai kauppaa ei aloiteta valmistamaan tuotannossa, jos jokin neljästä pääkomponentista kyseiseltä työltä tai kaupalta puuttuu ja on saapumatta kokoonpanolinjalle. Käytännössä tämä menee siten, että jos seuraavana työjonossa olevalle työlle ei löydy, esimerkiksi staattoria, niin tällöin tälle työlle kuuluneet pääkomponentit: laakerikilvet, runko ja roottori sekä muut pienemmät komponentit jäävät hyllyyn odottamaan puuttuvaa pääkomponenttia ja tässä tapauksessa staattoria. Mitä kauemmin kyseistä staattoria joudutaan odottamaan sitä kauemmin pääkomponentit ja muut komponentit vievät tilaa ja ruuhkauttavat linjan komponenttien säilytystä. Vaikeimmat tilanteet tulevat silloin, jos jonkin pääkomponentteja tuottavan linjan tuotanto keskeytyy, vaikka vain päiväksi kokonaan MM35 kokoonpanolinjalle. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi konerikot tai komponenttitehtaan materiaalipuutteet, joiden takia tuotantoa ei saada muutaman seuraavan päivän aikana jatkumaan, esimerkiksi, jos roottorien valmistus pysähtyi lähes kokonaan ja sieltä ei valmistu roottoreita juuri lainkaan MM35 linjalle. Tällöin hyllyihin kertyy runkoja, staattoreita ja mahdollisesti kaupille tulevia eri-koislaakerikilpiä. Näitä voidaan käyttää ennen kuin kyseisille töille saadaan roottorit valmistettua. Jokainen komponentteja valmistava osasto yrittää pysyä aikataulussa

omassa tuotannossaan. Näin ollen linjat valmistavat komponenttejaan, eivätkä reagoi ratkaisevasti tähän toisen linjan tuotannossa olevaan ongelmaan. Edelliseen esimerkkiin viitaten, mitä kauemmin roottorien valmistus on pysähdyksissä sitä pahemmin MM35 linjan muiden komponenttien säilytys vaikuttaa linjan sujuvaan toimintaan. Juuri tällaisista tapauksista johtuen kuormalavahyllyt täyttyvät, komponentit eivät mahdu niille varattuihin hyllyihin ja jäävät siksi lattialle.

Lattialle jäävät komponenttilavat aiheuttavat paljon ylimääräistä työtä ja vievät turhaan aikaa kun niitä joudutaan siirtelemään paikasta toiseen, ne ovat aina josain päin tehdasta jonkun toisen tiellä. Ne ovat myös työturvallisuusriski. Lisäksi komponenteilla on paljon suurempi todennäköisyys vioittua kuin jos ne olisivat säilytyksen kannalta turvallisesti kuormalavahyllyissä. Kokoonpanolinjalla on varattuna keskeneräisille moottoreille pieni alue, jonne mahtuvat yksittäiskappaleet.

MM35-linjan kokoonpanossa suurimmat ongelmat aiheutuvat pääkomponenteista, kun näiden kappalemäärät hyllyissä ovat suuria, mutta aloitettavien töiden määrä tuotannon puolella on vähäinen. Ongelmana on se, että pääkomponentit eivät ns. kohtaa tosiaan eli pääkomponentteja puuttuu ristiin. Esimerkiksi roottoreita voi olla 200, runkoja 175 ja staattoreita 125 ja kuitenkin niistä saadaan vain 50 sellaista aloituskelpoista työtä, joille on kaikki pääkomponentit laakerikilpiä myöten. Tällöin pääkomponentteja kertyy hyllyyn, eikä niitä päästä käyttämään sieltä. Tämä ruuhkauttaa hyllyjä pahoin. Pääkomponentteja toimittavat linjat tekevät työnsä eri järjestyksessä. Suurimmat vaikeudet tässä tulevat silloin, kun valmistettavaan pääkomponenttiin joudutaan tekemään tavallisuudesta poikkeavia muutoksia tai muuta sellaista, joka hankaloittaa ja viivästyttää kyseisen pääkomponentin aloitusta.

Käytännössä erikoisuuksia vaativat pääkomponentit valmistetaan lähes aina myöhässä. Usein nämä erikoisuudet, toki erikoisuudesta ja pääkomponentista riippuen, vievät usein paljon tehokasta valmistusaikaa ns. helpoilta tai tavallisilta, melkein jopa sarjavalmistuksena valmistettavilta komponenteilta. Työjonon noudattaminen ei tule tuotannon toiminnan kannalta kovinkaan hyödylliseksi. Tämä tarkoittaa,

esimerkiksi roottoria valmistettaessa sitä, että kesken kaiken ei ruveta vaihtamaan valukoneen asetusta toiselle roottorityypille, koska sen vaihtamiseen kuluu niin paljon aikaa yhdestä työvuorosta. Roottoreilla on tietty jonojärjestys, josta poimitaan työn alle sellaiset roottorityypit, jotka valukoneeseen asennetulla asetuksilla ja muotilla voidaan valmistaa.

Tuotantoa odottavien pääkomponenttien säilytystä kokoonpanolinjan kuormalavahyllyissä ruuhkauttaa turhaan vakiorunkojen suuri määrä. Suurin vaikuttava syy tähän vakiorunkojen liialliseen määrään on se, että koneistusosasto koneistaa kaikki rungot työnumerolla, kun taas MM35:lla vakiorungot ovat ns. vakiotavaranahyllyissä. Vakiorunkojen suureen määrään vaikuttaa myös se, että näitä vakiorunkoja valmistetaan noin viikon puskurilla. Tämä tarkoittaa noin sataa varastoitavaa runkoa MM35 linjan kohdalla. Tärkein syy tähän on jonkin koneen rikkoutuminen, koska yleensä koneen korjaus kestää noin viikon. Rungot vievät hyllyissä paljon tilaa, koska niitä ei voi pakata kuin yksi kappale / kuormalava. Hyllyissä orsivälit joudutaan pitämään suurina runkojen suuren koon vuoksi. Myös runkojen kertyminen hyllyyn on ongelma, varsinkin silloin, kun niitä on hyllyissä paljon ja tila vähissä. Runkoja pääsee kertymään hyllyihin mm. silloin, kun kauppoja perutaan ja näin ollen rungot jäävät tavallaan käyttämättöminä hyllyyn. Kukaan ei toisin sanoen tule huolehtimaan asiasta, jos runko on tehty koneistuksesta ja tuotu kokoonpanolinjan hyllyyn asti ennen kuin kauppa tullaan perumaan. Tämä asia on lähes sama myös muiden komponenttien kohdalla. Yksikin turha runko vie kuitenkin aina yhden lavapaikan käytössä olevista kuormalavahyllyistä. Kuormalavat, joilla runkoja kuljetetaan ja säilytetään hyllyissä, ovat toisinaan todella huonokuntoisia. Nämä huonot ja rikkinäiset lavat aiheuttavat vaaratilanteita, ovat turvallisuusriski ja hidastavat työskentelyä.

Myös kauppakohtaiset laakerikilvet vievät linjan hyllyistä paljon tilaa. Kauppakohtaiset laakerikilvet tulevat usein vain yhden tai kahden kappaleen lavoilla. Näitä lavoja on myös hankala yhdistää keskenään, koska kauppakohtaisissa laakerikilvissä on paljon eroja. Näin ollen kilpiä ei voida laittaa samoille lavoille.

Staattoripaketit, jotka kuljetetaan KK -rakennuksesta käämittyinä ja hartsattuna, tulevat MM -rakennuksen kokoonpanolinjalle usein väärässä järjestyksessä. Tämä aiheuttaa turhaa varastointia linjalla, sillä hyllyihin saattaa kertyä paljon sellaisia staattoreita, joille ei ole tullut tai ei ole muutamaankin päivään vielä tulossakaan muita pääkomponentteja. Staattoripakettien säilytys KK -rakennuksessa on rajallista, mutta tähän vaikuttavin seikka on kuitenkin työjärjestys, jossa staattoreita valmistetaan. Toisin sanoen staattorit eivät aina valmistu syystä tai toisesta oikeassa järjestyksessä.

Roottorien valmistuksessa on paljon pieniä ongelmia, jotka aiheuttavat sekaannuksia. Kuten kokoonpanotehtaan niin myös komponenttitehtaan puolella on suuria tilaongelmia tuotantoa odottavien komponenttien säilytyksessä. Komponenttien säilytys hyllyissä on jossain määrin epämääräistä. Tästä johtuen mm. roottorien valmistus kärsii tästä, koska roottorisolun työntekijät joutuvat etsimään tarvitsemiaan komponentteja ympäri tehdasta. Roottorisolun työntekijät siirtävät valmistuneet roottorit trukilla komponenttitehtaalta kokoonpanotehtaan puolelle. Ongelmaksi on osoittautunut se, että trukinkuljettajat eivät aina tiedä minne valmiit roottorit tulisi laittaa, koska roottoreille ei ole merkittynä selkeitä paikkoja hyllyihin. Tilanne korostuu etenkin silloin, kun hyllyissä on paljon komponentteja ja tilaa todella vähän. Tämä saa paljon sekaannuksia aikaan aiheuttaen mm. roottorien jättämistä lattialle tai jopa kulkeutumista kauas roottoria tuotannossaan käyttävästä linjasta. Tämä aiheuttaa sen, että roottorin etsimiseen kuluu huomattavan paljon enemmän aikaa. Jokainen kokoonpanolinja vaatii omanlaisensa pakkausohjeen roottoreille. Tämä johtuu siitä, että kokoonpanolinjoilla on erilainen komponenttien varastointimenetelmä. Esimerkiksi MM30 linjalla on Camline – automaattikorkeavarasto roottoreille ja muille komponenteille kun taas MM35 linjalla on vain manuaaliset kuormalavahyllyt. Nämä erilaiset pakkausohjeet aiheuttavat paljon sekaannuksia ja inhimillisiä virheitä roottorien kuljetuksissa eri linjoille. Esimerkiksi, jos roottoriin merkitään väärän linjan pakkausohje, kyseinen roottori kulkeutuu sille linjalle jolle pakkausohje on tarkoitettu, esimerkiksi, jos MM35 linjan roottori menee MM30 linjalle. Näin tapahtuessa roottori ”hukkuu” MM30 linjan Camline – korkeavarastoon. MM35 linjalla roottoria etsitään ympäri tehdas-

ta, koska tietokoneohjelma osoittaa, että roottori on tehty. Roottori löytyy silloin kun joku keksii ryhtyä etsimään sitä MM30 linjan Camline – varastosta. Tällainen etsiminen vie todella paljon tehokasta tuotantoaika ja turhauttaa työntekijöitä sekä työnjohtajia. Aikaa etsimiseen saattaa kulua tunteja tai jopa päiviä. Tämä hidastaa kyseisen sähkömoottorin valmistusta ja pahimmassa tapauksessa aiheuttaa sähkömoottorin myöhästyneen toimituksen asiakkaalle. Lisäksi maalattavat roottorit aiheuttavat joskus sekaannuksia ja turhia myöhästelyjä, koska roottorien maalaus on merkittävä työkortteihin toisinaan todella huonosti ja epäselvästi. Jos roottorille ei ole tehty sille erikseen vaadittua kosteussuojalakkausta ja se huomataan vasta linjalla kokoonpanovaiheessa, aiheuttaa se turhaa ja ylimääräistä työtä, koska maalauksen vaativa roottori lähetetään maalattavaksi komponenttitehtaalle. Tästä johtuen tuotannon työskentely hidastuu, sähkömoottorin valmistuminen ja asiakkaalle toimitus viivästyy ja turhat kustannukset lisääntyvät.

Sähkömoottoreiden myöhästymisen vaikutus Motorsilla tapahtuvaan kokoonpanolinjatyöhön ja varastointiin on sinänsä merkityksetön. Sähkömoottoreita valmistetaan kokoonpanolinjalla, olivat moottorit myöhässä tai ei. Se, mihin sähkömoottoreiden myöhästyneet toimitukset vaikuttavaa loppukädessä, on sähkömoottoreita ostavat asiakkaat. Sillä myöhästyneestä toimituksesta kärsii loppujen lopuksi vain moottorin ostanut asiakas. Asiakas ei voi olla tyytyväinen, jos moottori luvataan kahdeksan viikon päästä, mutta se tulee vasta 12 viikon päästä. Tämä ei voi olla vaikuttamatta asiakassuhteisiin ja mahdollisesti tulevaisuudessa asiakkaiden uusiin moottoritilauksiin. Usein tällaisissa tapauksissa asiakas valitsee moottorin valmistajan, joka toimittaa asiakkaan tilaaman moottorin ajallaan. Tästä syystä myöhästyneisiin toimituksiin johtaneita syitä tulisi pyrkiä estämään ja saada toimitukset asiakkaille sovittuna aikana.

6 EHDOTUKSIA VARASTOINNIN KEHITTÄMISEEN

6.1 Pääkomponenttien hyllypaikat

Tuotantoa odottavien komponenttien säilytystä MM35 kokoonpanolinjan kuormalavahyllyissä vaikeuttaa huomattavasti näissä hyllyissä olevien komponenttien epäjärjestys. Sen vuoksi kuormalavahyllyihin tulisi tehdä selkeät ohjeet siitä mitä komponentteja tullaan tulevaisuudessa säilyttämään kussakin hyllyryhmässä.

Esimerkiksi roottoreille ja staattoripaketeille voitaisiin tehdä selkeä jaottelu, jolla helpotetaan oikean komponenttien etsimistä ja löytymistä hyllyistä. Esimerkiksi kokoluokat 35, 40 ja ”pitkät” roottorit ja staattorit jaoteltaisiin erikseen hyllyihin. Yksinkertaisuudessaan tämä tarkoittaisi sitä, että tietylle hyllyn kohdalle laitettaisiin vain kokoluokan 35 roottorit, toiseen kohtaan kokoluokan 40 roottorit ja niin edelleen. Tämä sama voitaisiin toistaa ainakin käämityille ja hartsatuille staattoripaketeille. Tällä tavoin aina, kun komponenttia lähdetään hakemaan hyllyistä, tiedetään jo etukäteen mistä kohdasta hyllyä tarvittavan kokoluokan pääkomponentti löytyy.

Tällä yksinkertaisella jaottelulla saadaan säästettyä aikaa tuottavaan käyttöön. Komponentit löytyvät helpommin ja nopeammin, koska komponentteja ei tarvitse enää etsiä niin laajalta alueelta kuin ennen. Lisäksi säästytään turhautumisilta, kun kuormalavahyllyissä komponentit ovat tietyssä järjestyksessä ja nopeammin haettavissa ja löydettävissä.

6.2 Vakiolaakerikilvet

Vakiolaakerikilvet tulevat tällä hetkellä kokoonpanolinjan MM35 omasta tilauksesta Piccolon välivarastosta Motorsille. Tämä, työntekijöiden puolesta tehtävä tilaus, voitaisiin tulevaisuudessa muuttaa mahdollisesti täyspainotteisesti hyllypalveluksi. Hyllypalvelua hoitaisi Piccolo. Hyllypalvelu vaatisi myös vakiolaakerikilpien hyllypaikkojen merkitsemisen hyllyihin. Tällä hetkellä hyllyissä on jo osittain merkintöjä joillekin laakerikilville. Merkinnät ovat kuitenkin aika epäjär-

jestelmällisiä. Nyt olisi tarkoitus merkitä vakiolaakerikilville selkeät paikat siististi ja järkevästi hyllyihin. Kokoonpanolinjan työntekijöiden tehtäväksi jää vain arvioida montako paikkaa kullekin vakiolaakerikilpityypille tulee varata hyllyistä.

Piccolon työntekijät, jotka jo osaltaan hoitavat hyllypalveluja Motorsilla, tarkastaisivat tässä tapauksessa nämä vakiolaakerikilpien hyllypaikat vähintään 3 – 4 kertaa viikossa, mutta mieluummin kuitenkin päivittäin. Tiheä tarkasteluväli takaisi sen, että laakerikilvet eivät pääsisi loppumaan kokoonpanolinjalta ja laakerikilpien varastointi kokoonpanolinjalla pystyttäisiin pitämään minimissä. Tätä kautta saadaan hyllyihin lisää tilaa. Piccolo täydentää hyllyjä sitä mukaa kun laakerikilpiä loppuu.

Vakiolaakerikilpien hyllypalvelu vähentäisi ylimääräisiä laakerikilpilavoja kokoonpanolinjan hyllyissä ja näin helpottaisi varastointia linjalla. Jokaista vakio-laakerityyppiä tulisi kuitenkin säilyttää hyllyissä useampi kuin yksi lava laakerikilpiä, sillä laakerikilpilavan loputtua, ei saataisi uutta lavaa välittömästi tilalle, vaikka tuotanto sitä vaatisikin. Piccolon hyllypalvelu toimittaa laakerikilpilavan kokoonpanolinjan hyllyyn, mutta vain siinä tapauksessa, kun jokin laakerikilpityyppi on loppunut. Hyllypalveluun kuuluvia laakerikilpiä ei tarvitse enää tilata linjalle useita lavoja kerralla. Hyllypalvelu takaa sen, että vakiolaakerikilpiä ei tarvitse pitää kokoonpanolinjalla niin monta lavallista vaan voidaan luottaa siihen, että laakerikilpilavan loputtua tilalle tulee uusi laakerikilpilava ennen kuin laakerikilvet kokonaan loppuvat kokoonpanolinjalta MM35.

Hyllyjen tarkastelua voisi mahdollisesti helpottaa jonkinlainen reaaliaikainen valvonta, esimerkiksi web-kameran tai vastaavan menetelmän avulla. Web-kameralla kuvattaisiin MM35 kuormalavahyllyjä. Hyllyjen valvonta tapahtuisi Piccolosta. Kun se havaitsee kamerasäilytyksellä hyllystä laakerikilpien loppuneen tai vähentyneen oleellisesti, se kuljettaa uuden laakerikilpilavan kokoonpanolinjan hyllyyn sille varatulle paikalle.

6.3 Kauppakohtaiset komponentit

Tällä hetkellä tuotantoa odottavien kauppakohtaisten komponenttien säilytys linjalla on epäjärjestelmällistä. Kokoonpanolinjan työntekijät ovat sijoitelleet kauppakohtaiset komponentit kokoonpanolinjan hyllyihin parhaaksi katsomiinsa paikkoihin. Näin ollen kauppakohtaiset komponentit ovat useassa eri hyllyssä kokoonpanolinjalla. Tuotannon työskentelyä helpottaisi huomattavasti kauppakohtaisten komponenttien sijoittaminen yhteen niille määritettyyn hyllyyn. Tällä tavoin työntekijät tietäisivät välittömästi kauppakohtaisten osien sijainnin kun näitä osia tarvitaan tuotannossa.

Kauppakohtaisille komponenteille tarkoitettu hylly voitaisiin jakaa vielä jokaiselle eri komponentille erikseen. Jaottelu voisi tapahtua kahteen osaan, esimerkiksi kauppakohtaisiin pääkomponentteihin ja muihin kauppakohtaisiin pienempiin komponentteihin. Pääkomponentitkin olisi mahdollista jakaa omiin osiinsa, jos se nähdään tarpeelliseksi.

6.4 Setittäjä kokoonpanolinjalle MM35

Kokoonpanolinjalla MM35 on paljon tuotannon ohessa tehtävää työtä manuaalisen varastoinnin ja suurien komponenttimäärien vuoksi. Setittäjä olisi hyvä ratkaisu, koska se on MM35 linjalla tarpeellinen. Setittäjän tehtäviin kuuluisi kokoonpanolinjan hyllyjen järjestyksen ylläpitäminen, komponenttien hakeminen, etsiminen ja kuljettaminen kokoonpanolinjan hyllyistä linjalle tuotannon käyttöä varten ja varastoinnissa sekä tuotannossa ilmenevien ongelmakohtien selvittäminen, ennen kuin ongelmat tulevat vaikuttamaan ratkaisevasti kokoonpanolinjan toimintaan negatiivisesti. Lisäksi sama setittäjä voisi toimia myös kokoonpanolinjalla MM30. Linjoilla voisi toimia yhteinen setittäjä, joka hoitaisi molempien kokoonpanolinjojen komponenttien varastointiin liittyviä asioita. Linjat ovat fyysisesti lähekkäin ja kokoonpanossa käytettävät komponentit hyvin samantapaisia, joten työskentely molempien linjojen kanssa olisi mahdollista.

Kauppakohtaisille komponenteille luodun alueen hoitaminen ja järjestäminen voitaisiin antaa setittäjän vastuulle. Tällaisen hyllyn järjestyksessä pitämiseen kuluu

paljon aikaa ja siksi tämä vaatisi käytännössä työntekijän, joka toimisi vain näiden logististen asioiden parissa.

Nykyisellään MM35 hyllyihin jää komponentteja, joita ei syystä tai toisesta oteta tuotannon käyttöön. Tämä johtuu siitä, että hyllyyn jäävien komponenttien poistamisesta kokoonpanolinjan hyllyistä ei tällä hetkellä kukaan huolehdi kunnolla. Esimerkiksi kaupan peruuntuminen aiheuttaa linjalla paljon ongelmia. Kaupan peruuntuessa kaupalle kuuluvat komponentit jäävät hyllyyn ilman, että näiden komponenttien jatkotoimenpiteistä kukaan enää välittäisi. Hyllyyn jäävät, peruttujen kauppojen komponentit, hankaloittavat ja ruuhkauttavat kokoonpanolinjan varastointia turhaan. Näiden ylimääräisten ja väärin komponenttien poistamiseen hyllyistä tarvitaan oma henkilö kokoonpanolinjalle. Esimerkiksi settittäjä voisi tulevaisuudessa huolehtia ylimääräisten komponenttien poistamisesta hyllyistä.

6.5 Vakiorunkojen puskuri

Vakiorunkoja on MM35 hyllyissä paljon. Koneistusosasto valmistaa runkoja noin viikon puskurilla. Tämä tarkoittaa noin sadan rungon säilytystä kokoonpanolinjan hyllyissä. Kuitenkin vakiorunkojen liiallinen kappalemäärä hyllyissä ruuhkauttaa ja hankaloittaa kokoonpanolinjan runkojen varastointia.

Viikon puskuria ei ole tarkastettu pitkiin aikoihin. Tämä puskuri olisi hyvä tarkistaa. Tarkistuksessa selviää kuinka monta vakiorunkoa täytyy olla puskurissa, että oma koneistussolu ehtii koneistaa uusia runkovaluja kokoonpanolinjan käyttöön ennen kuin tämä puskuri ehtyy kokoonpanolinjan hyllyistä. Vakiorunkojen loppumista tulisi välttää, koska vakiorunkojen loppuminen tuotannon käytöstä kriittisellä hetkellä tulee varmasti vaikuttamaan negatiivisesti sähkömoottorien valmistukseen esimerkiksi viivästyttämällä sähkömoottorin valmistusta.

Puskurin tarkistuksen jälkeen määritellään raja vakiorunkojen määrälle hyllyissä. Kun runkojen määrä hyllyssä menee rajan alle, koneistussolu saa käskyn koneistaa lisää runkoja linjalle. Vakiorunkojen määrää hyllyissä voitaisiin tarkastella 2-3

kertaa viikossa. Tämän tarkistuksen voisi tehdä työnjohtaja tai mahdollinen setittäjä.

6.6 Kuormalavat

Koneistusosastolla käytetyt kuormalavat ovat usein todella huonokuntoisia. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että samat kuormalavat ovat käytössä koko tehtaassa. Myös runkojen paino vioittaa jatkuvassa käytössä kuormalavojen pintaa ja aiheuttaa lavojen rikkoutumista. Näistä syistä kuormalavat pääsevät vaurioitumaan helposti ja niistä tulee vaikeasti käsiteltäviä. Ehdotuksena olisi, että koneistusosaston ja kokoonpanolinjan MM35 välillä liikkuvat kuormalavat voitaisiin tulevaisuudessa muuttaa pelkästään näiden osastojen välisiksi lavoiksi. Lavat voitaisiin merkitä muista lavoista helposti erotettaviksi, jotta työntekijät Motorsilla tietävät lavojen kuuluvan vain koneistus- ja kokoonpanolinjan MM35 väliseen tuotantoon. Koneistetut rungot siirrettäisiin kokoonpanolinjan hyllyyn odottamaan tuotannon käyttöä näillä lavoilla. Lavan vapauduttua kokoonpanolinjan käytöstä se palautuu automaattisesti Motorsin omaan koneistussoluun sisäisen logistiikan toimesta. Koneistussolussa se otetaan käyttöön uutta kierrosta varten. Näiden lavojen pinnat voitaisiin lisäksi suojata lavan pinnan peittäväällä suojalevyllä. Suojalevy voisi olla esimerkiksi 10 mm paksua vaneria. Tällä tavoin lavat pysyvät parempikuntoisina ja lavojen käyttöikä saadaan pidennettyä.

6.7 Logistiikkakeskus

Tulevaisuuden muutoksista yksi voisi olla logistiikkakeskuksen perustaminen. Keskukseen voitaisiin varastoida käämityt ja hartsatut staattoripaketit sekä rungot. Logistiikkakeskuksesta staattoripaketti ja runko tulisivat samalla tilauksella ja kuljetuksella Motorsille. Näin ne tulisivat samaan aikaan ns. yhtenä pakettina kokoonpanolinjalle. Tämä helpottaisi kokoonpanolinjan toimintaa ja yksinkertaistaisi komponenttien varastointia linjan hyllyissä, koska varastoitavien pääkomponenttien määrä vähenisi kokoonpanolinjan hyllyissä. Tämä järjestely vähentäisi myös sitä, että komponentit tulevat kokoonpanolinjan hyllyihin ”odottamaan” muiden pääkomponenttien valmistumista.

Tulevaisuuden muutoksia voisi myös olla runkoonpuristussolun perustaminen. Runkoonpuristussolussa tapahtuisi kaikkien sähkömoottorikokoluokkien runkoonpuristaminen. Näin ollen runkoonpuristaminen jäisi kokoonpanolinjoilta kokonaan pois. Tämä helpottaisi paljon kokoonpanolinjan varastointia, koska linjalla tarvitsisi säilyttää vain runkoonpuristetut staattorit, roottorit ja laakerikilvet. Tämä antaisi lisätilaa myös tuotannon käyttöön. Tällaisen solun voisi perustaa esimerkiksi KK- rakennukseen. Myös kaikkien sähkömoottorien maalaus ja loppukokoonpano voitaisiin sijoittaa yhteen rakennukseen omaksi solukseksi tulevaisuudessa. Nämä muutokset vaativat aikaa ja niiden toteutuminen vaatii tarkkaa suunnittelua. Muutokset tulisivat vaatimaan myös kokoonpanolinjojen uudelleen sijoittelua MM- ja KK- rakennuksissa.

YHTEENVETO

Työstä saatavia tuloksia tarkasteltaessa huomataan, että ongelmakohtia varastoinnissa oli paljon. Osa ongelmista oli kuitenkin jo alkuvaiheessa sen tyyppisiä, että niille ei ole tämän työn puitteissa mahdollista tehdä toimivia parannuksia. Ongelmat on pyritty kuvaamaan mahdollisimman tarkasti ja etenkin lukijalle helposti ymmärrettäviksi.

Ongelmakohtia oli niin monenlaisia ja niin laajalta alueelta joten niistä jouduttiin poimimaan oleellimmat jotka kirjattiin työhön. Näitä varastointiin liittyviä ongelmakohtia löytyi aina komponenttien ja raaka-aineiden ostajista kokoonpanolinjan lopputäydennyksessä olleisiin työntekijöihin asti. Jokaisella työvaiheella oli aina omanlaisensa ongelmat, jotka sitten yhdistyivät aina jotenkin MM35 kokoonpanolinjan varastointiin ja sen kehitettävänä oleviin haasteisiin.

Työssä käsiteltiin pääasiassa sellaisia haasteita tai ongelmakohtia, jotka nähtiin tarpeellisiksi ja joille olisi mahdollista saada tulevaisuudessa jonkinlainen muutos tai parannus, opinnäytetyön sallimissa rajoissa. Ongelmakohtiin pyrittiin saamaan johdonmukaisia, selkeitä, helppoja ja vähän kustannuksia vaativia ratkaisuja. Erityisesti sellaisia ratkaisuja, jotka olisivat helposti toteutettavissa ilman, että tuotannon toiminta häiriintyy tai keskeytyy.

Ongelmiin löydetyt ratkaisut saatiin pidettyä tarpeeksi yksinkertaisina ja helppoina toteuttaa. Kustannussäästöistä ei voi suoranaisesti puhua, mutta näiden ratkaisujen myötä kokoonpanolinjalla tapahtuvaa työntekoa ja toimintaa voidaan tulevaisuudessa helpottaa ja parantaa kokoonpanolinjan varastoinnin osalta. Osa suoritettavista kehitysideoista tulee vaatimaan kustannuksia, mutta kehitettäviin haasteisiin sijoitetut eurot parantavat työturvallisuutta ja lisäävät työtehokkuutta. Lopujen lopuksi nämä asiat vaikuttavat siihen, että kokoonpanolinjatoiminta nopeutuu ja pitkällä aikavälillä sähkömoottorien läpimenoaika kokoonpanolinjalla parane.

Työn aikana ABB Oy Motorsilla vaihtui toiminnanohjausjärjestelmä Emiksestä SAP -järjestelmään. Tämä vaikuttaa mm. seuraaviin opinnäytetyössä mainittuihin asioihin:

- kokoonpanon P4 -portin tarkasteluun
- P4:lla tarkistettaviin saldollisiin komponentteihin
- komponenttien varastointiin ja hyllypaikkoihin.

Näiden mainittujen asioiden osalta tiedot ovat jo muuttuneet opinnäytetyön valmistuessa. Näin ollen opinnäytetyössä mainitut kehitysideoit eivät kaikilta osin voi realisoitua.

LÄHDELUETTELO

- /1/ ABB Motors Oy 2009 [viitattu 19.7.2009]. Toimintatavat ja ohjeet Motorsilla. Saatavilla: Lotus Notes Motors ohjeet.
- /2/ ABB:n sisäinen kuvapankki [viitattu 15.2.2008]. Saatavilla www-muodossa: <URL: <http://inside.abb.com/imagebank>>.
- /3/ ABB Lyhyesti [viitattu 15.2.2008]. Saatavilla www-muodossa: <URL: <http://www.abb.fi/cawp/seitp202/402891eccf6a8cdcc12573e20038dd15.aspx>>..
- /4/ Björkholm, Ville 2008. Sähköiset liitokset käämityksessä. Vaasan ammatti-korkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikka. Insinöörityö.
- /5/ Friman, Merja 2007. Motors (FIMOT) yleisesittely [viitattu 15.2.2008]. Saatavilla PowerPoint Presentation ABB:n Intranetissä: Motors (FIMOT) yleisesittely27022007.ppt.
- /6/ Havinen, Janne 2007. Toimintatavat hankintalogistiikassa. Oulun yliopisto. Konetekniikan osasto. Diplomityö.
- /7/ Joensuu, Matti, työsuhdepäällikkö 5.9.2009. ABB Motors Oy, Vaasa. Haastattelu.
- /8/ Reini, Inkeri 2006. ABB Oy:n avainluvut [viitattu 15.2.2008]. Saatavilla PowerPoint Presentation ABB:n Intranetissä: ABB+Oy_2006_avainluvut_intraan.ppt.

LIITE: Materiaalivirtakartta