



TEKNIikka JA LIIKENNE

Kone- ja tuotantotekniikka

Tuotantotekniikka

INSINÖÖRITYÖ

VENTTIILITOIMITUSKESKUKSEN SISÄISEN LOGISTIIKAN SUUNNITTELU

Työn tekijä: Harri Nikkonen
Työn ohjaajat: Markku Saarnio
Tapani Suominen
Tuomas Niemelä

Työ hyväksytty: ____ . ____ . 2010

Markku Saarnio
lehtori



ALKULAUSE

Tämä insinööriyö tehtiin Metso Oyj:n Automation-liiketoimintalinjan Helsingin yksikölle. Haluan kiittää kaikkia työssä mukana olleita. Erityisesti haluan kiittää kehitys- ja laatujohtaja Tapani Suomista ja logistiikkainsinööri Tuomas Niemelää erinomaisista ideoista ja heidän antamastaan panoksesta insinööriyön toteutukseen. Haluan myös kiittää Markku Saarniota hänen panoksestaan insinööriyöhön. Helsingin Roihupellon tehtaan väkeä haluan kiittää hyvästä ja kannustavasta työilmapiiristä.

Helsingissä 16.4.2010

Harri Nikkonen

TIIVISTELMÄ

Työn tekijä: Harri Nikkonen	
Työn nimi: Venttiilitoimituskeskuksen sisäisen logistiikan suunnittelu	
Päivämäärä: 16.4.2010	Sivumäärä: 50 s. + 4 liitettä
Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka	Suuntautumisvaihtoehto: Tuotantotekniikka
Työn ohjaaja: Markku Saarnio	
Työn ohjaajat: Tapani Suominen, Tuomas Niemelä	
<p>Tässä insinööriyössä tarkasteltiin venttiilitoimituskeskuksen sisäisen logistiikan suunnittelua erilaisin tuotantoprosessiin ja layoutiin suuntautuvin analyysin. Työssä oli tavoitteena suunnitella venttiilitoimituskeskukselle toimiva, informatiivinen ja kustannustehokas sisäinen logistiikka.</p> <p>Metso Automation Oy:n Helsingin Roihupellon tehtaassa tapahtuu venttiiliyhdistelmien loppukokoonpano kokoluokittain jaetussa soluperustaisessa kokoonpanossa. Tästä mallista siirrytään Vantaan Hakkilaan rakennettavassa tehtaassa joustavampaan loppukokoonpanoon ja uusia tapoja valmistaa lopputuote ollaan kehittämässä uutta tehdasta varten.</p> <p>Lähtötilanteen analyysin perusteella todettiin nykyisen sisäisen logistiikan olevan tehoton ja toimituskeskuksen layoutin hankaloittavan logistiikan suunnittelua. Uuden ja vanhan toimituskeskuksen materiaalivirtoja havainnollistettiin materiaalivirta-analyysin. Uuden toimituskeskuksen layoutin pohjalta hahmoteltiin muutamia erilaisia kuljetus- ja varastointimalleja ja näiden mallien pohjalta laskettiin kuljetusmatkat kahdelle erilaiselle keräily- ja toimitusmallille. Keräilyn ja setityksen kehittämiseksi annettiin erilaisia ehdotuksia sekä toimintapuitteet, joiden sisällä ja ehdoilla tulee keräilytoimintaa kehittää.</p> <p>Metso Automation Oy:n uusi tehdas Vantaan Hakkilassa otetaan käyttöön vuoden 2011 alussa. Varsinaiset kehitysehdotukset voidaan siis ottaa käyttöön pääsääntöisesti vasta tuotannon siirryttyä uuteen tehtaaseen. Uuden logistisen mallin käyttöönoton jälkeen tulee käyttökokemuksia analysoida ja tarpeen vaatiessa jatkokehittää.</p>	
Avainsanat: sisäinen logistiikka, materiaalivirta, toimituskeskus	

ABSTRACT

Name: Harri Nikkonen

Title: Design of Internal Logistics of Valve Supply Center

Date: 16 April 2010

Number of pages: 50 + 4 appendices

Department:

Study Programme:

Mechanical Engineering and
Production Technology

Production Engineering

Supervisor: Markku Saarnio

Instructors: Tapani Suominen, Tuomas Niemelä

This Bachelor's Thesis revolves around designing an internal logistics system for a valve supply center using various analyses directed towards the production process and the design of layout structures. The purpose of this study was to design a working, informative and cost-efficient internal logistics system for a valve supply center.

The supply center of Metso Automation factories at Roihupelto, Helsinki, carries out the final assembly of valve units by a size-divided production cell assembly. From this production scheme the assembly method will be changed to a more flexible final assembly when the Helsinki factory moves to new premises located in Hakkila, Vantaa. Thus, new ways of producing the valve unit are being investigated.

Based on the analysis of the initial situation at the Roihupelto factory, the present logistics system is found ineffective to handle the situation at the new factory premises and the layout extremely difficult for developing the logistics system. The differences between the new and old factory layouts were illustrated using material flow analyses. A few different transportation and storage models were designed for the current layout model of the new supply center and differences in terms of travel length were calculated for two individual models. For the development of picking and delivery practices, a few different suggestions were given and an operational framework within which any additional development of internal logistics should be carried out.

The new factory of Metso Automation in Hakkila, Vantaa will be commissioned in the beginning of the year 2011. Therefore the improvements suggested in this study may be introduced at the earliest after the entire manufacturing process has been moved to the new premises. After the introduction of the new logistics system, the system should be monitored and analysed to provide actual usage feedback based on which additional development projects may be undertaken.

Keywords: internal logistics, flow of materials, supply center

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	1
1.1	Metso Automation Oy	1
1.2	Työn taustaa	2
1.3	Työn tavoitteet	3
1.4	Sisältö ja toteutus	3
2	LOGISTIIKAN VAIKUTUS TEHOKKAASEEN TUOTANTOON	5
2.1	Sisäinen logistiikka	5
2.2	Lean ja kahdeksan hukkaa	6
2.2.1	<i>Tarpeeton kuljettelu</i>	7
2.2.2	<i>Tarpeeton varastointi</i>	7
2.2.3	<i>Tarpeeton liikkuminen</i>	8
2.3	Työkaluja	8
2.3.1	<i>Spagetti-kaavio</i>	9
2.3.2	<i>Materiaalivirta-analyysi</i>	9
2.3.3	<i>Pareto-analyysi</i>	10
2.3.4	<i>Glendayn seula - The Glenday Sieve</i>	11
2.4	Kuljetusmenetelmät	13
2.4.1	<i>Varastotrukit</i>	13
2.4.2	<i>Automaattinen varastotrukkijärjestelmä eli vihivaunujärjestelmä</i>	15
2.4.3	<i>Rullaradat</i>	16
2.4.4	<i>Hihnakuljettimet</i>	17
2.4.5	<i>Ketjukuljettimet</i>	17
2.5	Varastointi	18
2.5.1	<i>Kuormalavavarasto</i>	19
2.5.2	<i>Kapeakäytävävarasto</i>	20
2.5.3	<i>Läpivirtaus- eli fifo-varasto</i>	21
2.5.4	<i>Automaattivarasto</i>	22
2.6	Keräys ja setitys	23
2.6.1	<i>Rivikeräily</i>	23
2.6.2	<i>Eräkeräily</i>	23
2.7	Case: Valtra Oy Ab, Suolahti	24
2.8	Case: Sandvik Mining & Construction Oy, Tampere	24

3	TOTEUTUS	26
3.1	Nykytilan analyysi	26
3.1.1	<i>Lopputuotteen tarkastelu</i>	26
3.1.2	<i>Suunnittelutuotteiston Pareto-analyysi</i>	28
3.1.3	<i>Suunnittelutuotteiston analyysi Glendayn seulalla</i>	28
3.1.4	<i>Toimituskeskuksen kokoonpanon materiaalivirrat</i>	30
3.1.5	<i>Keräilyn tarkastelu</i>	33
3.1.6	<i>DFA-analyysin hyödyntäminen</i>	35
3.2	Tulevan layoutin analyysi	37
3.3	Setti-periaatteen hyödyntäminen	41
4	LOGISTIIKKA- JA VARASTOINTIMALLEJA	43
4.1	Automaattisen varastotrukkijärjestelmän hyödyntäminen	43
4.2	Kokoonpano kiinteillä pukeilla	43
4.3	Kokoonpano kokoonpanojigeissä	44
4.4	Kokoonpano kiinnittimien avulla	44
4.5	Tahtilinja-periaatteen soveltaminen toimituskeskuksen tuotantoon	45
4.5.1	<i>Settiperustainen tahtilinja</i>	46
4.5.2	<i>Syötettävä tahtilinja</i>	46
5	YHTEENVETO	48
	VIITELUETTELO	50
	LIITTEET	
	Liite 1.	Suunnittelutuotteiston Pareto-analyysi
	Liite 2.	Suunnittelutuotteiston Pareto-analyysin kuvaaja
	Liite 3.	Suunnittelutuotteiston Glendayn seula
	Liite 4.	Glendayn seulan kuvaaja

1 JOHDANTO

Metso Automation Oy Flow Control Operations rakentaa uuden tehtaan Vantaan Hakkilaan. Uuteen tehtaaseen siirretään nykyiset toiminnot Helsingin Roihupellosta, mukaan lukien toimituskeskus (Helsinki Supply Center, HSC, TOK), missä suoritetaan lopputuotteen (venttiilyhdistelmä) kokoonpano.

Nykyisessä toimituskeskuksessa kokoonpano on suoritettu solumuotoisesti siten, että eri kokoonpanosoluille on jaettu tiettyjen kokoluokkien tuotteet kokoonpantavaksi. Solumuotoinen kokoonpano on näin jaettu kolmeksi soluksi pienille, keskikokoisille sekä suurille venttiilyhdistelmille. Tästä on seurannut työkuorman epätasainen jakautuminen. Vaikka pienimpiä yhdistelmiä on tehty volyymiltään eniten, on suurten yhdistelmien kokoonpanoaika huomattavasti pidempi. Kolmeen kokoonpanosoluun jaetusta yhdistelmätuotannosta siirrytään Hakkilan tehtaalla kokoonpanoryhmäperusteiseen valmistukseen, jossa jokaisessa kokoonpanoryhmässä on periaatteessa kyettävä kokoaamaan jokaisen kokoluokan yhdistelmiä. Laitteiden kokoerot ovat niin suuret, että kokoonpanoryhmässä työpisteet on jaettava kahteen kokoluokkaan.

Kokoonpanon toimintaperiaate muuttuu ja tuotanto siirtyy uusiin tiloihin. Näin ollen toimituskeskuksen sisäinen logistiikka on suunniteltava uudelleen.

1.1 Metso Automation Oy

Metso Oyj on kestävien teknologioiden ja palveluiden kansainvälinen toimittaja, jonka asiakkaat toimivat kaivosteollisuudessa, maanrakennusteollisuudessa, energiateollisuudessa, kierrätysteollisuudessa sekä massa- ja paperiteollisuudessa. Metso-konsernissa työskenteli vuoden 2009 loppupuolella noin 26 500 työntekijää yli 50 maassa. Metso-konsernin liikevaihto oli vuonna 2008 noin 6,4 miljardia euroa. [1.]

Metso Automation Oy on osa Metso Oyj:n Energia- ja ympäristöteknologia-segmentin Automaatio-liiketoimintalinjaa. Metso-konsernin liikevaihdosta vuonna 2008 oli 27 % Energia- ja ympäristöteknologia -segmentin osuus. Automaatio-liiketoimintalinjan päätuotteet ovat prosessiautomaatoratkaisut,

erikoisanalysaattorit, elinkaaripalvelut, automaattiset säätö- ja hätäsulkuventtiilit ja käsikäyttöiset venttiilit sekä älykäs kunnonvalvonta. [1.]

Metso Automation -liiketoimintalinja koostuu yksiköistä Flow Control sekä Process Automation Systems. Flow Control -liiketoimintayksikkö valmistaa mm. säätö-, on-off- sekä hätäsulkuventtiileitä. Tämä insinööryö liittyy Flow Control -liiketoimintayksikön Helsingin toimituskeskuksen venttiiliyhdistelmäkokoonpanoon. [1.]

Metso Automation Oy:n historian voidaan katsoa alkaneen Suomen valtion perustamasta lentokonetehtaan mittarikorjaamosta vuonna 1921. Prosessiteollisuuden mittaus- ja säätölaitteiden kehitystyö alkoi vuonna 1944. Valtion Metallitehtaat yhtiöitettiin osakeyhtiöksi 1950-luvulla ja se sai uudeksi nimekseen Valmet Oy. Valmet Automation Oy perustettiin vuonna 1988. Flow Controlin tuottamien venttiilien valmistuksen voidaan katsoa alkaneen amerikkalaisen Jamesburyn perustamisesta vuonna 1954 sekä suomalaisen Neles Controlsin perustamisesta vuonna 1956. Vuonna 1982 Rauma Repola osti Neles Controlsin ja vuonna 1988 Neles osti Jamesburyn. Yrityksen nimi muutettiin tuolloin Neles-Jamesburyksi. Vuonna 1991 Neles-Jamesburysta tuli osa Repola-yhtymän metalliteollisuuden toimialaa Rauma Oy:tä. Vuonna 1997 yrityksen painopiste siirtyi säätöventtiileihin sekä digitaaliseen virtauksensäätötekologiaan ja yrityksen nimi muutettiin Neles Controlsiksi. Vuonna 1999 Rauma ja Valmet sulautuivat. Uuden yrityksen nimeksi tuli Metso. Samalla Neles Controls Oy ja Valmet Automation Oy yhdistyivät. Uuden automaatioyrityksen nimeksi tuli Neles Automation, joka vuonna 2001 vaihtui nykyiseen muotoonsa Metso Automation Oy:ksi. [1.]

1.2 Työn taustaa

Helsingin Roihupellon tehtaan layout on kehittynyt tuotantomäärien kasvaessa. Keskitetyn layout-suunnittelun puuttuessa tuotantoprosessissa tarvittavat toiminnot on sijoitettu tyypillisesti ensimmäiseen vapaaseen tilaan ilman, että varsinaista prosessi- ja materiaalivirtatarkastelua olisi suoritettu. Tästä johtuen tehtaan sisäiset materiaalivirrat risteilevät ilman selkeää tuotannon virtausta.

Nykytilanteen ongelmat on tiedostettu logististen virtausten osalta ja uudessa Vantaan Hakkilaan tulevassa tehtaassa kiinnitetään erityisesti huomiota tuotannon virtauksen selkiyttämiseen.

1.3 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on suunnitella Metso Automaation Helsingin toimituskeskuksen yhdistelmätuotannolle turvallinen, kustannustehokas ja informatiivinen sisäinen logistiikka uudessa tehtaassa suunnitellun tuotantokonseptin mukaisesti.

Ideaalitilanne uudessa toimituskeskuksessa on määritelty trukittomaksi kokoonpanoksi. Lean-tuotannosta käyttöön otettavan 5S-periaatteen mukaan työpisteillä ei pitäisi myöskään olla varastoja.

1.4 Sisältö ja toteutus

Työ toteutetaan kvalitatiivisena tutkimuksena. Työn raportti alkaa Lean-ajattelun sekä sisäisen logistiikan määrittelyllä ja sen osa-alueiden läpikäynnillä. Lean-ajattelun työkaluista keskitytään tarkemmin spagetti-kaavioon sekä kahdeksaan tuhlauksen lajiin. Edellä mainittuja työkaluja hyväksikäyttäen nykyisen toimituskeskuksen toiminnasta tehdään selvitys ja saatua tulosta arvioidaan Lean-periaatteiden mukaisesti.

Työn lähtökohtana on identifioida Lean-ajattelun mukaan ”tuhlausta” aiheuttavat toiminnot nykyisissä logistisissa ratkaisuissa. Työssä on otettava huomioon nykytilanne ongelmien ja pyrittävä poistamaan vallitsevat ongelmat uuden tehtaassa toimituskeskuksen toiminnasta. Työssä kuvataan nykyisen toimituskeskuksen prosessi sekä materiaalivirta ja käytetään näitä apuna uuden tehtaassa toimituskeskuksen logistiikan suunnittelussa. Työssä käydään myös läpi yleisimpiä arvovirran suunnitteluperiaatteita ja työkaluja sekä Lean-ajattelun periaatteita.

Siirtojen ja keräilyn tapahtuminen on huomioitava myös toiminnanohjausjärjestelmän kannalta. Vuoden 2010 aikana Metso Automation siirtyi käyttämään uutta ERP-ohjelmaa, Lawson M3, jonka ominaisuudet on huomioitava työssä.

Lean-ajattelussa pyritään kehittämään olemassa olevia prosesseja siten, että niissä ei tule turhaa työtä tai toimintoja [2, s. 7 - 8].

Nykyisen toimituskeskuksen toiminnan analyysia apua käyttäen uuden toimituskeskuksen pohjakuvaan hahmotellaan vaihtoehtoja sisäisen logistiikan toteuttamiselle Lean-periaatteiden mukaisesti. Työssä kiinnitetään huomiota myös varaston layoutiin sekä keräilyn ja setityksen toteuttamiseen.

Koska uusi tehdas aloittaa toimintansa vasta vuoden 2011 alkupuolella ja työn on oltava valmis jo huhtikuun 2010 loppuun mennessä, varsinaista implementointi-osuutta työssä ei ole. Työn tarkoituksena on antaa ehdotuksia uuden tehtaan toimituskeskusta varten logistisen toiminnan parantamiseksi nykyiseltä tasolta.

Työ on rajattu siten, että siinä ei kiinnitetä huomiota uuden toimituskeskuksen työpisteiden layout-suunnitteluun, koska työpisteiden layout-suunnittelulle on käynnissä oma projektinsa kevään 2010 aikana. Työn vaikutusalue on rajattu uuden tehtaan layoutissa alueeseen, joka ulottuu toimituskeskuksen varastosta aina tuotteen toimitukseen asiakastarkastuksen alueelle. Tämä alue sisältää siis varaston, keräilyn, kuljetukset työpisteille ja valmiiden tuotteiden kuljetukset työpisteiltä eteenpäin sekä edellä mainittuihin asioihin liittyvät toiminnot.

2 LOGISTIIKAN VAIKUTUS TEHOKKAASEEN TUOTANTOON

Logistiikka on hankintojen, kuljetusten sekä varastoinnin (sekä niihin liittyvien tietovirtojen) strategista hallintaa yrityksessä ja jakeluketjussa siten, että nykyinen ja tulevaisuuden kannattavuus maksimoituu tilausten kustannustehokkaan toteutuksen kautta. Suppeammassa määritelmässä logistiikalla tarkoitetaan jakelun ja kuljetusten suunnittelua. Näin tarkentaen voidaan sanoa logistiikan tarkoittavan kuljetusten, jakelun ja varastoinnin strategista sekä operatiivista hallintaa. Tuottavassa teollisuudessa logistiikka on siis olennainen osa koko tuotantoketjun toimintaa. [3, s. 461 - 462.]

Eri lähteissä logistiikka määritellään eri laajuisesti, mutta pääasiallisesti logistiikalla käsitetään juuri tuotteiden ja materiaalien liikuttelua sekä niihin liittyvien tietovirtojen hallintaa. [3, s. 462; 4, s. 23; 5, s. 13.]

Karhusen ym. mukaan [4, s. 23] logistiikkaan kuuluu myös valmistuksen ohjaus, lopputuotteiden myyntipalvelut sekä myynnin jälkeisten palvelujen tuottaminen, kun taas Karrus [5, s. 13] lisää tähän vielä asiakaspalvelun ja -suhteiden johtamisen ja kehittämisen. Tämän työn tarpeisiin nähden on kuitenkin suotavampaa käyttää logistiikasta edellä mainittua suppeampaa määritelmää [3, s. 462; 6, s. 23 - 24]. Logistiikka siis nähdään varsinkin asiantuntijoiden mukaan varsin laajana käsitteenä, mutta tyyppillisesti tehdasympäristössä logistiikalla käsitetään tavaran siirrot ja varastointi.

2.1 Sisäinen logistiikka

Tiivistetysti logistiikan tavoitteena on saada oikea tuote oikeaan paikkaan oikeaan aikaan mahdollisimman pienin kustannuksin. Valmistavissa yrityksissä logistiikan piiriin kuuluu myös yrityksen sisäisten materiaalivirtojen ja toimitusten hallinta. Yrityksen sisäisten materiaalivirtojen suunnittelua ja ohjausta nimitetään sisäiseksi logistiikaksi. Voidaan siis sanoa, että sisäisessä logistiikassa pyritään toimittamaan oikea tavara oikeaan paikkaan niin fyysisesti kuin tietojärjestelmien kannalta. [3, s. 461 - 462.]

2.2 Lean ja kahdeksan hukkaa

Toyota Production Systemin perustaja Taiichi Ohno tiivistää Lean-ajattelun ytimekkäästi:

Me katsomme ainoastaan aikajanaa siitä hetkestä, kun asiakas antaa meille tilauksen, siihen pisteeseen, kun keräämme rahat. Ja me pienennämme tuota aikajanaa poistamalla lisäarvoa tuottamattoman hukkan. [2, s. 7.]

Lean-tuotanto vaatii valmistajalta ajattelutapaa, jossa tuote virtaa arvonnäkökulmalla yksiosaisessa virtauksessa keskeytyksettä ja palaa virrassa taaksepäin vain asiakkaan vaatimuksesta. Tuotantoprosessista siis tunnistetaan arvoa lisäämättömät toimet ja tuotteiden tulee liikkua arvonnäkökulmalla virrassa vain yhteen suuntaan, ellei asiakas halua erityisesti jotain tuotteen ominaisuuksia muutettavan. [2, s. 7.]

Olellisena osana Lean-ajattelua tuotannon jokainen osatekijä pyrkii jatkuvan parantamiseen [2, s. 23].

Osana Lean-ajattelua ja Toyota Production Systemiä (TPS) on ns. hukkien tai tuhlauksen tunnistaminen. Nämä kahdeksan tuhlauksen lajia Likerin mukaan ovat [2, s. 28 - 29]:

1. Ylituotanto
2. Odottelu
3. Tarpeeton kuljettelu
4. Ylikäsittely tai virheellinen käsittely
5. Tarpeettomat varastot
6. Tarpeeton liikkuminen
7. Viat
8. Työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen

Tyypillisesti Lean-tuotantoon liittyvissä lähteissä listataan seitsemän hukkaa [7, s. 75] ilman edellä mainittua ”Työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen”, kun taas Liker lisää tuon kahdeksannen hukkan [2, s. 29].

Lean-tuotannossa pyritään eroon turhista toiminnoista, minkä jälkeen tuotanto on sanan mukaisesti lean: hoikka, vähärasvainen, laiha. Kehityskohteita voivat olla esimerkiksi asetusaikojen lyhentäminen, eräkokojen pienentäminen, tehottomat proseduurit ja huono tuotannon layout. [7, s. 144.]

Tämän työn tarpeisiin nähden on syytä keskittyä tarpeettomaan kuljetteluun, tarpeettomiin varastoihin sekä tarpeettomaan liikkumiseen.

2.2.1 Tarpeeton kuljettelu

Tarpeettoman kuljettelun periaatteen mukaan kaikki kuljettelu on arvoa lisäämätöntä toimintaa. Tietty määrä kuljettamista on kuitenkin pakollista prosessin eri osien välillä. Prosessista on siis tunnistettava ja poistettava turha kuljettelu. Turhan kuljettelun poistaminen vähentää kustannuksia ja johtaa virtaviivaisempaan sisäiseen logistiikkaan. [7, s. 75 - 76.]

Tarkemmin tarpeetonta kuljettelu on esimerkiksi keskeneräisen työn kuljettaminen pitkiä matkoja. Ylipäättään tehottoman kuljetusmenetelmän käyttäminen tuotantoprosessissa aiheuttaa huomattavaa ajallista hukkaa. Myös materiaalien, osien tai valmiiden hyödykkeiden siirtely varastosta tai varastoon aiheuttaa hukkaa. Kuljettaminen tuotantoketjun prosessien välillä aiheuttaa myös helposti hukkaa, jos käytössä on tehoton kuljetusmenetelmä. Prosessien välinen kuljettaminen on kuitenkin useimmissa tuotantoketjuissa välttämätön paha. Tarpeeton kuljettelu voi ilmentyä näissä tapauksissa tuotteen kuljettamisena "vastavirtaan" tuotantoprosessia. [2, s. 29 - 30.]

2.2.2 Tarpeeton varastointi

Toyotan mukaan varastot ovat kaiken pahan alku ja juuri [7, s. 76]. Varastoinnista aiheutuu pääomakuluja sekä epäkuranttiusriskiä [8, s. 101]. Varastointia kuitenkin tarvitaan muun muassa tuotannollisen toimintavarmuuden turvaamiseksi [4, s. 302]. Jos varastoja siis tarvitaan tuotannossa, on ne syytä pitää pieninä ja jokaiselle varastolle tulee olla hyvin perusteltu tarve.

Varastot myös piilottavat muun tyyppisiä hukkia ja rohkaisevat, tai mahdollistavat, arvoa lisäämättömään toimintaan. Varastotasoja laskemalla ongelmat prosessissa paljastuvat. Varastotasoja saatetaan tästä syystä pitää korke-

ammalla kuin Lean-periaatteiden mukaan tulisi pitää, eli prosessissa esiintyviin ongelmiin varaudutaan tietoisesti. [7, s. 77.]

Esimerkiksi JIT-tuotannossa (Just In Time. Myös JOT - Just On Time, Juuri Oikeaan Tarpeeseen) pyritään kokonaan eroon tuotannossa olevista varastoista. Tällöin tuotantoketjussa olevat ongelmat tulevat varmasti esille. JIT-tuotannon periaate ei toimi rikkinäisessä prosessissa. [5, s. 79; 7, s. 77.]

Tarpeetonta varastointia on erityisesti ylimitoitettut raaka-aine varastot, keskeneräiset tuotteet tai valmiiden tuotteiden varastot. Näistä seuraa pidemmät läpimenoajat, epäkuranttiusriskiä, tuotteiden vahingoittumia sekä ylimääräisiä kuljetus- ja varastointikustannuksia. [2, s. 29.]

2.2.3 Tarpeeton liikkuminen

Työskentely voidaan jakaa arvoa lisäävään ja arvoa lisäämättömään toimintaan. Työntekoon nähden tarpeeton liikkuminen ei lisää tuotteelle arvoa vaan on poissa varsinaisesta tuotteen arvoa lisäävästä toiminnasta. Työn tehokkuutta saadaan korotettua poistamalla ylimääräistä liikkumista, ei lisäämällä työkuormaa. Kuitenkin tyypillisin tapa lisätä tuotantomääriä on ensisijaisesti kapasiteetin lisääminen työvoiman muodossa, vaikka prosessin virtaviivaistamisella, esimerkiksi turhien toimintojen poistamisella, saavutetaisiin vastaava hyöty pienemmin investoinnein. [7, s. 79.]

Tyypillisiä tarpeetonta liikkumista aiheuttavia toimia ovat etsiminen, valitseminen, noutaminen, kuljettaminen, lastaaminen, uudelleen sijoittelu ja purkaminen. Nämä liikkeet vievät paljon aikaa ja lisäävät kustannuksia, mutta eivät lisää arvoa asiakkaalle. [7, s. 80.]

Lähtökohtaisesti tarpeettomalla liikkumisella tarkoitetaan yhdessä kokoonpanotapahtumassa tapahtuvia tarpeettomia liikkeitä, joista monet aiheutuvat huonosta työpiste- ja varastosuunnittelusta [2, s. 29].

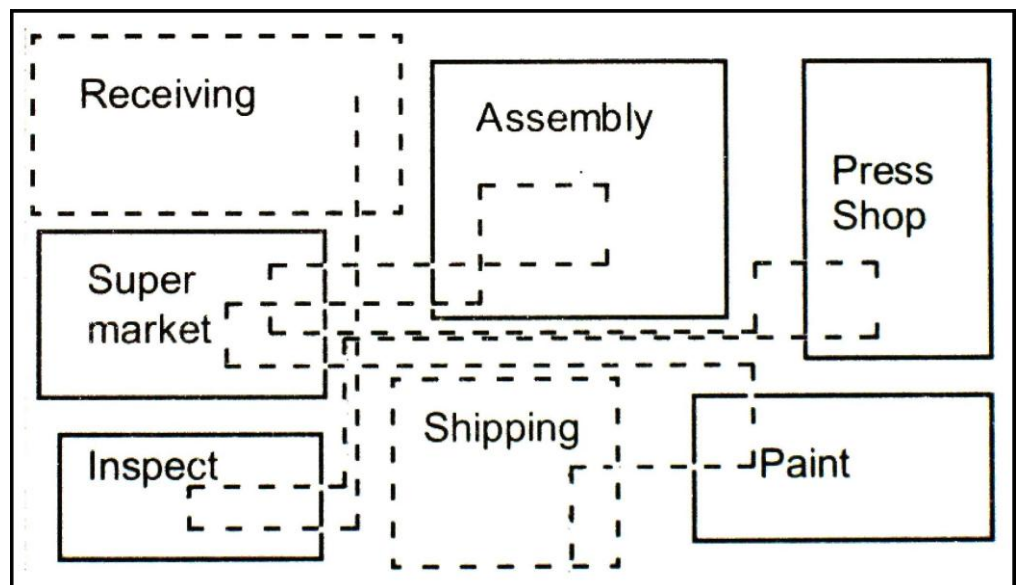
2.3 Työkaluja

Työkaluilla tarkoitetaan tässä sellaisia menetelmiä, joita voidaan käyttää apuna esimerkiksi tunnistamaan prosesseista hukkaa, turhia työvaiheita tai

todelliset kehityskohteet. Työkalut ovat siis sellaisia menetelmiä, joita käytetään apuna, mutta eivät itsessään riitä kehitystoimien ainoaksi välineeksi.

2.3.1 Spagetti-kaavio

Spagetti-kaaviolla (kuva 1) on tarkoitus havainnollistaa tuotteen, työntekijän tai materiaalien liikkumista tehtaalla tai ylipäätään toimintaympäristössä. Spagetti-kaavio havainnollistaa konkreettisesti ylimääräisiä liikkeitä tuotantovirrassa, jos tiedetään nk. ideaalitilanne halutussa toiminnassa. [9, s. 77.]



Kuva 1. Esimerkki spagetti-kaaviosta [9, s. 77]

Tyypillisesti spagetti-kaaviota voidaan käyttää havainnollistamaan työntekijän liikkumista kokoonpanotapahtuman aikana. Tällöin voidaan arvioida varastojen sijoittelua tuotantotilan layoutissa tai jopa työkalujen sijoittelua työpisteellä. [9, s. 77.]

2.3.2 Materiaalivirta-analyysi

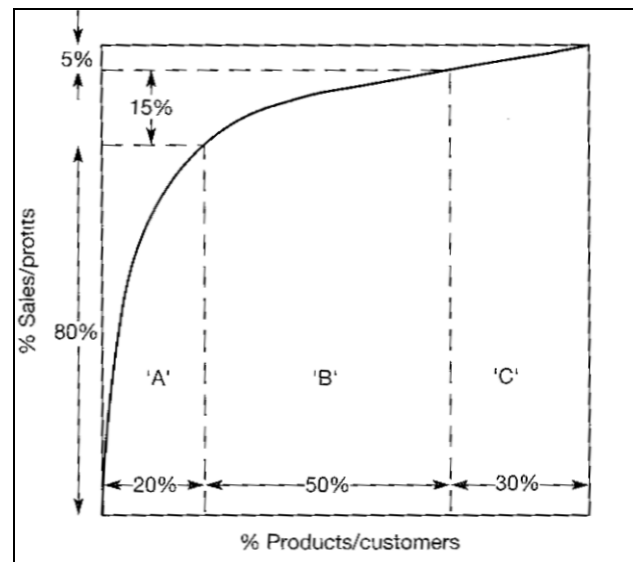
Materiaalivirta-analyysissä tarkastellaan tuotannossa liikkuvia materiaalivirtoja ja niiden volyymeja. Virtausten suunnat ilmaistaan nuolin ja volyymit nuolten suhteellisella paksuudella. Selvänä erona myös spagetti-kaavioon, materiaalivirta-analyysissä esimerkiksi havainnollistetaan kaikki kokoonpanoon liittyvät materiaalivirrat, kun taas spagetti-kaaviossa havainnolliste-

taan yhteen kokoonpanotapahtumaan liittyvät liikkeet. Menetelmä kuitenkin on läheisesti sukua spagetti-kaavioille. [9, s. 77.]

Havainnollistamalla materiaalivirtojen volyymia, saadaan tuotantolaitoksen layoutista esille mahdolliset liikenteelliset pullonkaulat. Tämä on tärkeä osa sisäisen logistiikan suunnitteluprosessia. [9, s. 77.]

2.3.3 Pareto-analyysi

Pareto-analyysi (kuva 2) tunnetaan myös 80/20-periaatteena, jolla voidaan todentaa esimerkiksi se miten 20 % myydyistä tuotteista tuottaa 80 % voitoista. Useimmiten analyysi kuitenkin tunnetaan nimellä ABC-analyysi [3, s. 457].



Kuva 2. Esimerkki Pareto-analyysistä [10, s. 70]

Tyypillisesti vain hyvin pieni osa koko tuotteistosta tuottaa suurimman osan saaduista tuotoista. Pareto-analyysillä voidaan selvittää nämä tuotteet ja siten voidaan siirtää voimavaroja juuri näiden tuotteiden kehittämiseen. Analyysillä voidaan myös määrittää heikoiden tuottavat tuotteet ja poistaa nämä tuotannosta kokonaiskustannusten pienentämiseksi sekä voittojen maksimoimiseksi. [10, s. 70 - 71.]

Analyysiä voidaan käyttää myös luokkakohtaiseen varaston palvelukyvyyn määrittämiseen. A-luokan tuotteilla tulisi olla 99 %:n varaston palvelukyky, kun taas C-luokan tuotteille riittää 90 %:n varaston palvelukyky. [10, s. 70 - 71.]

Pareto-analyysissä olisi paras käyttää vertailtavana tuotekohtaista voittoa enemmän kuin tuotekohtaista liikevaihtoa tai tuotantomäärää, koska vertailu liikevaihtona ja tuotevolyyminä voi piilottaa taakseen huomattavia eroja tuotekohtaisissa kustannuksissa. [10, s. 70.]

Pareto-analyysillä suunnittelutuotteisto voidaan jakaa ryhmiin A, B ja C. Tyypillisesti teorian mukaan A-ryhmä käsittää noin 20 % tuotteistosta, B-ryhmä noin 50 % ja C-ryhmä noin 30 %. Tämä jakauma on kuitenkin sinällään merkityksetön, sillä ryhmien jakauma vaihtelee teollisuusaloittain ja markkina-alueittain. [10, s. 69.]

2.3.4 Glendayn seula - The Glenday Sieve

Glendayn seula (kuva 3) on periaatteeltaan tuotantotekninen volyyminalyysi, jota voidaan pitää Pareto-analyysistä kehittyneenä muotona. Analyysissä voidaan tarkastella esimerkiksi myyntivolyymia tai myynnin arvoa. [11.]

Cumulative % of Volume	Cumulative % of SKU's	Colour code
50%	6%	green
95%	50%	yellow
99%	70%	blue
Last 1%	30%	red

Kuva 3. Esimerkki Glendayn seulan jaottelusta [11]

ABC-ryhmittelyn sijaan Glendayn seula jakaa tarkasteltavan tuotteiston neljään ryhmään. Haettavat prosenttiosuudet ovat Pareto-analyysistä poiketen 50 / 90 / 99 / 99 - 100. Analyysillä saadaan tyypillisesti erotettua toisistaan selkeästi erilaiset tuotantoprosessit, pääasiallisesti suurien volyymien tuotteet ja erikoistuotteet, joita tehdään aikajaksolla vain muutamia verrattuna suuren volyymin tuotteisiin. [11.]

Periaatteessa Glendayn seula on ABCD-analyysi, hieman erilaisin prosenttiosuuksin. ABCD-analyysissä A-luokka käsittää samalla tavalla 50 % myyn-

nistä, mutta seuraavat luokat jakautuvat prosentiosuuksilla 80 / 98 / 98 - 100. Lopputulokset ovat todennäköisesti hyvin samankaltaiset ja ABCD-analyysilläkin on tuloksista erotettavissa hyvin toisistaan poikkeavat tuotantoprosessit. [5, s. 180.]

”Vihreille” tuotteille, eli tuotteille jotka käsittävät 50 % koko tuotantovolyymista, tulisi kehittää mahdollisimman lyhyen läpimenoajan ratkaisu ja katkeamaton tuotantovirtaus. Teorian mukaan vain 6 % koko tuotteistosta muodostaa tämän suurimman volyymin, joten tehokkaamman tuotantoteknisen ratkaisun kehittämisen ei pitäisi olla liian vaativa tehtävä. [11.]

”Keltaisiin” tuotteisiin tulisi keskittää teorian mukaan suorituskyvyn kehityresurssit. ”Keltaiset” tuotteet käsittävät noin 50 % koko tuotteistosta ja noin 45 % koko tuotantovolyymistä. Kehitystoimien keskittäminen ”keltaisiin” tuotteisiin ”vihreiden” jälkeen tuo mukanaan selviä hyötyjä tuotannon tehokkuudessa. [11.]

”Siniset” tuotteet käsittävät noin 20 % tuotteistosta, mutta vain noin 4 % tuotantovolyymistä. Kehitystoimien tässä ryhmässä tulisi keskittyä standardointiin ja tuotannon raaka-aineiden harmonisointiin. Toimenpiteiden tulisi helpottaa tuotteiden ottamista tuotantosykliin mukaan. Tällaisia toimenpiteitä voisi olla vaikkapa tuotteiden erilaistaminen esimerkiksi väriä muuttamalla, vaikka ulkomuoto sinällään pysyy samana. [11.]

”Punaisten” tuotteiden kohdalla tulee arvioida niiden varsinaista hyötyä saatuihin tuottoihin nähden. Näiden tuotteiden kohdalla tulee selvittää niiden varsinainen vaikutus tuotantoprosessiin ja varsinaiset tuotteiden aiheuttamat kustannukset. Tuotteiden todellinen hyöty yritykselle on siis pystyttävä osoittamaan, jotta niiden pitäminen tuotannossa on todellakin kannattavaa. Monissa tapauksissa analyysi osoittaa yrityksellä olevan kaksi selkeästi erilaista tuotantoprosessia, joissa volyymituotteet muodostavat oman prosessinsa ja erikoistuotteet omansa. [11.]

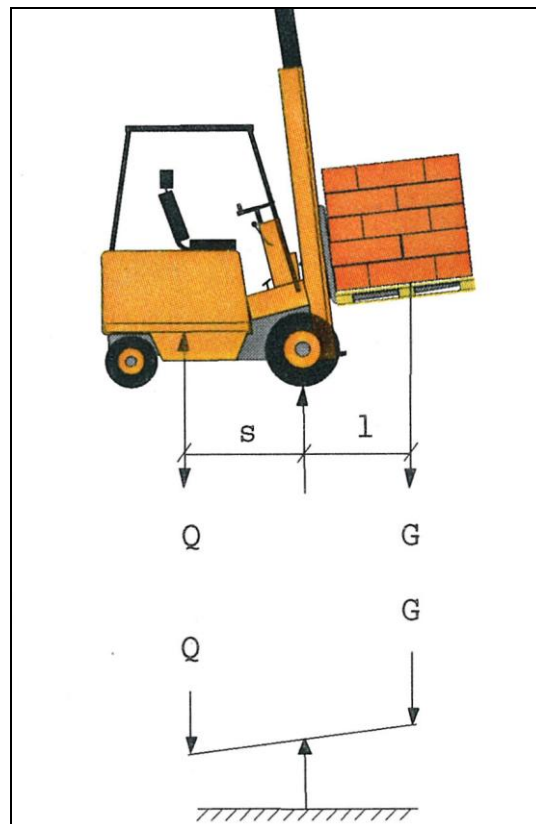
2.4 Kuljetusmenetelmät

Kuljetusmenetelmillä tarkoitetaan tässä menetelmiä tuotteiden tai materiaalien tehtaassa sisällä tapahtuvaan kuljettamiseen. Työssä keskitytään erityisesti sisäisen logistiikan tarpeisiin kehitettyihin kuljetusmenetelmiin.

2.4.1 Varastotrukit

Varastoissa lavakuormien käsittelyyn käytetään yleisesti trukkeja, jotka voidaan jakaa rakenteensa mukaan joko vastapaino- tai tukipyörätrukkeihin. Tämä jako perustuu tapaan, jolla trukin siirtämä kuorma johdetaan maahan. [4, s. 328.]

Vastapainotrukissa trukin painopiste on trukin takaosassa, jolloin kone kuormattunakin pysyy tukevasti alustaansa vasten. Näin trukin raskas takapäätä muodostaa nimensä mukaisesti vastapainon koneen käsittelemälle kuormalle. Kuvasta 4 nähdään miten trukin oma paino Q on tasapainossa kuorman painon G kanssa trukin etupyörien suhteen. [4, s. 328.]



Kuva 4. Vastapainotrukkin toimintaperiaate [4, s. 328]

Vastapainotrukit on varustettu suurikokoisilla kumipyörillä, jolloin truckia voidaan käyttää ongelmitta tehdashallissa sekä sen ulkoalueilla. Tämä ominaisuus tekee vastapainotrukeista monikäyttöisiä, mutta samalla vastapainorakenteen takia ne ovat mitoituksiltaan pitkänomaisia. Tämän takia vastapainotrukki ei sovellu hyvin ahtaisiin tuotantotiloihin. [4, s. 328.]

Tukipyörätrukkit (kuva 5) pyritään tekemään mahdollisimman pienin ulkomitoin, ja tällöin koneesta tuleekin suhteellisen lyhyt [4, s. 330].



Kuva 5. Seisten ajettava tukipyörätrukkan [4, s. 330]

Tukipyörätrukin etupyörät sijaitsevat tukivarsien päässä. Tällöin koneen painopiste tulee lähemmäksi käsiteltävää kuormaa kuin vastapainotrukissa. [4, s. 330 - 331.]

Vastapainotrukin ja tukipyörätrukin välimuotona voidaan pitää työntömastotrukkia (kuva 6), joka yhdistelee molempien hyviä puolia. Työntömastotrukkissa etupyörät ovat lyhyiden tukivarsien päässä ja kuormien ottoa tai jättöä varten trukissa on eteen työntyvä masto. Siirroissa trukin painopiste on etu- ja takapyörien välissä kuten tukipyörätrukissa. Kuormaa otettaessa masto työntyy etupyörien tasalle, jolloin trukki toimii samalla tavalla kuin vastapainotrukki. [4, s. 332.]



Kuva 6. Työntömastotrukki [4, s. 332]

Kun sisäiseltä logistiikalta tarvitaan joustavuutta, perinteisesti trukilla tapahtuva tavaraliikenne toimii parhaiten. Trukki tarvitsee kuljettajan, joka on koulutettu trukin käyttöön, trukki liikenteen perusteisiin ja nostotoimintaan.

2.4.2 Automaattinen varastotrukkijärjestelmä eli vihivaunujärjestelmä

Perinteisesti vihivaunut ovat kulkeneet lattiaan upotettua johdinta seuraten, mutta automaattiosovellusten kehittyessä on tällaisesta jäykästä ohjaustavasta päästy helpommin muutettaviin vaihtoehtoihin. Tällaisia vaihtoehtoja ovat mm. lattiaan maalattu viiva, lasernavigointi ja magneettiset ohjaimet lattiassa. [12, s. 124 - 125; 13.]

Vihivaunujärjestelmä ei sido työntekijää varsinaiseen kuljetukseen, jolloin esimerkiksi keräilijä on vapaa jatkamaan keräilyjä settien valmistuttua. Järjestelmää voidaan käyttää varastotrukkien sijaan, mutta ohjelmoitavan luonteensa takia järjestelmä ei ole yhtä joustava kuin perinteisen trukin käyttö. [8, s. 169 - 170.]

Roclan AGV-järjestelmän trukkien maksiminopeus on noin 2 m/s, joka on selvästi nopeampi kuin tavallinen ihmisen kävelynopeus. Verrattuna siihen,

että keräilijä toimittaa kerätyt tuotteet kokoonpanopisteelle kävellen, tarjoaa AGV-järjestelmä selkeän hyödyn toimituksen nopeudessa ja samalla miehittämättömässä työssä. Voidaan kuitenkin olettaa, että AGV pystyy ajamaan maksiminopeuttaan vain suorilla käytäväosuuksilla, ja operoitaessa varastoissa sekä asemoitaessa kuormaa laskupisteelle, AGV kulkee selvästi hitaammin. [13.]

Näkevillä vihivaunuilla saadaan turvallisuutta tehdasympäristöön jalankulkijoille, verrattuna perinteiseen trukki liikenteeseen. Näkevät vihivaunut pysähtyvät automaattisesti havaitessaan esteen, kuten esimerkiksi jalankulkijan. Tämä piirre on perinteisessä trukki liikenteessä täysin trukinkuljettajan tarkkaavaisuuden vastuulla, ja tästä syystä perinteinen trukki liikenne on alttiimpi onnettomuuksille kuin vihivaunujärjestelmä. [12, s. 124 - 125; 13.]

2.4.3 Rullaradat

Rullarata on yleisimmin käytetty kuljetintyyppi kappale tavaroiden siirroissa. Rullaratoja käytetään tyypillisimmin silloin, kun kappaleiden pohja on sileä ja muutoin sopiva rullaradalle. Ratojen koko ja rakenne vaihtelee paljon materiaalin ja kappaleiden koon mukaan. Rullaradat voidaan jakaa käyttövoiman perusteella vapaisiin rullaratoihin ja moottorikäyttöisiin rullaratoihin. [12, s. 117.]

Vapaissa rullaradoissa rullia ei ole kytketty pyörityslaitteeseen. Kappaleet liikkuvat joko työntö- tai painovoiman avulla. Painovoiman avulla toimivien vapaiden rullaratojen kaltevuus vaihtelee välillä 2 - 7 cm/m. Kaltevuus riippuu kappaleen pohjan tai alustan laadusta, kappaleen painosta sekä rullien halkaisijasta ja painosta. [12, s. 117.]

Moottorikäyttöisissä rullaradoissa rullia pyörittää jokin pyörityslaitte, jonka avulla kappaleet saadaan liikkumaan vaakasuorassa tai loivasti ylöspäin. Moottorikäyttöisiä rullaratoja voidaan ohjata esimerkiksi kytkimellä, kun radalle ei mahdu enää uusia kappaleita. Kappaleen ottaminen radalta kytkee radan liikkeelle siirtäen kaikkia tuotteita eteenpäin. [12, s. 117.]

Rullaradan erikoistapauksena voidaan pitää kiekkoratoja, joissa rullat on korvattu kiekkoilla. Kiekkoradat on ensisijaisesti tarkoitettu kevyiden kappaleiden liikutteluun. Rullaradoista poiketen, kiekkoratoihin voidaan rakentaa li-

mittymiä sekä risteyksiä kiekkojen pienen koon avulla. Kiekkoradat voidaan jakaa myös vapaisiin ja moottorikäyttöisiin kiekkoratoihin kuten rullaradatkin. [12, s. 118.]

2.4.4 *Hihnakuuljettimet*

Hihnakuuljetin muodostuu pääosin liikkuvasta päättymättömästä hihnasta, jonka päällä kuljetettavat kappaleet lepäävät. Hihnakuuljetin on yleinen siirtolaitteisto sekä erillisenä laitteena eri työpisteiden välillä, että kokonaisratkaisuna kappaleetavaroiden kuljetusjärjestelmissä. Hihnakuuljetin sopii jyrkkiin nousuihin ja laskuihin. Hihnakuuljettimet jakautuvat liukualustaisiin, rullakannatteisiin ja erikoishihnakuuljettimiin. [12, s. 118.]

Liukualustaiset hihnakuuljettimet soveltuvat kevyiden kappaleiden siirtoon ja lyhyille matkoille. Tämä johtuu pitkälti hinnan alustasta, joka ei itsessään edistä kappaleen siirtoa. Alusta on liukas, sileä pinta, joka siis kuitenkin aiheuttaa rullia enemmän kitkaa siirrettävän kappaleen painon alla. [12, s. 119.]

Rullakannatteisen hihnakuuljettimen tukena toimivat rullat. Rullien ansiosta rullakannatteinen hihnakuuljetin soveltuu liukualustaista mallia paremmin ras-kaille kuormille ja pitkille kuljetusmatkoille. [12, s. 119.]

2.4.5 *Ketjukuljettimet*

Ketjukuljettimet ovat rakenteeltaan monimuotoisia. Kuljettamisen suorittava ketju voi suoraan kantaa ja siirtää kuormaa tai tehdä tämän erillisen kiinnityslaitteen avulla. Kuljetinketju voi myös hinata kuormaa erityisen tartuntalaitteen avulla. Ketjukuljettimien ketjujen päätyyppejä ovat rullaketjut, holkkiketjut ja Y-ketjut. [12, s. 120.]

Välittömästi kuormaa kantavat ketjukuljettimet voivat olla yhdessä tasossa taipuvalla ketjulla varustettuja kuljettimia. Näissä kappaleen alusta lepää yleensä suoraan ketjun päällä, jolloin kappale siirtyy ketjun ja alustan välisen kitkan avulla. Tällöin kuljettimet ovat yleensä 2- tai 3-ketjuisia. [12, s. 120 - 121.]

Kuormaa välillisesti kantavien ketjukuljettimien ketjulenkkeihin on kiinnitetty kuormaa kantava tai siirtävä laite. Tällaisia kuljettimia ovat lamellikuljettimet, pöytäkuljettimet, sälehyly- ja tankoelevaattorit sekä paternosterkuljettimet. Lamelli- ja pöytäkuljettimet toimivat tyypillisesti yhdessä tasossa, kun taas sälehyly- ja tankoelevaattorit sekä paternosterkuljettimet pystyvät kuljetta-
maan ja varastoimaan tavaraa pystysuorassa suunnassa. [12, s. 121 - 122.]

Kuormaa hinaavissa ketjukuljettimissa tavaraa siirtää lattiaan tai kattoon sijoitettava ketjukuljetin. Tavaraa kannattavana laitteena voi olla vaunu, joka liikkuu pyörillä lattialla tai kiskoilla. Kattoon sijoitettava kuljetin ei vie tehdas-
salin lattiapintaa niin paljon kuin lattialle sijoitettava ketjukuljetin. [12, s. 122 - 123.]

2.5 Varastointi

Liiketoiminnassa varastoja tarvitaan asiakaspalvelujen ja tuotannollisten toimintamahdollisuuksien turvaamiseen. Varastointia tarvitaan sen aiheuttamista kustannuksista huolimatta, jotta vältettäisiin varastoinnin puutteesta aiheutuvat moninkertaiset kustannukset. [4, s. 302.]

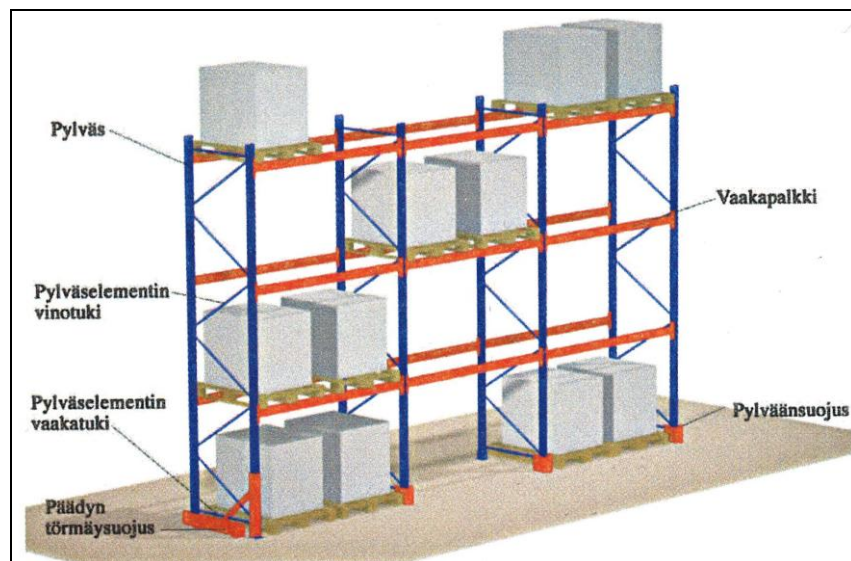
Varastoinnissa tyypillisesti käytettävä yksikkö on lavakuorma. Lavakuorman pohjana oleva kuormalava on yleensä standardipakkauskojen mukaan mitoitettu FIN-lava, mitat 1000 x 1200 mm, tai EUR-lava, mitat 800 x 1200 mm. Lavat ovat mitoitettu siten, että niille mahtuu määrätty määrä kansainvälisesti standardisoituja pakkauksia. ISO-pakkaus on pituudeltaan 600 mm ja leveydeltään 400 mm. Maksimikorkeutta ISO-pakkaukselle ei ole määritelty. Peruskoosta saadaan seuraava pienempi standardikoko puolittamalla peruskoon pisin mitta. Näin saadaan esimerkiksi standardipakkauskoot 400 x 300 mm, 300 x 200 mm ja 200 x 150 mm. [4, s. 307.]

Koska toimituskeskuksen tapauksessa on kyseessä varasto, josta keräillään tuotteita kokoonpanoa varten, on syytä kiinnittää huomiota varaston layoutiin. Keräysreitti tulisi muodostaa siten, että nimikkeiden ottotiheyden mukaan usein kysytyt nimikkeet ovat keräysreitillä alussa. Parhaissa tapauksissa keräys voidaan lopettaa siis jo keräysreitillä alkupäässä. [4, s. 378 - 379.]

2.5.1 Kuormalavavarasto

Kuormalavavarastoa voidaan ajatella varaston perustyyppinä. Useimmat muut varastotyypit on kehitetty kuormalavavarastosta, kuten esimerkiksi kapeakäytävävarasto ja syväkuormausvarasto. Näissäkin varaston operointikuormana on tyypillisesti kuormalava, eli tyypejä voidaan sanoa kuormalavavaraston alatyypeiksi. Kuormalavavarastossa käytävät voivat viedä jopa 50 % alueen pinta-alasta, nostaan näin tuotteiden varastointikustannuksia. Tästä syystä on ollut aiheellista kehittää kuormalavavarastointia tehokkaampaan suuntaan. [4, s. 325.]

Kuvassa 7 oleva hyllyn rakenne ja nimitykset ovat standardissa SFS 3692 määritellyjä ominaisuuksia kuormalavavarastolle. Kuormalavahylly määritellään standardissa siten, että käytettäessä standardissa SFS 3649 määriteltyä FIN-lavaa saadaan hyllytila käytettyä mahdollisimman hyvin. [4, s. 310 - 311.]



Kuva 7. Kuormalavahyllyn rakenne ja nimitykset [4, s. 310]



Kuva 8. Lavakuormia tukkukaupan varaston kuormalavahyllyssä [4, s. 307]

Kuvassa 8 tukkukaupan varasto on suunniteltu siten, että siellä mahdollistaan operoimaan työntömastotrukilla. Kuormalavavarastot muodostetaan siten, että hyllyväleissä mahdollistaan operoimaan tyypillisimmillä trukkimalleilla. Tehdastiloissa käytettävät trukkimallit valitaan pitkälti käsiteltävien kuormakokojen mukaan. [4, s. 325.]

2.5.2 Kapeakäytävävarasto

Varaston rakennuskustannusten takia on edullisempaa rakentaa enemmän korkeutta kuin leveyttä ja pituutta. Toisin sanoen varaston korkeuden lisääminen maksaa vähemmän kuin sen pinta-alan lisääminen. Jotta käytävissä menetetty varastotila saataisiin minimoitua, on kehitetty niin kutsuttuja kapeakäytävätrukkeja. Nimensä mukaisesti kapeakäytävätrukki pystyy operoimaan 1,2 - 1,45 metrin levyisissä käytävissä aina 12 metrin korkeuteen asti. Kapeakäytävätrukkeja kutsutaan myös korkeavarastotrukeiksi. [4, s. 344.]

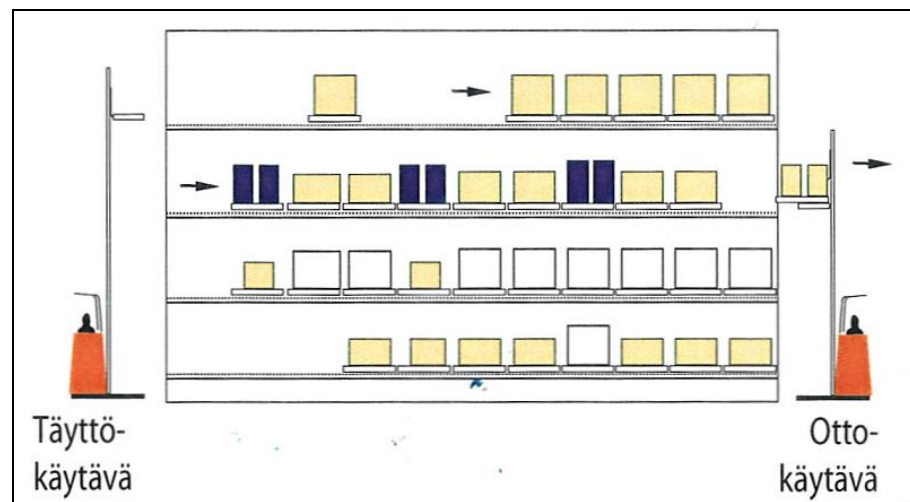
Kapeakäytävävaraston erityispiirteinä ovat lattiatasoon hyllystöön kiinnitetyt teräslevyiset ohjausseinämät, jotka ohjaavat kapeakäytävätrukin kulkemaan

käytävässä. Trukin kuljettajan tarvitseekin vain pysähtyä oikeaan paikkaan ja huolehtia tavarankäsittelystä oikealla korkeudella. Ohjauseinämät kuitenkin estävät lattiatason käytön varastointitarkoitukseen ja alimman hyllytason tulee olla ohjauseinämän yläpuolella. [4, s. 344.]

2.5.3 Läpivirtaus- eli fifo-varasto

Läpivirtausvarastosta käytetty termi fifo tulee sanoista First in First out. Nimitys johtuu siitä, että varaston rakenne pakottaa käyttämään siihen varastoitua tavaroita ikäjärjestyksessä. Varastohyllyjen pohja muodostuu kanavista, jotka on rakennettu rulla- tai kiekkoradasta. Kanavaan asetettu lavakuorma siirtyy painovoimalla joko kanavan päähän tai viimeiselle vapaalle paikalle. [4, s. 358.]

Läpivirtausvaraston rakenteesta johtuen varastossa on erikseen otto- ja täyttökäytävät (kuva 9). Yleensä lavakuormat siirretään läpivirtaushyllyyn ja sieltä pois trukkien avulla. Hyllyn täyttö- ja otto-operointiin voidaan käyttää myös erilaisia automaattisia ratkaisuja, kuten automaattinostureita. [4, s. 358 - 359.]



Kuva 9. Läpivirtausvaraston toimintaperiaate [4, s. 358]

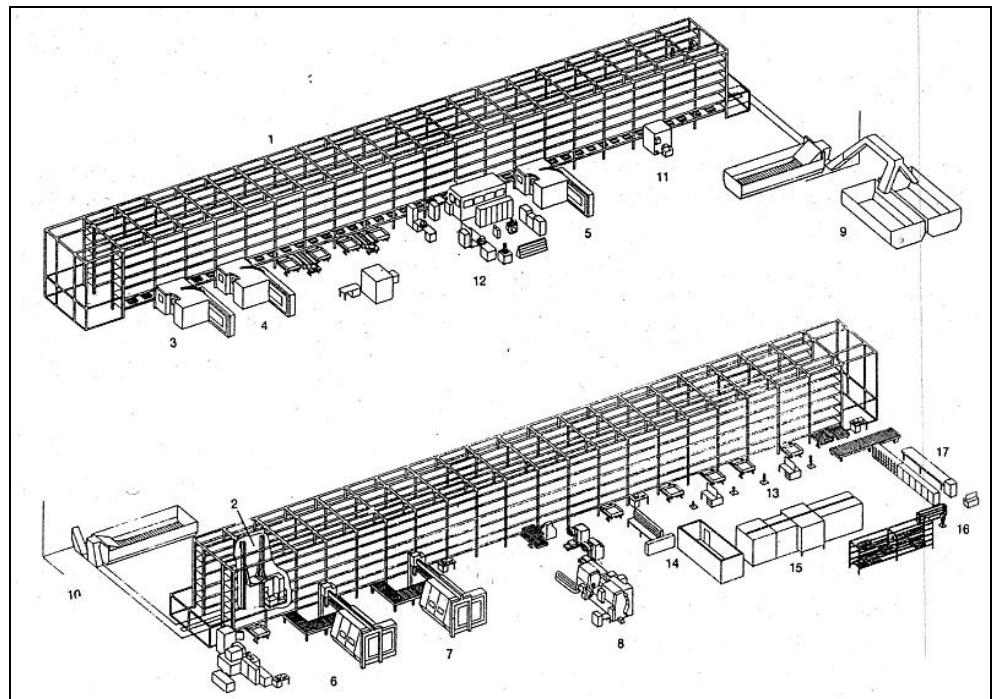
Läpivirtaushyllyt soveltuvat käytettäväksi varastoratkaisuksi silloin, kun tavaranimikkeitä on vähän ja niiden tavaramäärät suuria. Yleensä tätä varastointitarkoitusta käytetään juuri tehtaiden eniten kysytyjen tuotteiden varastointiin. Tällöinkin varastoitujen nimikkeiden lukumäärä on vähäinen (alle 100). [4, s. 359.]

Rakenteensa puolesta läpivirtausvarasto voidaan käyttää tuotantoprosessissa kahden eri työvaiheen välisenä välivarastona, jolloin se erottaa työvaiheiden tuotantorytmin toisistaan [4, s. 359].

2.5.4 Automaattivarasto

Automaattivarastolla tarkoitetaan varastoa, jossa suurin osa työstä on automatisoitu. Automaattivarastoissa yhdistetään erilaisia varastointitapoja kuljetinjärjestelmillä toisiinsa. Kuljetinjärjestelminä käytetään erilaisia kuljettimia, hissejä ja siirtovaunuja. Lattialle sijoitettu kuljetinjärjestelmä vaikeuttaa mahdollisesti muuta liikennettä, kun sen sijaan katossa sijaitseva kuljetinjärjestelmä jättää lattiatason vapaaksi muulle liikenteelle. [4, s. 348 - 349.]

Tyypillinen esimerkki automaattivarastosta on hyllystöhissi. Kuvassa 10 hyllystöhissi on osana laajempaa FMS-kokonaisuutta (Flexible Manufacturing System). Hyllystöhissi materiaalinkäsittelylaitteineen pakkaa varaston suhteellisen tiiviisti. Hyllystöhissin rajoittavana tekijänä on siirtovaunun palvelukyky. Suuremmat automaattivarastot ovat keskusohjattuja. [8, s. 170 - 171.]



Kuva 10. Hyllystöhissillä yhtenäiseksi yksiköksi muodostettu tuoteverstaas [8, s. 170]

2.6 Keräys ja setitys

Keräys aloittaa asiakastoimituksen valmistamisen. Keräysmenetelmät jakaantuvat kahteen pääryhmään sen mukaan, meneeko kerääjä tavaran luo vai tuleeko tavara kerääjän luo. Erilaisissa automaattivarastojärjestelmissä kerättävät tuotteet tulevat kutsuttaessa keräilijän saataville, kun taas manuaalisissa varastojärjestelmissä keräilijän on haettava nämä itse. [4, s. 378.]

Tehokkaan keräyksen järjestämisen edellytys on, että keräyslista on muodostettu keräysreitien etenemisjärjestyksen mukaisesti. Lean-ajattelun mukaisesti varaston, josta keräily tehdään, tulisi olla järjestetty siten, että keräily tulisi suoritetuksi mahdollisimman vähin liikkein. Toinen tehokkaan keräyksen periaate on se, että hyllystössä liikuttua matkaa kohden kerätyn tavaran määrä on mahdollisimman suuri. [4, s. 378 - 379.]

Setitys on toimintatapa ohjauksen hoitojen lukumäärän vähentämiseksi. Idea on se, että osista muodostetaan seteiksi sanottavia joukkoja, joita hoidetaan kuin yhtä osaa. Tällöin esimerkiksi yksittäisiä ruuveja ei tarvitse hoitaa erikseen, vaan tilauksen mukana voidaan liikutella ruuvi-settejä. Setitys voidaan tehdä tehtaan sisäisesti tai toimeen voidaan etsiä partneri, joka toimittaa yritykselle valmiita osa-settejä. [8, s. 234 - 236.]

2.6.1 Rivikeräily

Rivikeräilyssä yhteen valmistettavaan tuotteeseen liittyvät osat kerätään samaan aikaan. Erityisesti tällä tarkoitetaan yhteen tilaukseen liittyvien tuotteiden keräilyä. Jos valmistettavat tuotteet eroavat toisistaan huomattavasti, eli eräkeräilyä ei voida käyttää tehokkaasti, on rivikeräily ainoa mahdollisuus tehokkaaseen keräilyyn. Tällöin rivikeräilyyn kehittämiseen tulee panostaa erityisesti. Arviolta jopa 65 % varaston toimintakustannuksista aiheutuu tilauksen keräilyyn liittyvistä toiminnoista. Tästä johtuen keräilyyn käytetyn ajan lyhentäminen vähentää selvästi varaston toimintakustannuksiin. [14.]

2.6.2 Eräkeräily

Eräkeräilyssä useampi tilaus tai työ kerätään samalla kertaa. Tällöin yhdellä varastopaikalla käynnit vähenevät näiden kerättävien tilausten kohdalla. Ke-

rättävien tilausten tulisi kuitenkin olla pääpiirteiltään samankaltaisia tai esimerkiksi samaa kokoluokkaa edustavia, jotta eräkeräilystä saataisiin paras hyöty. [15.]

2.7 Case: Valtra Oy Ab, Suolahti

Valtran traktorikokoonpanolinjan yhteydessä on käytössä sekä tahtilinjan yhteydessä käytettäviä läpivirtausvarastoja sekä keräilyyn käytettävä Rocla AGV -järjestelmä.

Valtran tuotannossa on käytössä JOT-tuotannon periaate, ja erityisesti se näkyy tuotannon tarvitsemien komponenttien saapumisessa tehtaalle. Komponentit saapuvat tehtaalle nimikkeestä riippuen noin 3 - 9 tuntia ennen niiden tarvetta. Tuotanto tapahtuu tahtilinjassa, joka siirtyy automaattisesti 19,1 minuutin välein eteenpäin. Koska linja siirtyy automaattisesti työvaiheiden välillä, on tarvittavien komponenttien oltava varmasti saatavilla juuri oikeaan aikaan.

Osa läpivirtaushyllyistä on toteutettu kelkkamallilla, jossa työntekijä saa vedettyä hyllystä ulos ensimmäisellä paikalla olevan lavakuorman. Nämä läpivirtaushyllyt ovat muilta osin rakenteeltaan normaaleja kuormalavahyllyjä. Läpivirtauksen syvyysuuntainen puskurikoko on yksi lavapaikka ja tuotteiden puskurointi tapahtuukin vierekkäisillä lavapaikoilla. Ratkaisussa ei siis käytetä rullien tai kiekkojen avulla tapahtuvaa lavojen automaattista liikuttamista.

Roclan AGV -järjestelmä on käytössä lauhdutinkokoonpanon keräily- ja setitystoiminnassa. Vihivaunuun on liitetty näyttöpäätte, joka on yhteydessä toiminnanohjausjärjestelmään. Jokaisen tilauksen keräilylista on näkyvillä näyttöpäätteessä ja trukki liikkuu keräilyvarastossa sen mukaan mitkä tuotteet ovat listalla seuraavaksi kerättävänä.

2.8 Case: Sandvik Mining & Construction Oy, Tampere

Sandvik Mining & Construction Oy:n Tampereen tehtaan vierailusta insinöörityön kannalta merkityksellisin huomio oli jiggin käyttö kokoonpanon yhtey-

dessä. Jigi oli osana keräilyyn käytettävää kärryä. Toisin sanoen kokoonpanojigi on konstruoitu siten, että tuotteen kokoonpanoon tarvittavat osat kerätään kärryyn ja siirretään settinä kokoonpanopisteelle.

Tällaisen kokoonpanojigin käytöllä saadaan eliminoitua tuotteiden siirtoja esimerkiksi kuormalavan ja kiinteän kokoonpanopukin käyttöön verrattuna. Kiinteää pukkia käyttävässä kokoonpanossa tuotteet siirretään kuormalavalta kiinteään pukkiiin kokoonpanoa varten ja valmis lopputuote kiinteästä pukista takaisin kuormalavalle. Kokoonpanojigiä käytettäessä nämä siirrot eliminoidut, ja Lean-ajattelun mukaan nuo siirrot ovat arvoa lisäämättömiä toimintoja.

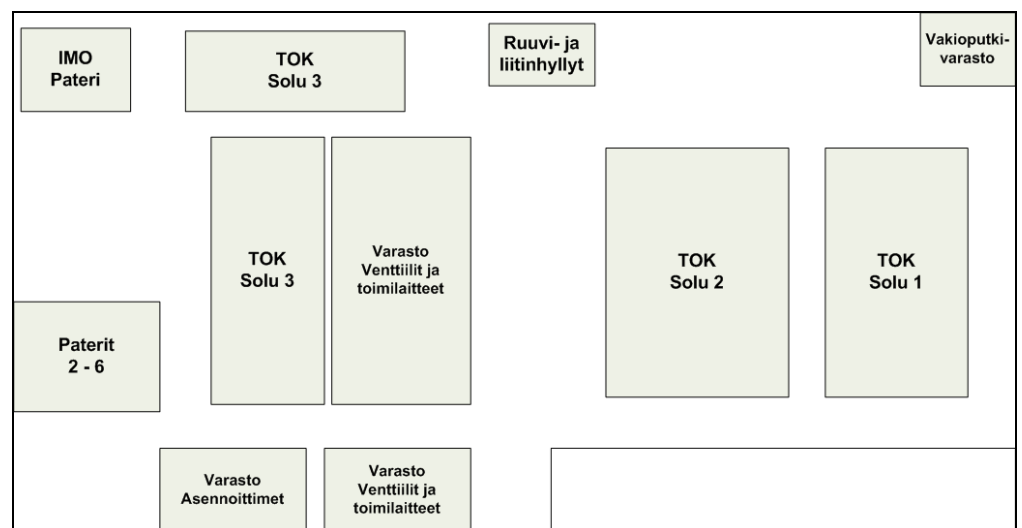
Kokoonpanokärry on suunniteltu siten, että kokoonpano voidaan suorittaa kokonaan jigiin ja tuotteen testaus voidaan suorittaa liittämällä kärry suoraan testilaitteistoon. Tämä piirre eliminoi hankalat ja aikaa vievät liitokset testilaitteistoon.

3 TOTEUTUS

3.1 Nykytilan analyysi

Nykytilan analyysissä tarkastellaan lopputuotetta ja sen kokoonpanoa, Roihupellon toimituskeskuksen kokoonpanon layoutia ja materiaalivirtoja. Näistä pyritään aiemmin määriteltyjen perusteiden puitteissa löytämään epäkohtia. Nykytilan analyysin perusteella voidaan tehdä ehdotuksia toiminnan parantamiseksi.

Roihupellon toimituskeskuksen layout (kuva 11) on rakentunut vähitellen nykyiseen muotoonsa. Tämä näkyy erityisesti kuormalava- ja paternoster-varastojen sijoittelussa. Lähtökohtaisesti liitososien, kuten ruuvien, varastointi on työpistekohtaista. Työpistekohtaisten varastojen täydentäminen on kuitenkin työntekijän vastuulla, ja tapahtumana se on taas pois tuotteiden kokoonpanoajasta. Työpistevarastojen systemaattinen täydentäminen on kuitenkin erittäin vaikea toteuttaa tehokkaasti, koska jokainen työpiste on lähtökohtaisesti erilainen.



Kuva 11. Roihupellon toimituskeskuksen layoutin lohkokaavio

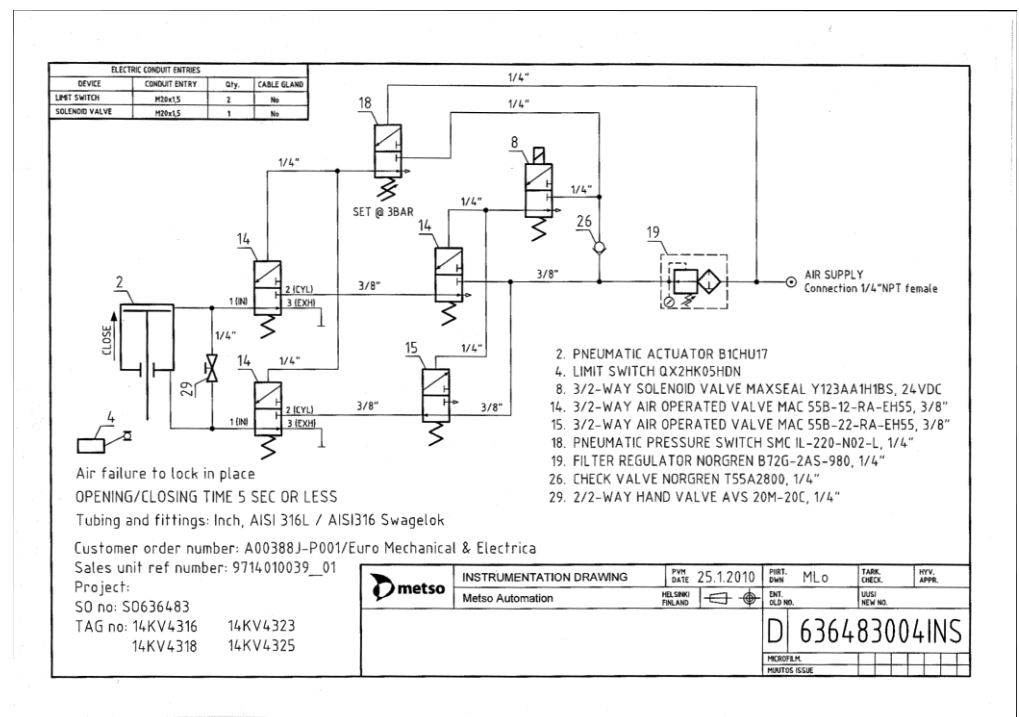
3.1.1 Lopputuotteen tarkastelu

Metso Automationin Helsingin toimituskeskuksen lopputuote on venttiiliyhdistelmä, joka pääsääntöisesti koostuu venttiilistä, toimilaitteesta, asennoit-

timesta ja instrumentoinnista. Voidaan ajatella, että jokainen edellä mainittu osa on lopputuotteen moduuleita. Venttiiliyhdistelmässä on tyypillisesti yksi ydinkomponentti, jonka ympärille kokoonpanotapahtumassa venttiiliyhdistelmä rakennetaan. Nykytilanteessa ydinkomponenttina on toimilaite, joka kokoonpanotapahtumassa kiinnitetään ensimmäisenä kokoonpanopukkiin.

Valtaosassa tuotteista instrumentointi joudutaan suunnittelemaan kokoonpanossa reaalisesti toteutukseksi. Instrumentoinnin suunnittelu tapahtuu tällöin asentajan toimesta.

Lähtökohtana asentajalle on instrumentointipiirustus (kuva 12) venttiiliyhdistelmän kokoonpanovaiheessa. Instrumentointikuva ei kerro miten varsinainen instrumentointi tulee tehdä suhteessa varsinaiseen lopputuotteeseen. Instrumentoinnille on annettu vain mitat, joilla määritetään miten paljon instrumentaatio saa tulla toimilaitteen, venttiilin ja asennoittimen linjan ulkopuolelle.



Kuva 12. Esimerkki instrumentoinnista

3.1.2 Suunnittelutuotteiston Pareto-analyysi

Suunnittelutuotteiston Pareto-analyysi (liite 1 ja kuva 13) näyttää, että noin 20 % tuotteistosta muodostaa noin 80 % toimituskeskuksen saamista sisäisistä tuloista. Pareto-analyysissä olisi parasta käyttää tuotekohtaisia voittoja, mutta niitä ei voida saada käytettäväksi tämän analyysin tarpeisiin. Analyysin datassa (liite 1) ja kuvaajassa (liite 2) käytetään varsinaisten rahamääräen sijaan suhteellisia prosenttiosuuksia koko rahamäärään nähden lukujen arkaluonteisuuden takia.

ABC	%	%osuus price total	Instrumentoinnin osuus ryhmässä
A	20,71 %	79,63 %	63,41 %
B	23,23 %	15,33 %	58,70 %
C	56,06 %	5,04 %	65,77 %
	100,00 %	100,00 %	

Kuva 13. Suunnittelutuotteiston ABC-prosentit

Pareto-analyysin perusteella suunnittelutuotteisto saadaan jaettua ABC-ryhmiin. Putkituksen venttiiliyhdistelmäkohtaisen suunnittelun ja toteuttamisen tiedetään vievän suuremman osan aikaa kokoonpanotyöstä verrattuna vakioputkituksen käyttöön. Tästä syystä myös monimutkaisen instrumentoinnin osuutta luokissa on tarkasteltu analyysin yhteydessä.

Mielenkiintoisena huomiona yli 56 % tuotteistosta kuuluu C-ryhmään, jota siis valmistetaan määrällisesti vähiten. C-ryhmä koostuu enemmiltä osin petrokemian teollisuudessa käytettävistä venttiiliyhdistelmistä, jotka ovat pitkälti ko. teollisuuden tarpeisiin räätälöityjä yhdistelmiä. Tästä syystä C-ryhmän tuotteet sisältävät selkeästi enemmän instrumentointia kuin A- ja B-ryhmän tuotteet.

Jatkotutkimuksena suunnittelutuotteistoa tulisi tarkastella tuotekohtaisen kateuuton avulla. Näin voitaisiin tarkastella lopputuotteiden valmistuksen todellista kannattavuutta.

3.1.3 Suunnittelutuotteiston analyysi Glendayn seulalla

Glendayn seulassa eli tuotantoteknisessä analyysissä suunnittelutuotteisto jaetaan tuotantomääristä prosenttiosuuksilla 50 / 90 / 99 tuotantoteknisiin ryhmiin. Tällöin selkeästi suurien volyymien tuotteet saadaan eroteltua

muusta massasta. Jos volyymierot ovat suuret tuotteiston välillä, on syytä erottaa suurien volyymien tuotteet muusta valmistuksesta omaksi prosessikseen.

Tuotantotekninen analyysi			
%	Lkm	%-osuus	Kappalemäärä
50 %	5	2,5 %	9436
90 %	32	16,2 %	6721
99 %	79	39,9 %	1650
99-100 %	82	41,4 %	184
Yhteensä	198	100,0 %	17991

Kuva 14. Tuotantotekninen analyysi Glendayn seulalla

Tuotantotekninen analyysi (kuva 14) näyttää viiden tuoteryhmän muodostavan yli 50 % koko tuotannon kappalemäärästä. Erityisesti huomion arvoista on, että 50 % volyymista muodostavat tuotteet ovat vain 2,5 % koko tuotteistosta. Analyysin data on liitteessä 2. Analyysin kuvaajaa (liite 3) tarkasteltaessa on havaittavissa kolmen ryhmän volyymien olevan selkeästi muiden tuotteiden volyymien yläpuolella. Huomion arvoista liitteen 3 ja liitteen 1 Pareto-analyysin datassa on se, että käsikäyttöiset venttiilyhdistelmät teetetään alihankkijalla eivätkä ne ole suoraan sidoksissa toimituskeskuksen tuotantoon.

Tuotantomäärältään suurimman ryhmän tuotteet ovat pääasiallisesti pienikokoisia ja kokoonpanoajaltaan nopeita tuotteita. Nämä seikat huomioon ottaen tuotteiden kokoonpano voitaisiin suorittaa tahtilinjamuotoisessa kokoonpanolinjassa. Tahtilinjain materiaalisyöttö voi tapahtua pääasiallisesti linjan yhteydessä olevalla läpivirtausvarastolla.

Tahtilinjassa ei ole puskurivarastoja työasemien välillä, ja kaikki kappaleet on siirrettävä yhtä aikaa asemasta seuraavaan tai järjestyksessä viimeisestä vaiheesta alkaen. Tahtilinjain kapasiteetin määrää pisimmän työvaiheen aika kappaleen vaihtoaikoineen. Tämä määrää ajallisen jaon, jolla kappaleita valmistuu linjalla. Tätä aikaa kutsutaan tahtiajaksi. [8, s. 81 - 82.]

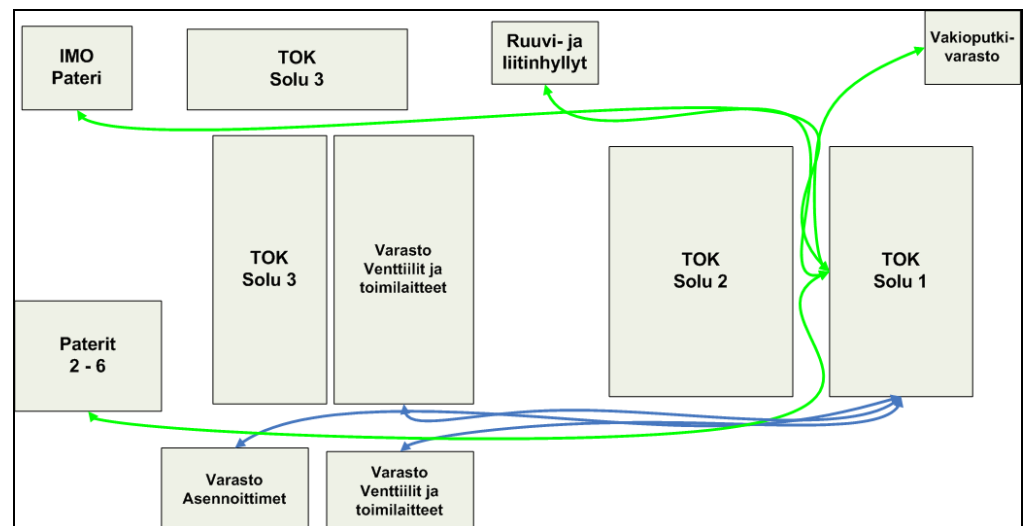
Linjojen toimintatapa pakottaa linjan ohjauksen tapahtuvan fifo-periaatteella (first in - first out). Ohjaustapa sitoo työjärjestyksen, toisin sanoen linjalle menneet työt eivät voi vaihtaa paikkaa linjan sisällä. Pakkojärjestys merkitsee erittäin varmaa läpäisyä hallintaa ja yleensä lyhyttä läpäisyäikää. [8, s. 84.]

3.1.4 Toimituskeskuksen kokoonpanon materiaalivirrat

Ideaalitilanteena voidaan venttiiliyhdistelmäkokoonpanon näkökulmasta ajatella tilannetta, jossa yksittäinen kokoonpanotyöntekijä ei liiku työpisteeltään vaan työntekijälle tulee kokoonpantavaksi valmis setti, jossa on kaikki kokoonpanoon tarvittavat osat mukana.

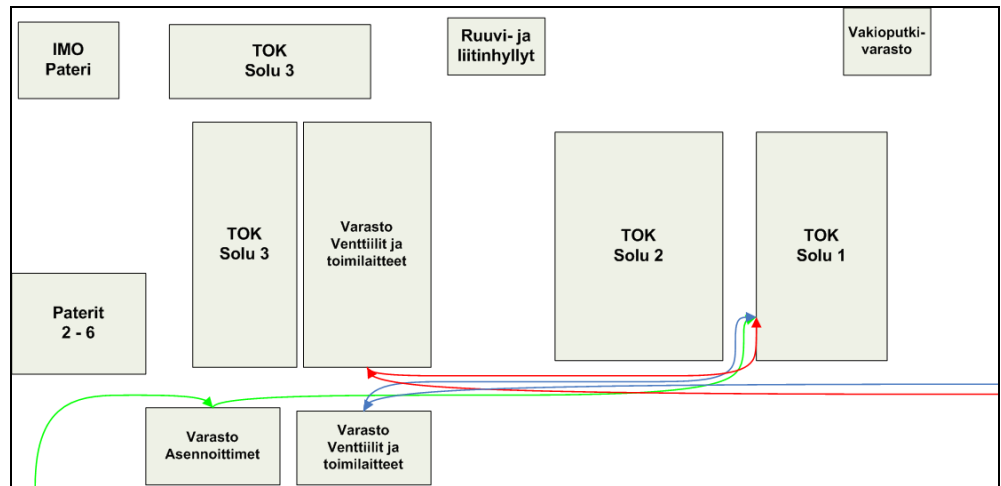
Kuva 15 havainnollistaa nykytilanteessa kokoonpanotapahtumaa työntekijän näkökulmasta. Kuvassa on havainnollistettu eri osia Roihupellon tehtaan toimituskeskuksen alueelta lohkoavion avulla. Kuvaan on merkitty vihreällä työntekijän liikkeitä ja sinisellä keräilyliikkeitä. Liikkeitä havainnollistetaan kaksisuuntaisilla nuolilla kuvion tulkinnan helpottamiseksi. Kyseessä on nk. Worst Case Scenario, eli työntekijälle tulleesta setistä ja työntekijän omista työpistevarastoista puuttuu yhdistelmään kuuluvia osia. Tällaisessa tilanteessa työntekijä joutuu kulkemaan kahden tehdashallin alueella useita kymmeniä tai jopa satoja metrejä hakeakseen tarvittavat osat kokoonpanoa varten.

Tyypillisiä tällaisia osia ovat putkitusliittimet, yhdistelmän vakioputket, erikoisruuvit ja yhdistelmän puolivalmisteiden (venttiili, toimilaite, asennoitin) huolto- ja käyttöohjeet.



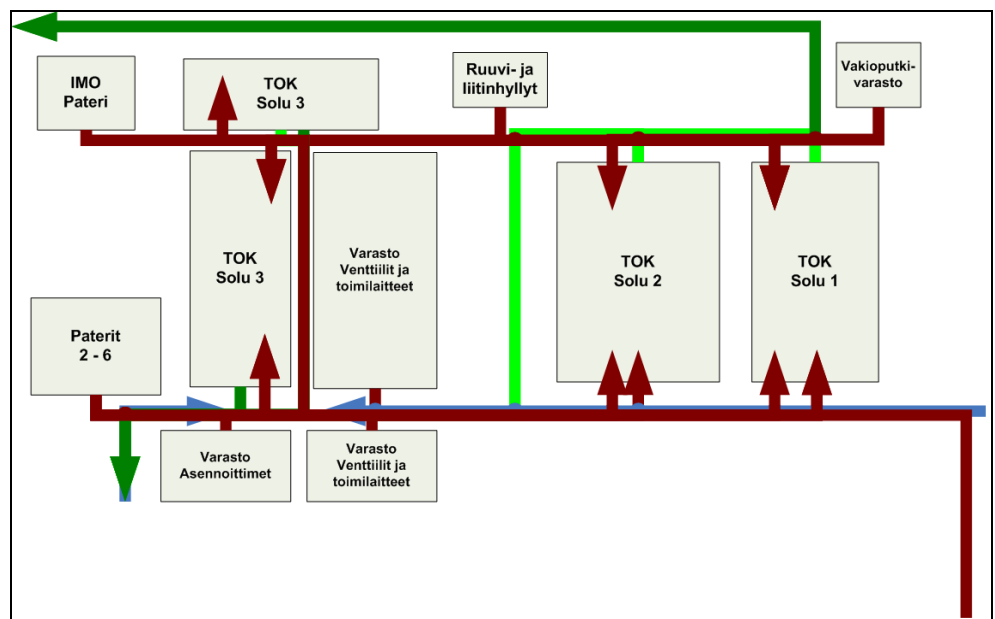
Kuva 15. Kokoonpanosolun 1 työntekijän ja keräilyn spaghetti-kaavio

Toisen kokoonpanosolun (kuva 15, TOK Solu 2) työntekijän ja keräilyliikkeitä ovat pitkälti samanlaisia kuin 1. solun, eikä näitä liikkeitä siitä syystä ole erikseen havainnollistettu kuvassa. Kokoonpanosolun 3 työntekijän liikkeitä



Kuva 17. SO-yhdistelmän spagetti-kaavio

Kuvien 15, 16 ja 17 tiedot yhdistämällä saadaan kokonaiskuva (kuva 18) Roihupellon toimituskeskuksen materiaalivirroista.

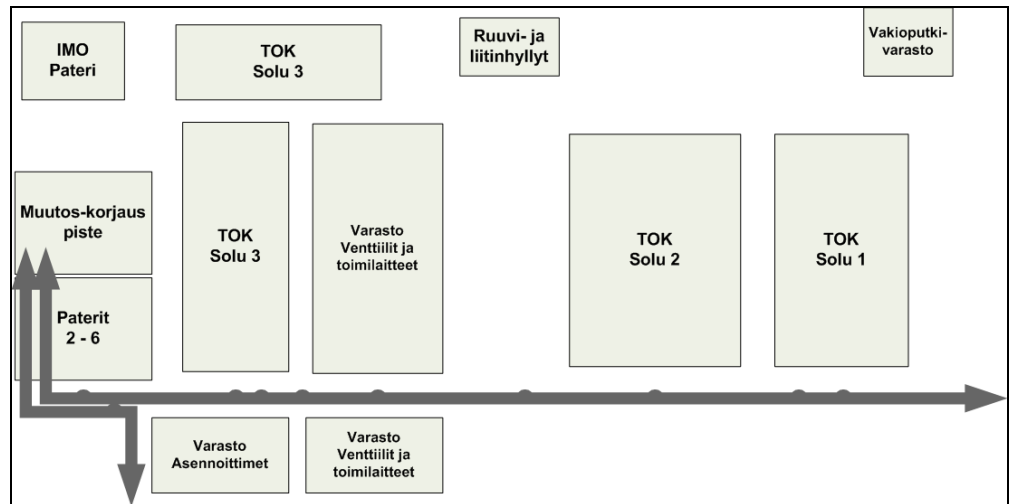


Kuva 18. Roihupellon toimituskeskuksen materiaalivirrat

Kuva 18 osoittaa korostetusti ne liikkeet joita keräilyyn, siirtojen ja toimituskeskukseen tulevien materiaalien osalta on. Virroilla ei ole mitään selkeää yhtä suuntaa, vaan ne risteilevät keskenään. Tästä seuraa huomattava risteävä trukkiliikenne, joka osaltaan vaarantaa jalankulkijoiden turvallisuutta.

Joissakin asiakastarkastetuissa tuotteissa huomataan puutteita tarkastuksen yhteydessä. Pienet muutokset tehdään suoraan venttiiliyhdistelmiin asiakastarkastuspisteellä, mutta suurempia muutoksia varten tuotteet viedään toimituskeskuksen muutos-korjaus-pisteelle. Jos puutetta ei voida korjata toimi-

tuskeskuksessa, puutteellinen tuote lähetetään muutospisteeltä komponenttitehtaille korjattavaksi. Kuva 19 havainnollistaa tätä prosessia. Kuvassa nuolet ovat kaksisuuntaisia, sillä tuotteet palautuvat samaa reittiä takaisin ja venttiiliyhdistelmä kootaan uudelleen muutos-korjaus-pisteellä.



Kuva 19. Roihupellon toimituskeskuksen muutos-korjaus-prosessi

3.1.5 Keräilyn tarkastelu

Keräilylistana on toiminut tilauksen työkortti, jossa listataan kaikki tilaukseen tarvittavat osat. Työkorttien osaluetteloissa on kuitenkin ollut valitettavan paljon virheitä, mikä taas osaltaan vaikeuttaa keräilyn täsmällisyyttä. Työkortti-virheiden takia täydellisiä keräilyjä ei ole voitu tehdä. Toisaalta keräilijällä on täytynyt olla kokemusta yhdistelmäkokoonpanosta tietääkseen ennalta tyypilliset virheet työkorteissa.

Keräilyssä on aiemmin kerätty lavalle tilauksen tarvitsema venttiili, toimilaitte sekä asennoitin. Näiden lisäksi on mahdollisesti kerätty joitain erikoisosia, joita tilauksiin tyypillisesti ei tule. Keräily on kuitenkin tyypillisesti rajoitettu vain näihin ydinkomponentteihin ja esimerkiksi liitososat asentaja on tarvittaessa hakenut itse varastoista. Kokoonpanossa liitososien varastointi perustuu solu- ja työpistekohtaiseen varastointiin. Jos työpisteen ja solun varastot ovat tyhjentyneet tarvittavista osista, on asentajan haettava osat varsinaisen varaston paternoster-hyllyistä ja ruuvivarastosta (kuvat 15 ja 16).

Tuotantosoluilla on ollut käytössään yksi päätoiminen keräilijä, joka on tehnyt töitä yhdessä vuorossa. Näiden lisäksi kokoonpanosoluissa on muutama

keräilijäksi opastettu työntekijä, jotka pääsääntöisesti tekevät kokoonpanotöitä. Kuitenkaan iltavuorojen aikana ei ole aina saatavilla keräilijää tai keräilijäksi opastettua työntekijää, jolloin kokoonpanotyöntekijät joutuvat itse hoitamaan joidenkin töiden keräilyt. Tämä on usein johtanut siihen, että joillain venttiiliyhdistelmän osilla säilyy toiminnanohjausjärjestelmässä vanhentunut varastopaikka, koska tilauksen keräilty työntekijä ei ole osannut tehdä järjestelmässä varastosiiroja. Esimerkiksi jos venttiiliyhdistelmän kokoonpanon yhteydessä on ilmennyt selvittämistä vaativia ongelmia ja tilauksen osat on kerätty työpisteen varastoihin, voi venttiiliyhdistelmän joillain osilla olla järjestelmässä vielä näkyvissä varastopaikka normaalissa keräilyvarastossa. Tämä aiheuttaa tuotteiden "häviämistä", jolloin toimihenkilöresurssit eivät pelkästään järjestelmästä saatavan tiedon perusteella tiedä, missä venttiiliyhdistelmän osat liikkuvat.

Kaikista tuotetuista venttiiliyhdistelmistä noin 9,5 % on sellaisia, joita ei tarvitse keräillä, vaan keräilijä on toimittanut työkortin suoraan työpisteille. Näissä tapauksissa venttiiliyhdistelmä koostuu vakiotuotteista, jotka on tuotu kuormalavoilla kokoonpanosolujen läpivirtausshylyihin.

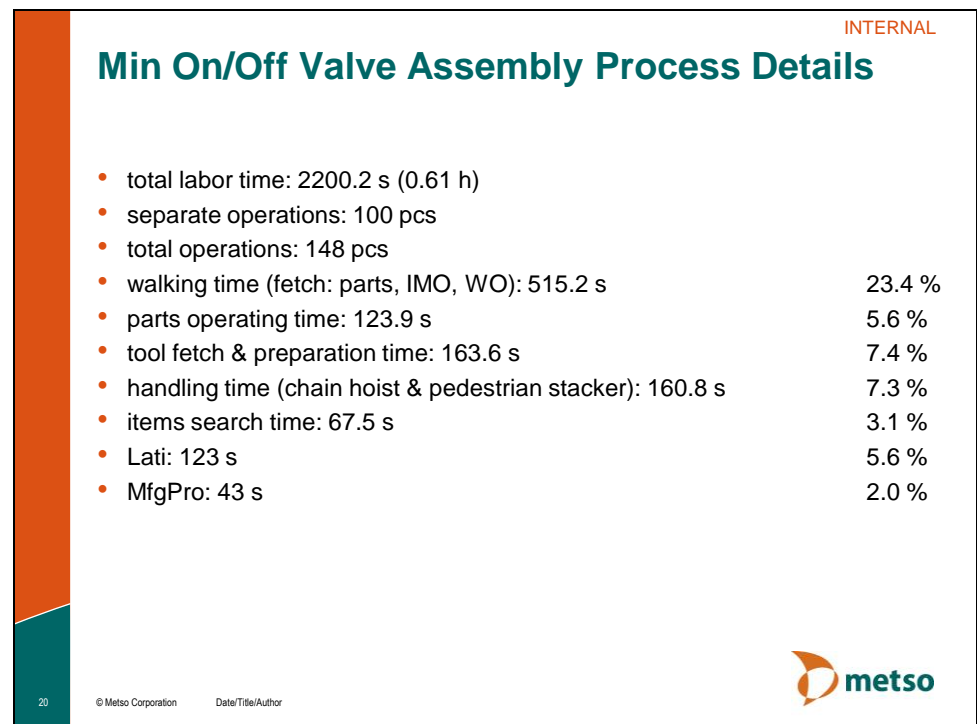
Metso Automation ottaa käyttöön vuoden 2010 aikana uuden toiminnanohjausjärjestelmän Lawson M3, jonka varastonhallinta- ja keräilytoiminnot on otettava huomioon toimituskeskuksen sisäisen logistiikan suunnittelussa.

Keräilylista muodostuu Lawson M3:ssa varastopaikkatunnuksen mukaan. Esimerkiksi jos keräiltäviä tuotteita on varastossa paikoissa C, B ja A, keräilylistalla tuotteet ovat järjestyksessä A, B ja C. Varaston layout tulisi siis ensisijaisesti suunnitella siten, että keräilylista muodostuu loogiseen keräilyjärjestykseen mahdollistaen tehokkaan keräilyn toteuttamisen. Keräilylistan muodostamiseen on mahdollista käyttää myös kolmannen osapuolen sovelluksia, jotka keskustelevat varsinaisen toiminnanohjausjärjestelmän kanssa. Tällaisia sovelluksia kutsutaan yleisnimellä WMS, Warehouse Management System. Tällainen järjestelmä on kuitenkin varsinaisesta toiminnanohjausjärjestelmästä erillinen vaikkakin kytkettävissä moduulein ERP-järjestelmään. Kustannustehokkaampi ratkaisu on ensisijaisesti keskittyä tehokkaan varaston layoutin suunnitteluun.

3.1.6 DFA-analyysin hyödyntäminen

Vuonna 2008 toimituskeskuksessa oli toteutettu DFA-analyysi (Design for Assembly), jossa tutkittiin muun muassa tuotteen koon muutoksen vaikutusta kokoonpanoaikoihin. Analyysissa käytettiin Boothroyd Dewhurstin DFMA-ohjelmistoa.

Analyysin tuloksena nähtiin, että pienien ja keskikokoisten venttiilyhdistelmien kokoonpanotyöhön käytetystä ajasta noin 23 % menee pelkästään kävelyyn (kuva 20). Kävelyllä tässä yhteydessä tarkoitetaan niitä liikkeitä, jotka asentaja joutuu tekemään hakiessaan venttiilyhdistelmään tarvittavia komponentteja. Nämä liikkeet ovat myös havainnollistettu kuvissa 15 ja 16.



Kuva 20. DFA-analyysin tulokset On/Off-venttiilyhdistelmälle

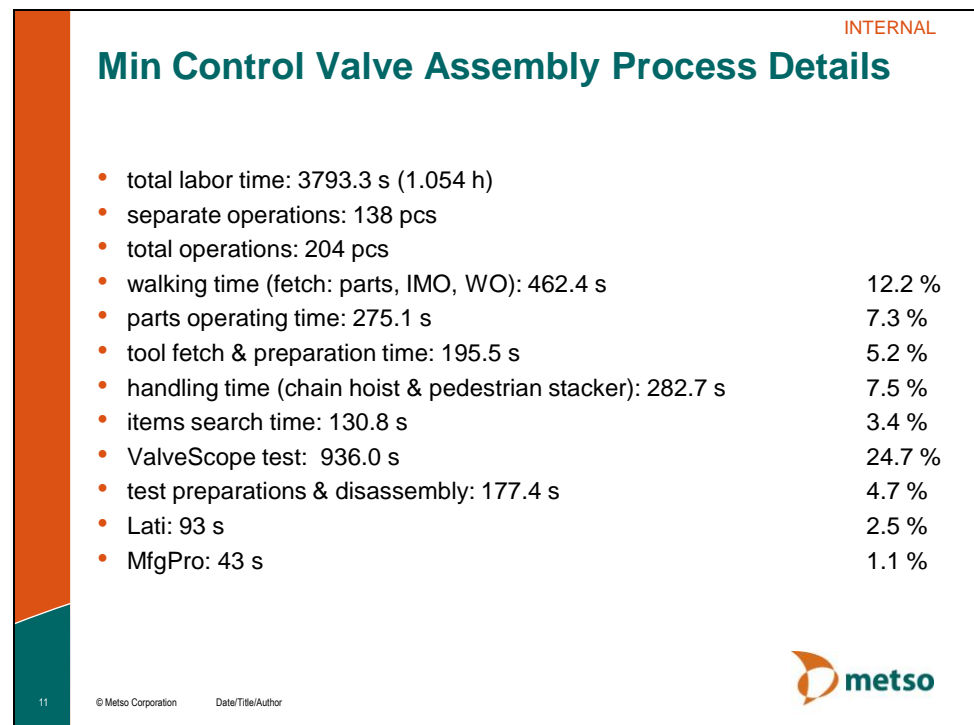
Analyysin jälkeen toimituskeskuksen layoutia on muutettu siten, että ruuvihyllyt ovat lähempänä soluja 1 ja 2. Toisin sanoen kävelyyn käytetty aika ei ole niin suuri nykyisessä mallissa kuin analyysin aikana.

Kuvassa 20 esitetty analyysi on tehty On/Off-venttiilyhdistelmälle, jossa käytetään pääsääntöisesti rajakytkintä osoittamaan venttiilin asentoa. On/Off-termi tulee venttiilin asennosta, joka on joko auki tai kiinni. Säätoventtiilyhdistelmässä käytetään rajakytkimen paikalla asennoitinta, jolla voidaan sää-

tää venttiilin asentoa auki- ja kiinni-asentojen välillä noin 0,03 % tarkkuudella.

Säätöventtiiliyhdistelmien kokoonpanossa joudutaan vielä erikseen konfiguroimaan asennoittimen toiminta. Tämä säätö- ja testausohjelman ajo vie ajallisesti suurimman osan venttiiliyhdistelmän kokoonpanotyöstä.

Ajallisesti konfigurointi ja testaus (kuva 21, kohta "ValveScope test") vie lähes 25 % koko kokoonpanotyöhön käytetystä ajasta. Kävelemiseen käytetty aika kuitenkin nousee tässäkin toiseksi noin 12 % osuudella.



Kuva 21. Säätöventtiiliyhdistelmän kokoonpanon DFA-analyysi

Lean-ajattelun mukaan kävelyyn käytetty osuus on molemmissa venttiiliyhdistelmätyypeissä kuitenkin kokonaisuudessaan hukkaa. Varsinkin On/Off-venttiiliyhdistelmien kokoonpanossa tämän hukan poistamisella saataisiin huomattavat säästöt kustannuksissa.

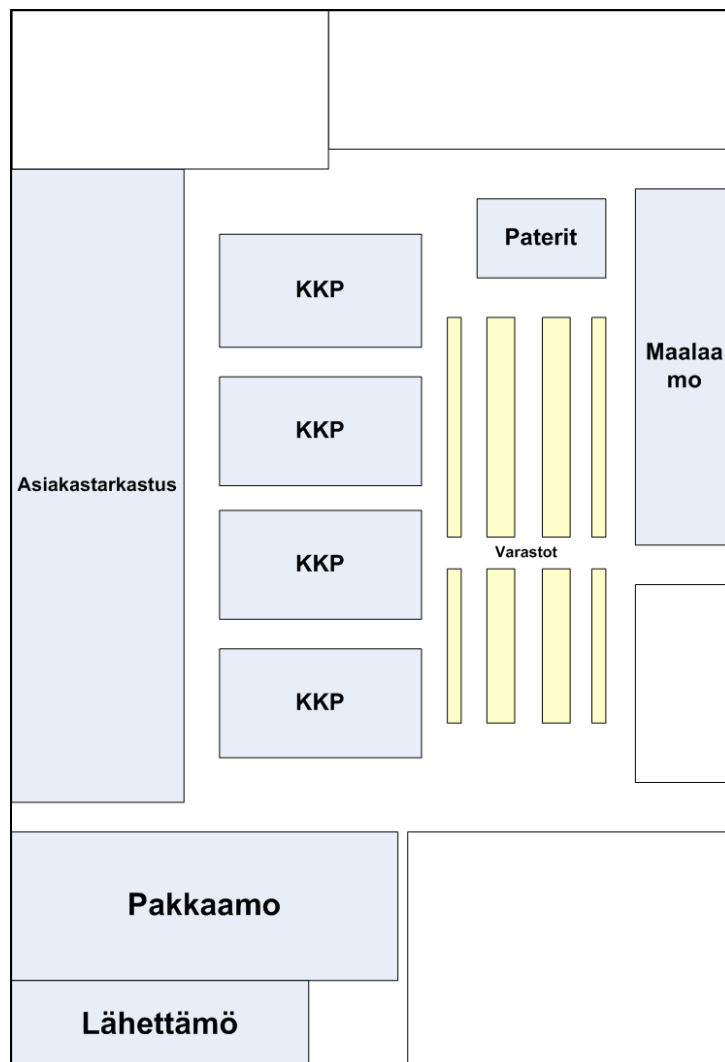
DFA-analyysin voidaan katsoa tukevan setti-periaatteen käyttöönottoa toimituskeskuksen venttiiliyhdistelmätuotannon keräilytoiminnassa.

3.2 Tulevan layoutin analyysi

Kuvaan 22 on havainnollistettu vain toimituskeskuksen alue välittömine liitosalueineen koko uuden tehtaan layoutista.

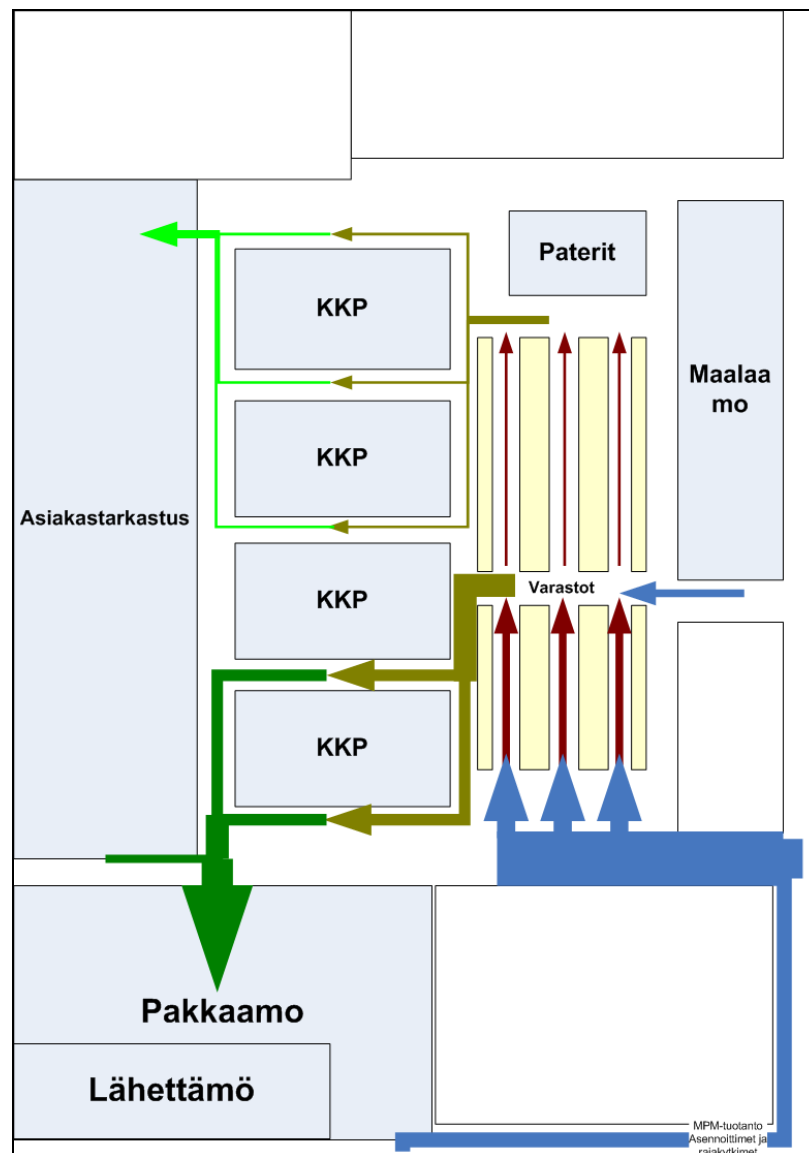
Uuden toimituskeskuksen kokoonpano tullaan jakamaan kokoonpanoryhmiin, joissa kussakin on tarkoitus pystyä valmistamaan kaikkia suunnittelu-tuotteiston lopputuotteita. Yhteen kokoonpanoryhmään tulee kahden kokoluokan työpisteitä, jotka jaetaan toimilaitteeseen mukaan suuriin ja pieniin pisteisiin.

Materiaalivirrat tulevat toimituskeskuksen varastoon pääkäytävää pitkin sekä maalaamon purkualueelta.



Kuva 22. Hakkilan toimituskeskuksen layoutin lohkoakaavio

Kuvassa 23 kokoonpanon materiaalivirtojen nuolten paksuudet kuvaavat virtojen volyyymiä. Sininen väri kuvaa toimituskeskuksen varastoon tulevia materiaalivirtoja, tummanpunainen kuvaa keräilyä liikettä, ruskea/tummankeltainen kuvaa toimituksia kokoonpanopisteille ja vihreät valmiiden tuotteiden kuljetuksia. Valmiit tuotteet jakautuvat asiakastarkastukseen meneviin tuotteisiin (vaaleanvihreä) ja suoraan pakkaamoon meneviin tuotteisiin (tummanvihreä). Volyymit perustuvat pääosin vuoden 2008 lukuihin, joita käytetään vertailukohtana muissakin analyyseissä.

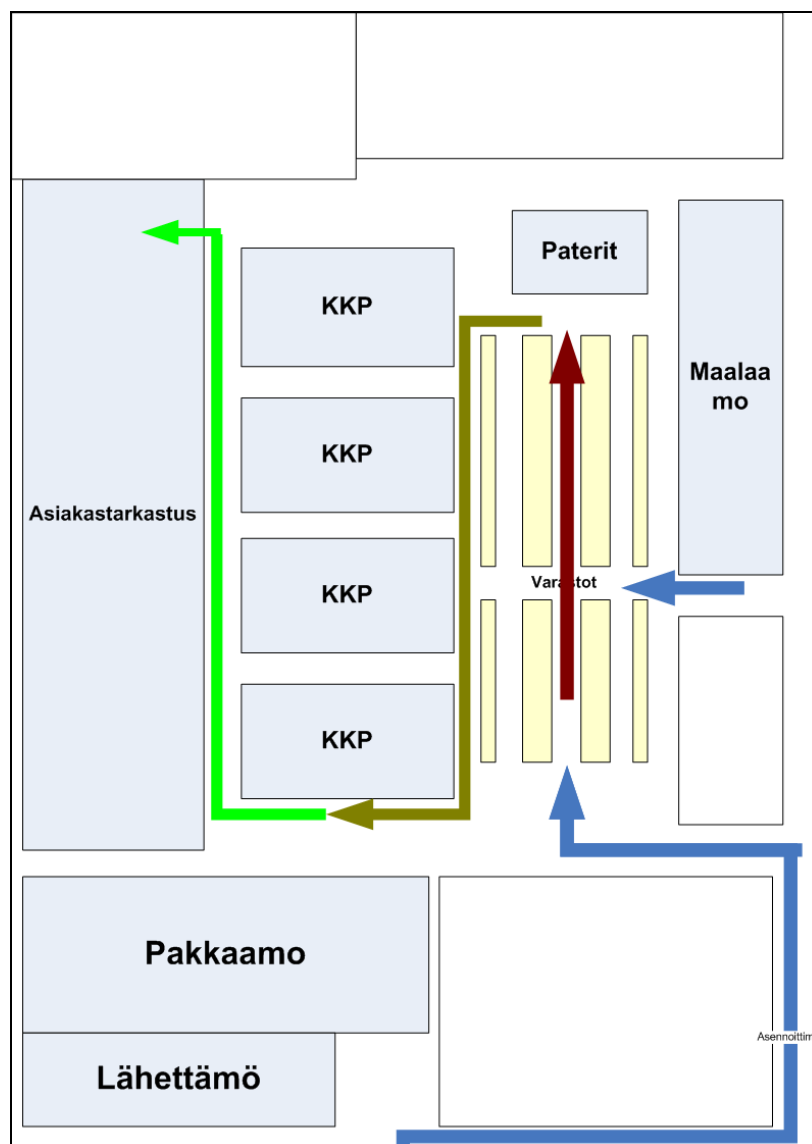


Kuva 23. Hakkilan toimituskeskuksen materiaalivirrat

Tuotantoryhmät on kuvan 23 mallissa jaettu kahteen erilaisia tuotteita valmistavaan kokonaisuuteen. Osa tuotteista toimituskeskuksesta valmistuvista tuotteista menee asiakastarkastuspisteelle tarkastettavaksi ja osa menee

suoraan pakkaamoon asiakkaalle lähettämistä varten. Tätä jakoa tukevat ABC- ja tuotantoteknisessä analyysissä saadut tulokset, joiden mukaan vo-lyymiltaan valtaosan toimituskeskuksen tuotannosta muodostavat yksinker-taiset ja pienikokoiset venttiiliyhdistelmät. Tuotteiden kompleksisuudella ja asiakastarkastusvaatimuksella on suora korrelaatio keskenään.

Tuotantoryhmä-mallisen kokoonpanon lähtöajatus on mahdollisuus kaikkien tuotteiden kokoonpanoon kaikissa kokoonpanoryhmissä. Kuva 24 havainnoi-listaa ongelmatapauksen logistiikan osalta tuotantoryhmä-mallisessa ko-koonpanossa.

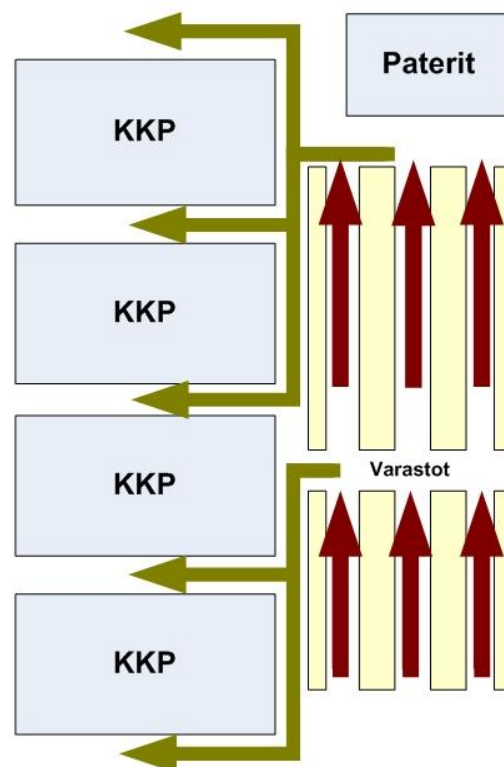


Kuva 24. Esimerkki mahdollisesta keräily/kokoonpanotapahtumasta.

Kuvassa 24 on kyseessä alimmaisessa kokoonpanoryhmässä tapahtuvasta kokoonpanotapahtumasta, jossa tuote on tarkoitus viedä asiakastarkastuk-

seen. Mallissa keräilyn ja toimituksen yhteenlaskettu matkanpituus voi olla jopa 108 metriä. Jos lasketaan vuoden 2008 tuotantomäärien mukaan jokainen valmistettu venttiilyhdistelmä kerätyksi ja toimitetuksi kokoonpanoon, ajettua matkaa tämän mallin varastossa tulee enimmillään noin 2451 kilometriä. Valmiin tuotteen toimitus asiakastarkastukseen tällaisessa tapauksessa on matkaltaan noin 50 metriä. Tästä toimituksesta tulee vuositasolla noin 300 km. Tällöin tuotannon materiaalivirrat muodostavat selvän aaltoliikkeen toimituskeskuksen lävitse. Tällaisessa tapauksessa voidaan ajatella kaikkien asiakastarkastukseen suoraan menevältä materiaalivirralla sivulle poikkeavien liikkeiden olevan turhia.

Kun keräilyvirtaus jaetaan kahteen osaan varaston luonnollisen kahtiajaon kohdalta, saadaan keräily- ja toimitusmatkat lyhennettyä huomattavasti pitkän varaston mallista. Pisimmillään keräily- ja toimitusmatkat ovat jaetun mallin varastossa vuositasolla noin 1475 – 1498 kilometriä. Säästöä kuljetusmatkoissa siis tulee tässä mallissa jopa tuhat kilometriä vuodessa. Jotta tuo matka voidaan laskea ajalliseksi säästökseksi, voidaan käyttää keskimääräistä trukin nopeutta 10 km/h ohjearvona. Tällöin ajallista säästöä syntyy 100 tuntia vuodessa. (Kuvat 24 ja 25.)



Kuva 25. Jaettu keräily- ja toimitusvirtaus

Pitkä varasto
1112 - 2451 km
Jaettu varasto
636 - 1475 km
704 - 1498 km

Kuva 26. Keräilyn ja toimituksen yhteenlasketut matkat vuositasolla

Keräilyvirtauksen jakaminen kahteen vaatii pateri-resurssin jakamista näille kahdelle virtaukselle. Tämä vaatisi myös koko varaston layoutin uudelleen suunnittelua. Tässä yhteydessä kuitenkin tulee arvioida paterien tarvetta erikseen asiakastarkastettavien venttiiliyhdistelmien sekä vakiotuoteventtiiliyhdistelmien osalta. Asiakastarkastettavat venttiiliyhdistelmät ovat tyypillisesti kompleksisempia kuin vakiotuotevirtauksen venttiiliyhdistelmät, joten tiettyjen erikoiskomponenttien osalta paterien käyttö voi olla perusteltua. Tällöin vakiotuotevirtaus ei tarvitsisi samassa määrin pateri-resurssia kuin asiakastarkastettavien tuotteiden virta.

Mallissa on jaettu asiakastarkastukseen menevien yhdistelmien kokoonpano useammalle kokoonpanoryhmälle kuin suoraan pakkaamoon menevien tuotteiden, sillä tyypillisesti asiakastarkastettavat yhdistelmät ovat keskimäärin suuri kokoisempia ja kompleksisempia kuin ei-tarkastettavat yhdistelmät. Asiakastarkastettavien venttiiliyhdistelmien kokoonpano aika on näin ollen myös huomattavasti pidempi kuin muiden yhdistelmien.

Jaetun virtauksen malli antaa perusteet harkita tuotantoperiaatteen muuttamista osan tuotteista osalta tahtilinjamaiseksi tuotantolinjaksi. Tuotannon näkökulmasta aihe on insinööriyön alueen ulkopuolella ja mallia tarkastellaan tässä vain logistiikan näkökulmasta.

3.3 Setti-periaatteen hyödyntäminen

Suurella osalla toimituskeskuksen tuottamista venttiiliyhdistelmistä joudutaan instrumentoinnin putkitus tekemään ns. pitkistä putkesta, eli putkitukseen ei voida käyttää vakiomittaisia putkia. Tällöin ei myöskään voida ennalta valita soveltuvia liittimiä yhdistelmään.

Setti-periaatetta voidaan hyödyntää osasarjojen setittämiseen. Tällöin esimerkiksi kaikki venttiilin ja toimilaitteen väliset liitososat voidaan setittää ko-

koluokittain helposti käsiteltäviksi kokonaisuuksiksi. Tällaisella menettelyllä nopeutetaan työkorttikohtaisen tilauksen setitystä vähentäen keräilijään kohdistuvaa työkuormaa. Liitososien setitys saadaan ajallisesti kannattavaksi, jos tämä hoidetaan alihankkijan toimesta. Muutoin tämäkin setitys joudutaan hoitamaan toimituskeskuksen toimesta, ja näin se lisää toimituskeskukseen kohdistuvaa työkuormaa. Asiaa tulisi kuitenkin tarkastella sovelletun MPB-analyysin avulla tehokkaimman ratkaisun löytämiseksi.

Jotta setti-periaate voitaisiin ottaa tehokkaasti käyttöön, nykymallisesta lopputuotteesta tulisi instrumentointia kehittää. Tällöin venttiiliyhdistelmään tulevat putkitukset voitaisiin standardoida koko malliston osalta. ABC- ja tuotantoteknisen analyysin perusteella ainakin tuotantomääriltään ja saaduilta tuloiltaan merkityksellisten tuotteiden instrumentointia tulisi kehittää. Näin suurivolyymisten tuotteiden tuotantoaika saadaan leikattua minimiin instrumentoinnin osalta ja tuotannon tehokkuutta parannettua.

Kokonaan vakiotuotteista koottujen venttiiliyhdistelmien osalta on mahdollista, että setin kerääminen hidastaa toimituskeskuksen tuotantoprosessia. Näiden venttiiliyhdistelmien osalta tulee harkita linja-mallista kokoonpanoa tai kokoonpanosolua, jota syötetään läpivirtaushyllyin.

Jotta setitystoiminta olisi tehokasta, tulee setitettävien osien olla standardeja. Toisin sanoen tehtäessä tuotteita metrimittaisesta materiaalista, settiperiaate ei toimi sellaisenaan, ellei pystytä standardoimaan kokoonpanon tarvitsemää määrää materiaalia. Kokoonpanon yhteydessä tapahtuvan setityksen on tapahduttava osakokoonpanojen osalta. Jos tuote sisältää vielä suunnittelua kaipaavaa toimintaa, ei setitystä voida käyttää.

4 LOGISTIIKKA- JA VARASTOINTIMALLEJA

Esiteltävät mallit painottavat huomattavasti nykytilannetta enemmän toimituskeskuksen tilauksen toimituksen alkupäähän, erityisesti keräilyyn. Nykyiset keräilijäresurssit (noin yksi keräilijä per kokoonpanosolu) eivät riittäisi uuden toimituskeskuksen malliin. Jotta keräilyn ja setityksen palvelukyky pysyisi tarpeeksi korkealla tasolla, tulisi tietyissä tapauksissa harkita keräilyn ja setityksen laajentamista kahdessa työvuorossa tapahtuvaksi.

4.1 Automaattisen varastotrukkijärjestelmän hyödyntäminen

Varastossa suoritetaan keräily, ja vihivaunu toimittaa kerätyn setin kokoonpanopisteille. Järjestelmää pystytään hyödyntämään älykkäästi työpisteillä, joissa kuitataan työpisteen input/output-paikka valmiiksi. Työpisteen valmistunut venttiilyhdistelmä toimitetaan trukkijärjestelmän toimesta eteenpäin tilauksen mukaan: asiakastarkastukseen menevät tuotteet toimitetaan asiakastarkastuspisteen varastoon ja muut tuotteet toimitetaan suoraan pakkaamon vastaanottopisteelle.

Automaattinen varastotrukkijärjestelmä vapauttaa keräilijän keskittymään tilauksien setittämiseen eikä työvoimaa tarvita valmiiden settien toimittamiseen.

4.2 Kokoonpano kiinteillä pukeilla

Kokoonpano tapahtuu työpisteiden kiinteissä pukeissa ja asentaja liikuttaa osakokoonpanoja ja valmiita venttiilyhdistelmiä työpisteiden nostimilla. Toimilaitteen kiinnitys ja asemointi kokoonpanoa varten tulee asentajan tehtäväksi ja näin lisää kokoonpanotapahtumaan käytettyä aikaa. Venttiilyhdistelmän osakokoonpanoja liikutetaan toimituskeskuksen alueella varastolaivoilla.

Kiinteiden pukkien käyttö antaa kuitenkin kokoonpanotapahtumaan joustavuutta, koska työntekijä voi tarvittaessa helposti uudelleen asemoida ydinkomponentin tarpeen mukaan. Kiinteitten pukkien käyttö kuitenkin lisää tuo-

tekohtaisten hoitojen ja nostojen määrää sekä hidastaa kokonaisuutena kokoonpanotapahtumaa lisäten turhia liikkeitä ja käsittelyitä.

Kiinteitten pukkien tapauksessa settiperustaisen keräilyn tulisi olla mahdollisimman täydellinen, ettei muuten jo pidennettyyn kokoonpanotapahtumaan tule lisää turhaa työtä puutteellisen setin vuoksi.

4.3 Kokoonpano kokoonpanojigeissä

Keräilytapahtumassa tilauksen ydinkomponentti kiinnitetään liikuteltavaan kokoonpanojigiin. Jigin yhteydessä on oltava tilaa muille tilauksessa tarvittaville komponenteille, jotta setitys voi tapahtua jigin yhteyteen. Tällöin tilauksen setti on liikuteltavissa yhtenä kokonaisuutena.

Kokoonpanojigin käyttö lisää setin keräilyyn menevää aikaa, koska ydinkomponentin kiinnitys jigiin tulee keräilijän tehtäväksi. Ydinkomponentin asentaminen jigiin tarvitsisi myös erillisen työpisteen, jotta ydinkomponentti voidaan asemoida riittävän hyvin suhteessa kokoonpanojigiin.

Ottaen huomioon määritellyn toimituskeskuksen trukittomuuden ideaalitilanteena, kokoonpanojigien käyttö venttiiliyhdistelmäkokoonpanossa tarjoaa parhaan mahdollisuuden tämän suuntaiseen kehittämiseen.

Kokoonpanojigin käyttö vähentää työpistekohtaisten nostimien tarvetta kokoonpanotapahtumassa, koska venttiiliyhdistelmän ydinkomponentti liikkuu kokoonpanoon jigiin kiinnitettynä ja valmis venttiiliyhdistelmä liikkuu asiakastarkastukseen tai pakkaamon vastaanottoon jigissä.

Hyvin suunniteltu kokoonpanojigi sisältää myös mahdollisuuden liittää jigi suoraan testilaitteistoon. Tällaisissa tapauksissa tulee kuitenkin arvioida, saadaanko tällä lisähyötyä kokoonpanoprosessiin.

4.4 Kokoonpano kiinnittimien avulla

Vaihtoehtoisesti kokoonpanojigin asemesta voidaan käyttää kiinnitintä, joka voidaan työpisteillä kiinnittää suoraan kokoonpanopukkiin. Tällöin asentajan

ei tarvitse asemoida toimilaitetta työpisteellä, mikä vähentää venttiilyhdistelmän kokoonpanoon käytettyä aikaa.

Kiinnittimen käyttö kuitenkin lisää setin keräilyyn käytettyä aikaa, koska kiinnittimen asentaminen toimilaitteeseen tulee keräilijän tehtäväksi. Kiinnittimen asentaminen toimilaitteeseen tarvitsisi myös erillisen työpisteen, jotta kiinnitin voitaisiin asemoida riittävän hyvin suhteessa toimilaitteeseen.

Kiinnittimien käyttö tarvitsee yleensä erillisen kiinnitinvaraston, jossa kiinnittimien huoltotoiminta saadaan erilliseksi tuotannosta. Kiinnitinvarastot ovat tyypillisesti automaattivarastoja, joista tilausnumeron perusteella saadaan tilauksen tuotteille sopiva kiinnitin. [8, s. 149.]

4.5 Tahtilinja-periaatteen soveltaminen toimituskeskuksen tuotantoon

Kuten Pareto- sekä tuotantotekninen analyysi osoittavat, tuotanto on jaettava kahteen erilaiseen tuotantoprosessiin, ns. vakiotuoteprosessiin ja tilauspesifisten tuotteiden prosessiin. Tämä jako antaa perusteet vakiotuoteprosessin linjamalliseen kokoonpanoon. Varsinaisen tuotantolinjan layout kuuluu insinööriyön aihepiiriin ulkopuolelle, joten työssä keskitytään vain tahtilinja-mallisen tuotannon logistiikkaan.

Tahtilinjassa tuote kootaan ydinkomponentin liikkuaessa työvaiheiden välillä. Tällöin settiperiaatetta ei ole välttämätöntä hyödyntää. Varaston palvelukykyyn tulee olla korkea, jopa yli 99 %, jotta tahtilinja-mallinen tuotanto voidaan toteuttaa tehokkaasti. Tahtilinja edellyttää korkeaa varaston palvelukykyä, koska linjan toiminta edellyttää tarvittavien komponenttien välitöntä saatavuutta, muutoin linjan toiminta pysähtyy.

Keskustelut kokoonpanosolujen päätoimisten keräilijöiden kanssa osoittavat keräilyn toimitusvarmuuden heittelevän soluittain. Arvioiden mukaan kokoonpantavuudeltaan helpoimpien yhdistelmien kohdalla keräilyn toimitusvarmuus on lähimpänä tahtilinjan vaatimustasoa, noin 95 %:ssa, kun taas heikoimmillaan keskisuurissa ja suurissa venttiilyhdistelmissä päästään noin 60 - 70 %:n keräilyn toimitusvarmuuteen. Nämä luvut kuitenkin perustuvat keräilijöiden arviointeihin ja jos tahtilinja-mallinen tuotanto halutaan ottaa

käyttöön, tulee keräilyn toimitusvarmuutta tarkastella varsinaisen seurannan avulla.

4.5.1 *Settiperustainen tahtilinja*

Ydinkomponentti kiinnitetään liikuteltavaan kokoonpanojigiin, joka on konstruoitu siten, että siihen on mahdollista kerätä kaikki venttiiliyhdistelmään tarvittavat komponentit. Tuotantolinjassa kokoonpanojigi liikkuu työvaiheiden välillä. Koska venttiiliyhdistelmän tarvitsemat osat on kaikki kerätty yhteen, kokoonpanolinjan työvaihepisteille ei tarvita erillisiä varastoja.

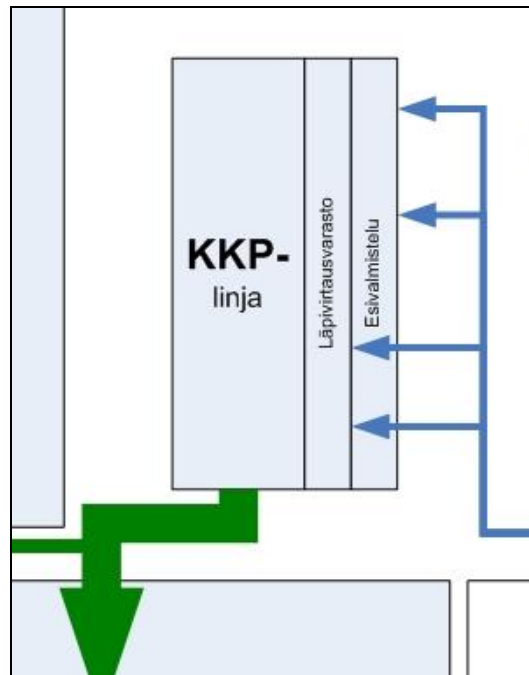
4.5.2 *Syötettävä tahtilinja*

Tahtilinjan yhteydessä on läpivirtausvarasto, johon kokoonpanoon tarvittavat komponentit täytetään vaiheiden mukaan sijoitettuna. Tahtilinjan alkupäähän syötetään ydinkomponentti liikuteltavaan kokoonpanojigiin kiinnitettynä. Ydinkomponentin kiinnittäminen jigiin voi myös olla ensimmäinen kokoonpanovaihe, jolloin ydinkomponentitkin voidaan syöttää esivalmistelun ja läpivirtausvaraston kautta.

Syötettävä tahtilinja on myös mahdollista toteuttaa erilaisilla liuku- tai rullaratarkaisuuilla, kunhan ydinkomponentin tukeva kiinnitys varmistetaan mahdolliseksi.

Läpivirtausvaraston hyödyntäminen mahdollistaa komponenttien esivalmistelupisteiden sijoittamisen tämän yhteyteen, jolloin komponenttien virtaus kokoonpanolinjaan on välittömämpää ilman välivaiheita.

Tässä mallissa kokoonpanojigin konstruktiossa ei tarvitsisi olla säilytystilaa muille komponenteille. Tällöin settiperustaisen keräilyn hyödyntäminen tilausspesifisten tuotteiden osalta tarvitsisi oman kokoonpanojigin.



Kuva 27. Tahtilinjan läpivirtaussyötöllä ja esivalmistelulla

Kuvassa 27 osa kokoonpanolinjaan tulevista materiaaliirroista voidaan kuljettaa suoraan esivalmistelualueen läpi läpivirtaushyllyyn. Esivalmistelualueelle tulee varata koko kokoonpanolinjan alueelle tilaa, jos kokoonpanon tuotantovaiheita halutaan tulevaisuudessa muuttaa. Tällöin esivalmistelupisteet voidaan muuttaa niille alueille, joille niihin liittyvät kokoonpanotoimet siirtyvät. Läpivirtausvarastointi tulee järjestää pääsääntöisesti vain toiselle puolelle linjaa, jolloin vältetään valmiiden tuotteiden ja syötettävien komponenttien risteäviltä virtauksilta.

Koska vakiotuoteprosessissa käytettäviä vakiotuotteita tarvitaan myös joissain tapauksissa tilausspesifisten venttiiliyhdistelmien kanssa, tulee vakiotuotteita varastoida myös toimituskeskuksen varsinaisessa varastossa ja tuotantolinjan syöttö tapahtuu tällöin varasto-operaattorin toimesta. Varasto-operaattori on tässä trukinkuljettaja, jonka tehtävänä on ajoittain varmistaa, että tuotantolinjan läpivirtaushyllyissä on tarvittava määrä tavaraa. Ensisijaisesti kuitenkin tulisi pyrkiä siihen, että kokoonpanolinjan syöttö tapahtuisi suoraan ulkopuolisesta varastosta (kuva 27). Tällöin vältetään toimituskeskuksessa tapahtuvasta ylimääräisestä tuotteen hoidosta. Esivalmisteltujen tuotteiden läpivirtausvarastossa voidaan käyttää sujuvasti aitoa imuohjausta, jolloin esivalmistelija tuottaa läpivirtausvarastoon komponenteista tuotteita suoran tarpeen mukaan. Varsinaiseen varastoon tulee harkita vakiotuotteiden osalta Kanban-ohjauksen käyttöönottoa.

5 YHTEENVETO

Tässä insinööriyössä on käsitelty venttiilitoimituskeskuksen sisäisen logistiikan suunnittelussa käytettäviä menetelmiä ja työkaluja sekä yleisimpiä logistisia ratkaisuja. Insinööriyön tavoitteena oli suunnitella venttiilitoimituskeskuksen venttiiliyhdistelmätuotannolle toimiva, turvallinen, kustannustehokas ja informatiivinen sisäinen logistiikka. Teoreettiset lähtökohdat esiteltiin kirjallisuuden pohjalta ja nykyistä toimintaa tutkittiin erilaisten analyysien avulla.

Metso Automation Oy:n Helsingin Roihupellon tehtaan tuotanto jakautuu tehtyjen analyysien perusteella selkeästi kahdeksi erilaiseksi tuotantoprosessiksi. Nämä prosessit ovat suurien tuotantovolyymien vakiokokoonpanot ja tilausspesifiset pienen volyymin erityistuotteet.

Sisäisen logistiikan pääsääntöisenä tavoitteena on saada oikea tavara oikeaan paikkaan mahdollisimman pienin kustannuksin. Käytännössä siis tuotteet tulisi kuljettaa toimituskeskuksen tuotannon läpi mahdollisimman lyhyessä ajassa ja mahdollisimman vähin hoidoin. Tilausspesifisten tuotteiden kokoonpanossa tämä tarkoittaisi sitä, että valmiiseen tuotteeseen tarvittavat komponentit tulisivat yhtenä settinä toimituskeskukseen ja tämä olisi mahdollista toimittaa suoraan venttiiliyhdistelmäkokoonpanoon. Suurien volyymien tuotteissa vakiokomponenttien varastot tulisi toimituskeskuksessa pitää minimissä ja pakolliset varastot mahdollisimman lähellä kokoonpanopisteitä, jolloin turhilta liikkumisilta ja toimituksilta vältyttäisiin niin logistiikan kuin kokoonpanon osalta.

Roihupellon toimituskeskuksen lähtötilanteen analysointi osoitti nykyisen logistisen prosessin olevan risteävine materiaalivirtoineen huomattavan vaikeaselkoinen, erityisesti keräilyiden ja materiaalitoimitusten osalta. Myös kokoonpanotapahtuman yhteydessä tapahtuu huomattavia määriä turhaa liikumista ympäri toimituskeskusta sijoitettujen osavarastojen johdosta.

Hakkilan toimituskeskuksen layout-mallin pohjalle tehtiin analyysi toimituskeskuksen materiaalivirroista. Tämän analyysin pohjalta layout-malliin hahmoteltiin erilaisia toteutusmalleja ja näistä muutama otettiin tarkempaan tarkasteluun. Eri vaihtoehtoja esiteltiin päätoimisille keräilijöille kahdenkeskisisä keskusteluissa. Näiden keskusteluiden pohjalta eri toteutusmallien suun-

taviivat selkeytyivät ja malleista kehitettiin ehdotelmia Hakkilan toimituskeskuksen logistiseksi malliksi.

Hakkilan tulevaa Metso Automation Oy:n tehdasta rakennetaan vuonna 2010 ja käyttöönotto tapahtuu vuoden 2011 alkupuolella, jolloin toiminnot Helsingin Roihupellosta siirtyvät kokonaan uusiin tiloihin. Tästä syystä insinööriyön puitteissa ei ollut mahdollista implementoida kehitettyjä logistisia malleja varsinaiseen toimintaympäristöön. Tämän vuoksi tulisi mallin suorittamista seurata ja arvioida kriittisesti järjestelmän käyttöönoton jälkeen.

Jatkotoimenpiteinä tulisi tuotannossa arvioida tiettyjen tuotteiden osalta todellinen tuotantoarvo. Analyysien mukaan tuotannossa on lukumääräisesti useita erilaisia venttiiliyhdistelmiä, joita kuitenkin tehdään volyymiltään vähäisesti. Koko tuotteistossa tulisi pyrkiä osien standardointiin varsinkin instrumentoinnin osalta. Tilausspesifisten tuotteiden tapauksessa instrumentoinnin suunnittelu on siirretty kokonaisuudessaan toimituskeskuksen venttiiliyhdistelmäkokoonpanon vastuulle, mikä toisaalta pidentää huomattavissa määrin kokoonpanoaikoja.

Sisäisen logistiikan suunnittelutyössä onnistuttiin yleisesti ottaen hyvin. Vaikka uuden tehtaan layout voi vielä tehtaan rakennusvaiheessa muuttua, voidaan hahmoteltuja logistisia periaatteita silti käyttää hyödyksi mahdollisissa uusissa layout-malleissakin. Toimituskeskuksen tarpeisiin suunniteltu logistiikka ja periaatteet sopivat hyvin Helsingin toimituskeskuksen tarpeisiin, mutta työssä hahmotellut suuntaviivat ovat käytettävissä laajemminkin kokoonpanotuotannon tarpeisiin.

VIITELUETTELO

- [1] Metso Automaatio, Yrityksen historia [verkkodokumentti]. 25.5.2009 [viitattu 26.1.2010]. Metso > Metso yrityksenä > Metso lyhyesti > Metson historia > Automaatio. Saatavissa: <http://www.metso.fi>.
- [2] Liker, Jeffrey K., *Toyotan tapaan*. Jyväskylä: Readme.fi. 2006.
- [3] Uusi-Rauva, Erkki ym. *Teollisuustalous*. 6. painos. Tampere: Infacs Oy. 2009.
- [4] Karhunen, Jouni – Pouri, Reijo – Santala, Jouko, *Kuljetukset ja varastointi – järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet*. Helsinki: Suomen logistiikkayhdistys. 2004.
- [5] Karrus, Kaj E., *Logistiikka*. Helsinki: WSOY. 3. uud. painos. 2001 (1998).
- [6] Sakki, Jouni, *Tilaus-toimitusketjun hallinta - Logistinen B-to-B -prosessi*. Espoo: Jouni Sakki Oy. 6. uud. painos. 2003 (1997).
- [7] Nicholas, John M., *Competitive Manufacturing Management: Continuous Improvement, Lean Production and Customer-Focused Quality*. Boston: Irwin/McGraw-Hill, 1998.
- [8] Lapinleimu, Ilkka – Kauppinen, Veijo – Torvinen, Seppo, *Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät*. Porvoo: WSOY. 1997.
- [9] Bicheno, John. *The new lean toolbox: toward fast, flexible flow*. Third Edition. Buckingham: PICSIE Books. 2004 (2000).
- [10] Christopher, Martin, *Logistics and Supply Chain Management - Creating Value-Adding Networks*. Third Edition. London: Pitman. 2005 (1992).
- [11] Glenday, Ian. *Moving to Flow*. Lean Management Instituut. 2004. [verkkodokumentti, viitattu 8.4.2010] Saatavissa: http://www.leaninstituut.nl/publications/moving_to_flow.pdf.
- [12] Röyttä, Esko, *Tuotantotekniikka*. Porvoo: WSOY. 1991.
- [13] Rocla. *AGV Brochure* [verkkodokumentti, viitattu 2.3.2010]. Saatavissa: <http://www.rocla.fi/attachment.asp?Section=4534&Item=4561>.
- [14] Petersen, Charles G. - Aase, Gerald R. - Heiser, Daniel R., Improving order-picking performance through the implementation of class-based storage. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 7 (2004), s. 534 - 544.
- [15] Del Franco, Mark, *Batch vs. Wave Picking*. 1.6.2006 [verkkojulkaisu, viitattu 18.2.2010]. Saatavissa: http://multichannelmerchant.com/opsandfulfillment/batch_vs_wave_05302006/.

Suunnittelutuotteiston Pareto-analyysi

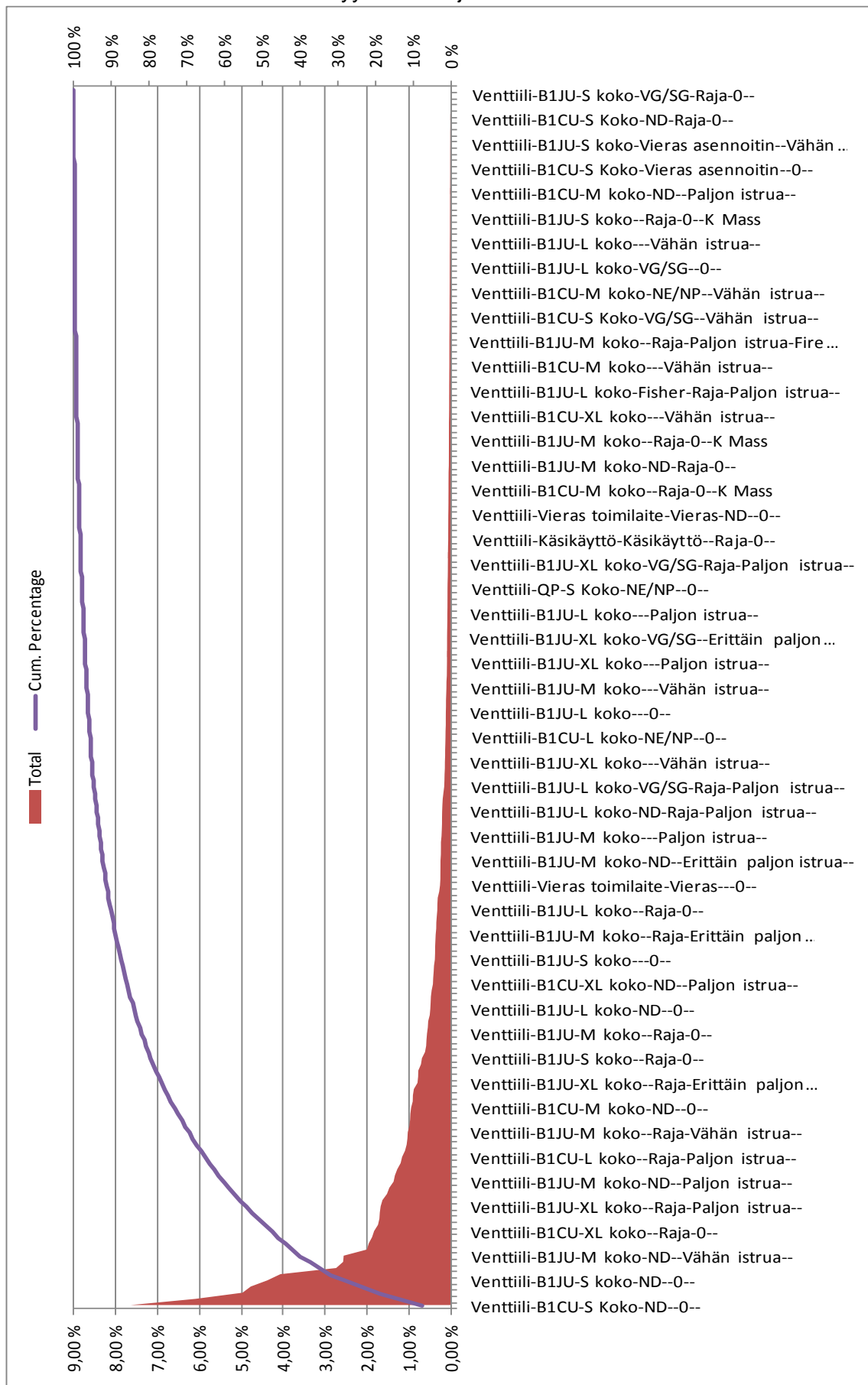
Yhdistelmä	Instru	Percentage of Price total	Cum. Percentage	ABC
Venttiili-B1CU-S Koko-ND--0--		7,65 %	7,65 %	A
Venttiili-Käsi käyttö-Käsi käyttö---0--		6,10 %	13,75 %	A
Venttiili-B1CU-XL koko-ND--Erittäin paljon istrua--	ins	4,98 %	18,73 %	A
Venttiili-Sähkö käyttö-Vieras---0--		4,78 %	23,51 %	A
Venttiili-B1JU-S koko-ND--0--		4,38 %	27,89 %	A
Venttiili-B1JU-M koko--Raja-Paljon istrua--	ins	4,07 %	31,96 %	A
Venttiili-B1JU-L koko--Raja-Erittäin paljon istrua--	ins	2,73 %	34,70 %	A
Venttiili-B1JU-XL koko-ND--Paljon istrua--	ins	2,57 %	37,26 %	A
Venttiili-B1JU-M koko-ND--Vähän istrua--	ins	2,56 %	39,82 %	A
Venttiili-B1JU-S koko-ND--Vähän istrua--	ins	2,00 %	41,82 %	A
Venttiili-GP-rotork-XL koko-VG/SG--Vähän istrua--	ins	1,95 %	43,77 %	A
Venttiili-B1JU-M koko-ND--0--		1,88 %	45,65 %	A
Venttiili-B1CU-XL koko--Raja-0--		1,83 %	47,47 %	A
Venttiili-B1CU-L koko--Raja-Vähän istrua--	ins	1,73 %	49,21 %	A
Venttiili-B1JU-S koko--Raja-Vähän istrua--	ins	1,70 %	50,91 %	A
Venttiili-B1CU-XL koko--Raja-Paljon istrua--	ins	1,69 %	52,60 %	A
Venttiili-B1JU-XL koko--Raja-Paljon istrua--	ins	1,67 %	54,27 %	A
Venttiili-B1CU-S Koko--Raja-Vähän istrua--	ins	1,63 %	55,90 %	A
Venttiili-B1CU-M koko--Raja-Vähän istrua--	ins	1,52 %	57,42 %	A
Venttiili-B1CU-S Koko-NE/NP--0--		1,46 %	58,88 %	A
Venttiili-B1JU-M koko-ND--Paljon istrua--	ins	1,36 %	60,24 %	A
Venttiili-B1CU-S Koko--Raja-0--		1,33 %	61,57 %	A
Venttiili-B1CU-L koko--Raja-0--		1,27 %	62,85 %	A
Venttiili-B1JU-L koko-ND--Vähän istrua--	ins	1,19 %	64,04 %	A
Venttiili-B1CU-L koko--Raja-Paljon istrua--	ins	1,16 %	65,19 %	A
Venttiili-B1JU-L koko--Raja-Paljon istrua--	ins	1,09 %	66,28 %	A
Venttiili-Neles Ace-Neles Ace-Neles Ace--0--		1,05 %	67,33 %	A
Venttiili-B1JU-XL koko-ND--Vähän istrua--	ins	1,03 %	68,36 %	A
Venttiili-B1JU-M koko--Raja-Vähän istrua--	ins	1,02 %	69,38 %	A
Venttiili-B1JU-XL koko--Raja-0--		0,98 %	70,37 %	A
Venttiili-B1JU-XL koko-ND-Raja-Paljon istrua--	ins	0,97 %	71,33 %	A
Venttiili-QP-S Koko-ND--Vähän istrua--	ins	0,96 %	72,29 %	A
Venttiili-B1CU-M koko-ND--0--		0,94 %	73,23 %	A
Venttiili-B1JU-S koko--Raja-Paljon istrua--	ins	0,90 %	74,14 %	A
Venttiili-B1JU-XL koko--Raja-Vähän istrua--	ins	0,90 %	75,03 %	A
Venttiili-B1CU-L koko-ND--0--		0,88 %	75,91 %	A
Venttiili-B1JU-XL koko--Raja-Erittäin paljon istrua--	ins	0,79 %	76,70 %	A
Venttiili-GP-rotork-XL koko-ND--Paljon istrua--	ins	0,77 %	77,47 %	A
Venttiili-B1CU-S Koko-ND--Vähän istrua--	ins	0,77 %	78,24 %	A
Venttiili-B1JU-S koko-NE/NP--0--		0,71 %	78,95 %	A
Venttiili-B1JU-S koko--Raja-0--		0,68 %	79,63 %	A
Venttiili-B1JU-L koko-ND--Paljon istrua--	ins	0,61 %	80,24 %	B
Venttiili-B1JU-XL koko-ND--0--		0,58 %	80,82 %	B
Venttiili-B1JU-S koko-VG/SG--Vähän istrua--	ins	0,57 %	81,39 %	B
Venttiili-B1JU-M koko--Raja-0--		0,56 %	81,95 %	B
Venttiili-B1CU-S Koko---0--		0,54 %	82,50 %	B
Venttiili-B1CU-M koko--Raja-0--		0,53 %	83,03 %	B
Venttiili-B1JU-M koko-NE/NP--0--		0,49 %	83,52 %	B

Venttiili-B1JU-L koko-ND--0--		0,48 %	84,01 %	B
Venttiili-B1JU-M koko-VG/SG--Vähän istrua--	ins	0,47 %	84,48 %	B
Venttiili-B1JU-L koko--Raja-Vähän istrua--	ins	0,47 %	84,95 %	B
Venttiili-QP-S Koko-ND--0--		0,45 %	85,40 %	B
Venttiili-B1CU-XL koko-ND--Paljon istrua--	ins	0,42 %	85,82 %	B
Venttiili-B1JU-XL koko-VG/SG--Vähän istrua--	ins	0,41 %	86,23 %	B
Venttiili-GP-rotork-XL koko---0--		0,40 %	86,63 %	B
Venttiili-B1CU-XL koko--Raja-Vähän istrua--	ins	0,39 %	87,03 %	B
Venttiili-B1JU-S koko---0--		0,37 %	87,40 %	B
Venttiili-B1JU-XL koko-VG/SG--Paljon istrua--	ins	0,37 %	87,77 %	B
Venttiili-GP-rotork-XL koko--Raja-Paljon istrua--	ins	0,37 %	88,13 %	B
Venttiili-B1JU-M koko---0--		0,36 %	88,50 %	B
Venttiili-B1JU-M koko--Raja-Erittäin paljon istrua--	ins	0,35 %	88,85 %	B
Venttiili-B1JU-L koko-VG/SG--Vähän istrua--	ins	0,34 %	89,19 %	B
Venttiili-B1CU-M koko-NE/NP--0--		0,34 %	89,53 %	B
Venttiili-B1JU-S koko-ND--Paljon istrua--	ins	0,33 %	89,86 %	B
Venttiili-B1JU-L koko--Raja-0--		0,31 %	90,17 %	B
Venttiili-GP-rotork-XL koko-ND-Raja-Paljon istrua--	ins	0,31 %	90,48 %	B
Venttiili-B1JU-M koko-NE/NP--Vähän istrua--	ins	0,30 %	90,79 %	B
Venttiili-B1CU-S Koko-NE/NP--Vähän istrua--	ins	0,27 %	91,06 %	B
Venttiili-Vieras toimilaite-Vieras---0--		0,25 %	91,31 %	B
Venttiili-B1CU-XL koko-ND--0--		0,24 %	91,55 %	B
Venttiili-Vieras toimilaite-Vieras--Raja-0--		0,24 %	91,79 %	B
Venttiili-B1CU-M koko---0--		0,24 %	92,03 %	B
Venttiili-B1JU-M koko-ND--Erittäin paljon istrua--	ins	0,24 %	92,27 %	B
Venttiili-B1JU-S koko-NE/NP--Vähän istrua--	ins	0,23 %	92,50 %	B
Venttiili-B1JU-M koko-ND-Raja-Vähän istrua--	ins	0,23 %	92,72 %	B
Venttiili-B1JU-M koko-VG/SG-Raja-Paljon istrua--	ins	0,23 %	92,95 %	B
Venttiili-B1JU-M koko---Paljon istrua--	ins	0,21 %	93,17 %	B
Venttiili-B1JU-XL koko---0--		0,21 %	93,37 %	B
Venttiili-B1CU-L koko---0--		0,20 %	93,58 %	B
Venttiili-B1JU-XL koko-ND--Erittäin paljon istrua--	ins	0,20 %	93,78 %	B
Venttiili-B1JU-L koko-ND-Raja-Paljon istrua--	ins	0,20 %	93,98 %	B
Venttiili-QP-S Koko-NE/NP--Vähän istrua--	ins	0,19 %	94,17 %	B
Venttiili-B1JU-M koko-VG/SG-Raja-Vähän istrua--	ins	0,19 %	94,36 %	B
Venttiili-B1JU-M koko-ND-Raja-Paljon istrua--	ins	0,17 %	94,52 %	B
Venttiili-B1JU-L koko-VG/SG-Raja-Paljon istrua--	ins	0,15 %	94,67 %	B
Venttiili-B1CU-M koko--Raja-Paljon istrua--	ins	0,14 %	94,82 %	B
Venttiili-B1JU-M koko-Vieras asennoitin--0--		0,14 %	94,96 %	B
Venttiili-B1CU-L koko-ND--Vähän istrua--	ins	0,13 %	95,09 %	C
Venttiili-B1JU-XL koko---Vähän istrua--	ins	0,13 %	95,23 %	C
Venttiili-B1JU-S koko-Vieras asennoitin--0--		0,13 %	95,35 %	C
Venttiili-B1JU-M koko--Raja-Paljon istrua-Fire-box-	ins	0,13 %	95,48 %	C
Venttiili-B1JU-M koko-Fisher--0--		0,12 %	95,60 %	C
Venttiili-B1CU-L koko-NE/NP--0--		0,12 %	95,72 %	C
Venttiili-B1CU-XL koko--Raja-Erittäin paljon istrua--	ins	0,12 %	95,84 %	C
Venttiili-B1CU-M koko-Fisher-Raja-Erittäin paljon istrua--K Mass	ins	0,11 %	95,95 %	C
Venttiili-B1CU-S Koko--Raja-Paljon istrua--	ins	0,11 %	96,06 %	C
Venttiili-B1JU-L koko---0--		0,11 %	96,17 %	C
Venttiili-B1JU-S koko-Fisher-Raja-0--		0,11 %	96,28 %	C
Venttiili-GP-rotork-XL koko-ND--Vähän istrua--	ins	0,11 %	96,39 %	C
Venttiili-B1JU-S koko--Raja-Paljon istrua-Fire-box-	ins	0,10 %	96,49 %	C

Venttiili-B1JU-M koko---Vähän istrua--	ins	0,10 %	96,59 %	C
Venttiili-B1JU-XL koko-ND-Raja-Vähän istrua--	ins	0,10 %	96,68 %	C
Venttiili-B1JU-S koko-VG/SG-Raja-Vähän istrua--	ins	0,09 %	96,77 %	C
Venttiili-B1CU-S Koko--Raja-0-Fire-box-		0,09 %	96,85 %	C
Venttiili-B1JU-XL koko---Paljon istrua--	ins	0,08 %	96,94 %	C
Venttiili-B1CU-S Koko---Vähän istrua--	ins	0,08 %	97,02 %	C
Venttiili-B1JU-M koko-Vieras asennoitin--Vähän istrua--	ins	0,08 %	97,10 %	C
Venttiili-QP-S Koko-ND--Paljon istrua--	ins	0,08 %	97,18 %	C
Venttiili-B1JU-XL koko-VG/SG--Erittäin paljon istrua--	ins	0,08 %	97,26 %	C
Venttiili-B1JU-S koko---Vähän istrua--	ins	0,08 %	97,34 %	C
Venttiili-B1JU-S koko-Fisher--0--		0,08 %	97,42 %	C
Venttiili-B1JU-S koko-Fisher-Raja-Paljon istrua--	ins	0,07 %	97,50 %	C
Venttiili-B1JU-L koko---Paljon istrua--	ins	0,07 %	97,57 %	C
Venttiili-B1CU-S Koko--Raja-0--K Mass		0,07 %	97,64 %	C
Venttiili-B1CU-M koko-ND--Vähän istrua--	ins	0,07 %	97,71 %	C
Venttiili-B1JU-M koko-NE/NP-Raja-Paljon istrua--	ins	0,07 %	97,78 %	C
Venttiili-QP-S Koko-NE/NP--0--		0,07 %	97,85 %	C
Venttiili-B1JU-M koko-VG/SG--Paljon istrua--	ins	0,07 %	97,92 %	C
Venttiili-B1JU-M koko-Fisher-Raja-Paljon istrua--	ins	0,06 %	97,99 %	C
Venttiili-B1JU-S koko-ND-Raja-Paljon istrua--	ins	0,06 %	98,05 %	C
Venttiili-B1JU-XL koko-VG/SG-Raja-Paljon istrua--	ins	0,06 %	98,11 %	C
Venttiili-B1JU-S koko-ND-Raja-Vähän istrua--	ins	0,06 %	98,17 %	C
Venttiili-B1JU-L koko-ND--Erittäin paljon istrua--	ins	0,06 %	98,23 %	C
Venttiili-B1JU-M koko-Fisher-Raja-0-Fire-box-		0,06 %	98,29 %	C
Venttiili-Käsi käyttö--Käsi käyttö--Raja-0--		0,05 %	98,34 %	C
Venttiili-B1CU-L koko---Vähän istrua--	ins	0,05 %	98,40 %	C
Venttiili-B1JU-S koko-VG/SG--Paljon istrua--	ins	0,05 %	98,45 %	C
Venttiili-B1CU-L koko-ND-Raja-Paljon istrua--	ins	0,05 %	98,50 %	C
Venttiili-Vieras toimilaite-Vieras-ND--0--		0,05 %	98,55 %	C
Venttiili-B1JU-M koko-Fisher-Raja-0--		0,05 %	98,60 %	C
Venttiili-B1JU-L koko--Raja-Paljon istrua-Fire-box-	ins	0,05 %	98,65 %	C
Venttiili-B1JU-L koko-ND-Raja-Vähän istrua--	ins	0,05 %	98,70 %	C
Venttiili-B1CU-M koko--Raja-0--K Mass		0,05 %	98,74 %	C
Venttiili-B1JU-XL koko-NE/NP-Raja-Vähän istrua--	ins	0,05 %	98,79 %	C
Venttiili-B1JU-L koko--Raja-Paljon istrua-Fire Blanket-	ins	0,05 %	98,84 %	C
Venttiili-B1JU-L koko-VG/SG--Paljon istrua--	ins	0,04 %	98,88 %	C
Venttiili-B1JU-M koko-ND-Raja-0--		0,04 %	98,92 %	C
Venttiili-QP-S Koko-ND-Raja-Vähän istrua--	ins	0,04 %	98,96 %	C
Venttiili-B1CU-M koko--Raja-0-Fire-box-		0,04 %	98,99 %	C
Venttiili-B1JU-S koko-VG/SG--0--		0,04 %	99,03 %	C
Venttiili-B1JU-M koko--Raja-0--K Mass		0,04 %	99,07 %	C
Venttiili-B1JU-S koko---Paljon istrua--	ins	0,04 %	99,10 %	C
Venttiili-B1JU-M koko-VG/SG-Raja-Erittäin paljon istrua--	ins	0,04 %	99,14 %	C
Venttiili-B1JU-L koko-NE/NP--0--		0,04 %	99,18 %	C
Venttiili-B1CU-XL koko---Vähän istrua--	ins	0,03 %	99,21 %	C
Venttiili-B1CU-S Koko-VG/SG--0--		0,03 %	99,24 %	C
Venttiili-B1JU-M koko--Raja-Erittäin paljon istrua-Fire-box-	ins	0,03 %	99,27 %	C
Venttiili-B1JU-L koko-Fisher-Raja-Erittäin paljon istrua--	ins	0,03 %	99,30 %	C
Venttiili-B1JU-L koko-Fisher-Raja-Paljon istrua--	ins	0,03 %	99,33 %	C
Venttiili-B1CU-M koko-VG/SG--Vähän istrua--	ins	0,03 %	99,36 %	C
Venttiili-Vieras toimilaite-Vieras-ND--Vähän istrua--	ins	0,03 %	99,39 %	C
Venttiili-B1JU-S koko-ND-Raja-0--		0,03 %	99,42 %	C

Venttiili-B1CU-M koko---Vähän istrua--	ins	0,03 %	99,44 %	C
Venttiili-B1JU-L koko-NE/NP--Vähän istrua--	ins	0,03 %	99,47 %	C
Venttiili-QP-S Koko---0--		0,03 %	99,49 %	C
Venttiili-B1CU-S Koko--Raja-Erittäin paljon istrua--K Mass	ins	0,02 %	99,52 %	C
Venttiili-B1JU-M koko--Raja-Paljon istrua-Fire Blanket-	ins	0,02 %	99,54 %	C
Venttiili-B1JU-S koko-NE/NP-Raja-0--		0,02 %	99,57 %	C
Venttiili-B1JU-M koko-Vieras asennoitin-Raja-Paljon istrua--	ins	0,02 %	99,59 %	C
Venttiili-B1CU-S Koko---Paljon istrua--	ins	0,02 %	99,61 %	C
Venttiili-B1CU-S Koko-VG/SG--Vähän istrua--	ins	0,02 %	99,63 %	C
Venttiili-QP-S Koko--Raja-0--		0,02 %	99,65 %	C
Venttiili-Neles Ace-Neles Ace---0--		0,02 %	99,67 %	C
Venttiili-B1CU-M koko-VG/SG--0--		0,02 %	99,69 %	C
Venttiili-B1CU-M koko-NE/NP--Vähän istrua--	ins	0,02 %	99,71 %	C
Venttiili-B1JU-M koko-Vieras asennoitin--Paljon istrua--	ins	0,02 %	99,73 %	C
Venttiili-B1JU-L koko-VG/SG-Raja-Vähän istrua--	ins	0,02 %	99,75 %	C
Venttiili-QP-S Koko---Vähän istrua--	ins	0,02 %	99,76 %	C
Venttiili-B1JU-L koko-VG/SG--0--		0,02 %	99,78 %	C
Venttiili-B1JU-S koko-VG/SG-Raja-Paljon istrua--	ins	0,02 %	99,80 %	C
Venttiili-B1JU-XL koko-NE/NP--0--		0,02 %	99,81 %	C
Venttiili-B1JU-S koko-NE/NP--Paljon istrua--	ins	0,01 %	99,83 %	C
Venttiili-B1JU-L koko---Vähän istrua--	ins	0,01 %	99,84 %	C
Venttiili-B1JU-S koko-NE/NP-Raja-Vähän istrua--	ins	0,01 %	99,85 %	C
Venttiili-B1CU-L koko-NE/NP--Vähän istrua--	ins	0,01 %	99,86 %	C
Venttiili-B1JU-M koko-VG/SG--0--		0,01 %	99,88 %	C
Venttiili-B1JU-S koko--Raja-0--K Mass		0,01 %	99,89 %	C
Venttiili-B1JU-L koko-ND-Raja-0--		0,01 %	99,90 %	C
Venttiili-B1JU-S koko-ND-Raja-Paljon istrua-Fire-box-	ins	0,01 %	99,91 %	C
Venttiili-B1CU-S Koko-Fisher-Raja-Vähän istrua-Fire-box-	ins	0,01 %	99,92 %	C
Venttiili-B1CU-M koko-ND--Paljon istrua--	ins	0,01 %	99,93 %	C
Venttiili-B1CU-M koko---Paljon istrua--	ins	0,01 %	99,94 %	C
Venttiili-QP-S Koko-ND-Raja-Paljon istrua--	ins	0,01 %	99,94 %	C
Venttiili-QP-S Koko-NE/NP--Paljon istrua--	ins	0,01 %	99,95 %	C
Venttiili-B1CU-S Koko-Vieras asennoitin--0--		0,01 %	99,96 %	C
Venttiili-B1JU-S koko-ND--Erittäin paljon istrua--	ins	0,01 %	99,96 %	C
Venttiili-B1JU-M koko-NE/NP--Paljon istrua--	ins	0,01 %	99,97 %	C
Venttiili-QP-S Koko--Raja-Vähän istrua--	ins	0,01 %	99,98 %	C
Venttiili-B1JU-S koko-Vieras asennoitin--Vähän istrua--	ins	0,01 %	99,98 %	C
Venttiili-B1CU-M koko-NE/NP-Raja-Vähän istrua--	ins	0,01 %	99,99 %	C
Venttiili-B1JU-M koko-VG/SG-Raja-0--		0,00 %	99,99 %	C
Venttiili-QP-S Koko--Raja-Paljon istrua--	ins	0,00 %	100,00 %	C
Venttiili-B1CU-S Koko-ND-Raja-0--		0,00 %	100,00 %	C
Venttiili-Vieras toimilaite-Vieras--Raja-Vähän istrua--	ins	0,00 %	100,00 %	C
Venttiili-B1JU-XL koko-Fisher-Raja-0--		0,00 %	100,00 %	C
Venttiili-QP-S Koko-ND-Raja-0--		0,00 %	100,00 %	C
Venttiili-B1JU-S koko-VG/SG-Raja-0--		0,00 %	100,00 %	C
Venttiili-B1JU-L koko-Fisher-Raja-0--		0,00 %	100,00 %	C

Suunnittelutuotteiston Pareto-analyysin kuvaaja



Suunnittelutuotteiston Glendayn seula

Yhdistelmä	Total	%	% cum
Venttiili-B1CU-S Koko-ND--0--	3207	17,83 %	17,83 %
Venttiili-Käsikäyttö-Käsikäyttö---0--	2991	16,62 %	34,45 %
Venttiili-B1JU-S koko-ND--0--	1759	9,78 %	44,23 %
Venttiili-B1CU-S Koko--Raja-0--	786	4,37 %	48,60 %
Venttiili-B1CU-S Koko-NE/NP--0--	693	3,85 %	52,45 %
Venttiili-B1JU-S koko-ND--Vähän istrua--	605	3,36 %	55,81 %
Venttiili-B1JU-S koko--Raja-Vähän istrua--	530	2,95 %	58,76 %
Venttiili-B1CU-S Koko--Raja-Vähän istrua--	405	2,25 %	61,01 %
Venttiili-B1JU-S koko--Raja-0--	359	2,00 %	63,00 %
Venttiili-Sähkökäyttö-Vieras---0--	343	1,91 %	64,91 %
Venttiili-B1CU-S Koko---0--	322	1,79 %	66,70 %
Venttiili-B1JU-S koko-NE/NP--0--	300	1,67 %	68,37 %
Venttiili-B1JU-M koko-ND--Vähän istrua--	294	1,63 %	70,00 %
Venttiili-B1JU-M koko--Raja-Paljon istrua--	288	1,60 %	71,60 %
Venttiili-B1JU-M koko-ND--0--	265	1,47 %	73,08 %
Venttiili-B1CU-S Koko-ND--Vähän istrua--	250	1,39 %	74,47 %
Venttiili-QP-S Koko-ND--Vähän istrua--	236	1,31 %	75,78 %
Venttiili-B1JU-S koko---0--	218	1,21 %	76,99 %
Venttiili-B1CU-M koko--Raja-Vähän istrua--	201	1,12 %	78,11 %
Venttiili-B1JU-S koko--Raja-Paljon istrua--	180	1,00 %	79,11 %
Venttiili-B1JU-M koko--Raja-0--	176	0,98 %	80,08 %
Venttiili-B1JU-M koko--Raja-Vähän istrua--	175	0,97 %	81,06 %
Venttiili-B1JU-M koko-ND--Paljon istrua--	158	0,88 %	81,94 %
Venttiili-B1CU-M koko-ND--0--	156	0,87 %	82,80 %
Venttiili-B1CU-L koko--Raja-Vähän istrua--	152	0,84 %	83,65 %
Venttiili-QP-S Koko-ND--0--	137	0,76 %	84,41 %
Venttiili-B1CU-S Koko-NE/NP--Vähän istrua--	125	0,69 %	85,10 %
Venttiili-Vieras toimilaite-Vieras---0--	113	0,63 %	85,73 %
Venttiili-B1CU-M koko--Raja-0--	110	0,61 %	86,34 %
Venttiili-B1JU-S koko-VG/SG--Vähän istrua--	110	0,61 %	86,95 %
Venttiili-Neles Ace-Neles Ace-Neles Ace--0--	85	0,47 %	87,43 %
Venttiili-B1CU-L koko-ND--0--	75	0,42 %	87,84 %
Venttiili-B1JU-M koko-NE/NP--0--	74	0,41 %	88,26 %
Venttiili-B1CU-L koko--Raja-0--	74	0,41 %	88,67 %
Venttiili-B1JU-L koko-ND--Vähän istrua--	71	0,39 %	89,06 %
Venttiili-B1JU-S koko-NE/NP--Vähän istrua--	70	0,39 %	89,45 %
Venttiili-B1JU-S koko-ND--Paljon istrua--	64	0,36 %	89,81 %
Venttiili-Vieras toimilaite-Vieras--Raja-0--	60	0,33 %	90,14 %
Venttiili-B1CU-M koko-NE/NP--0--	59	0,33 %	90,47 %
Venttiili-B1JU-M koko---0--	58	0,32 %	90,79 %
Venttiili-B1JU-L koko--Raja-Paljon istrua--	51	0,28 %	91,07 %
Venttiili-B1JU-XL koko-ND--Paljon istrua--	47	0,26 %	91,33 %
Venttiili-B1CU-M koko---0--	45	0,25 %	91,58 %
Venttiili-B1JU-M koko-VG/SG--Vähän istrua--	43	0,24 %	91,82 %
Venttiili-B1JU-XL koko--Raja-Paljon istrua--	39	0,22 %	92,04 %
Venttiili-B1JU-M koko-NE/NP--Vähän istrua--	39	0,22 %	92,26 %
Venttiili-B1JU-L koko--Raja-Vähän istrua--	39	0,22 %	92,47 %
Venttiili-B1CU-XL koko-ND--Erittäin paljon istrua--	38	0,21 %	92,69 %
Venttiili-QP-S Koko-NE/NP--0--	37	0,21 %	92,89 %
Venttiili-QP-S Koko-NE/NP--Vähän istrua--	37	0,21 %	93,10 %
Venttiili-B1JU-S koko---Vähän istrua--	34	0,19 %	93,29 %
Venttiili-B1JU-XL koko--Raja-0--	31	0,17 %	93,46 %

Venttiili-B1JU-XL koko-ND--Vähän istrua--	30	0,17 %	93,62 %
Venttiili-B1CU-L koko--Raja-Paljon istrua--	29	0,16 %	93,79 %
Venttiili-B1JU-L koko--Raja-0--	29	0,16 %	93,95 %
Venttiili-B1CU-S Koko---Vähän istrua--	28	0,16 %	94,10 %
Venttiili-B1JU-L koko-ND--0--	28	0,16 %	94,26 %
Venttiili-B1JU-L koko-ND--Paljon istrua--	27	0,15 %	94,41 %
Venttiili-B1JU-M koko--Raja-Erittäin paljon istrua--	27	0,15 %	94,56 %
Venttiili-GP-rotork-XL koko-VG/SG--Vähän istrua--	26	0,14 %	94,70 %
Venttiili-Käsi käyttö--Käsi käyttö--Raja-0--	26	0,14 %	94,85 %
Venttiili-B1JU-S koko-Vieras asennoitin--0--	25	0,14 %	94,99 %
Venttiili-B1JU-M koko-ND--Erittäin paljon istrua--	25	0,14 %	95,13 %
Venttiili-B1CU-XL koko--Raja-0--	25	0,14 %	95,26 %
Venttiili-B1CU-S Koko--Raja-Paljon istrua--	24	0,13 %	95,40 %
Venttiili-B1CU-XL koko--Raja-Paljon istrua--	23	0,13 %	95,53 %
Venttiili-B1JU-M koko---Vähän istrua--	23	0,13 %	95,65 %
Venttiili-B1JU-L koko--Raja-Erittäin paljon istrua--	22	0,12 %	95,78 %
Venttiili-B1JU-M koko-Fisher-Raja-0--	22	0,12 %	95,90 %
Venttiili-B1JU-M koko---Paljon istrua--	21	0,12 %	96,01 %
Venttiili-B1JU-XL koko-ND--0--	20	0,11 %	96,13 %
Venttiili-B1CU-M koko--Raja-Paljon istrua--	19	0,11 %	96,23 %
Venttiili-B1JU-S koko-Fisher-Raja-0--	19	0,11 %	96,34 %
Venttiili-B1JU-XL koko--Raja-Vähän istrua--	19	0,11 %	96,44 %
Venttiili-B1JU-M koko-Vieras asennoitin--0--	19	0,11 %	96,55 %
Venttiili-B1JU-L koko-VG/SG--Vähän istrua--	18	0,10 %	96,65 %
Venttiili-B1JU-M koko-ND-Raja-Vähän istrua--	17	0,09 %	96,74 %
Venttiili-B1JU-XL koko-ND-Raja-Paljon istrua--	15	0,08 %	96,83 %
Venttiili-QP-S Koko-ND--Paljon istrua--	15	0,08 %	96,91 %
Venttiili-B1JU-M koko-VG/SG-Raja-Vähän istrua--	14	0,08 %	96,99 %
Venttiili-B1JU-XL koko--Raja-Erittäin paljon istrua--	14	0,08 %	97,07 %
Venttiili-B1CU-XL koko--Raja-Vähän istrua--	14	0,08 %	97,14 %
Venttiili-B1JU-M koko-VG/SG-Raja-Paljon istrua--	14	0,08 %	97,22 %
Venttiili-B1CU-XL koko-ND--0--	13	0,07 %	97,29 %
Venttiili-B1JU-M koko-ND-Raja-Paljon istrua--	13	0,07 %	97,37 %
Venttiili-B1JU-S koko-Fisher--0--	13	0,07 %	97,44 %
Venttiili-B1JU-M koko-NE/NP-Raja-Paljon istrua--	12	0,07 %	97,50 %
Venttiili-B1JU-L koko-ND-Raja-Paljon istrua--	12	0,07 %	97,57 %
Venttiili-B1JU-S koko-VG/SG-Raja-Vähän istrua--	12	0,07 %	97,64 %
Venttiili-B1JU-S koko-VG/SG--0--	12	0,07 %	97,70 %
Venttiili-B1CU-L koko-NE/NP--0--	12	0,07 %	97,77 %
Venttiili-B1JU-XL koko-VG/SG--Vähän istrua--	11	0,06 %	97,83 %
Venttiili-B1CU-M koko-ND--Vähän istrua--	11	0,06 %	97,89 %
Venttiili-QP-S Koko---0--	11	0,06 %	97,95 %
Venttiili-GP-rotork-XL koko---0--	11	0,06 %	98,02 %
Venttiili-B1JU-M koko-Fisher--0--	11	0,06 %	98,08 %
Venttiili-B1JU-S koko-ND-Raja-Vähän istrua--	10	0,06 %	98,13 %
Venttiili-Vieras toimilaite-Vieras-ND--0--	10	0,06 %	98,19 %
Venttiili-QP-S Koko---Vähän istrua--	9	0,05 %	98,24 %
Venttiili-B1JU-M koko-Vieras asennoitin--Vähän istrua--	9	0,05 %	98,29 %
Venttiili-B1CU-S Koko-VG/SG--0--	9	0,05 %	98,34 %
Venttiili-B1JU-S koko-ND-Raja-0--	9	0,05 %	98,39 %
Venttiili-B1JU-S koko---Paljon istrua--	9	0,05 %	98,44 %
Venttiili-B1JU-S koko-VG/SG--Paljon istrua--	9	0,05 %	98,49 %
Venttiili-B1CU-L koko---0--	9	0,05 %	98,54 %
Venttiili-B1JU-S koko-ND-Raja-Paljon istrua--	9	0,05 %	98,59 %

Venttiili-B1CU-L koko-ND--Vähän istrua--	9	0,05 %	98,64 %
Venttiili-B1JU-S koko-Fisher-Raja-Paljon istrua--	8	0,04 %	98,68 %
Venttiili-QP-S Koko-ND-Raja-Vähän istrua--	8	0,04 %	98,73 %
Venttiili-B1JU-M koko-VG/SG--Paljon istrua--	7	0,04 %	98,77 %
Venttiili-GP-rotork-XL koko-ND--Paljon istrua--	7	0,04 %	98,80 %
Venttiili-B1CU-S Koko--Raja-0-Fire-box-	7	0,04 %	98,84 %
Venttiili-B1CU-S Koko--Raja-0--K Mass	6	0,03 %	98,88 %
Venttiili-B1JU-M koko--Raja-Paljon istrua-Fire-box-	6	0,03 %	98,91 %
Venttiili-B1JU-S koko--Raja-Paljon istrua-Fire-box-	6	0,03 %	98,94 %
Venttiili-Vieras toimilaite-Vieras-ND--Vähän istrua--	6	0,03 %	98,98 %
Venttiili-B1JU-XL koko-Fisher-Raja-0--	6	0,03 %	99,01 %
Venttiili-B1JU-XL koko-VG/SG--Paljon istrua--	6	0,03 %	99,04 %
Venttiili-B1CU-M koko---Vähän istrua--	5	0,03 %	99,07 %
Venttiili-B1JU-L koko---Paljon istrua--	5	0,03 %	99,10 %
Venttiili-B1JU-M koko-Fisher-Raja-Paljon istrua--	5	0,03 %	99,13 %
Venttiili-B1JU-XL koko---0--	5	0,03 %	99,16 %
Venttiili-B1JU-L koko-VG/SG-Raja-Paljon istrua--	5	0,03 %	99,18 %
Venttiili-B1JU-S koko-NE/NP-Raja-0--	5	0,03 %	99,21 %
Venttiili-B1CU-XL koko-ND--Paljon istrua--	4	0,02 %	99,23 %
Venttiili-B1CU-S Koko---Paljon istrua--	4	0,02 %	99,26 %
Venttiili-B1JU-L koko-Fisher-Raja-0--	4	0,02 %	99,28 %
Venttiili-B1JU-L koko---0--	4	0,02 %	99,30 %
Venttiili-B1CU-M koko--Raja-0--K Mass	4	0,02 %	99,32 %
Venttiili-B1CU-M koko-VG/SG--Vähän istrua--	4	0,02 %	99,34 %
Venttiili-B1CU-S Koko-VG/SG--Vähän istrua--	4	0,02 %	99,37 %
Venttiili-B1JU-XL koko-ND--Erittäin paljon istrua--	4	0,02 %	99,39 %
Venttiili-B1CU-M koko-NE/NP--Vähän istrua--	3	0,02 %	99,41 %
Venttiili-B1JU-M koko--Raja-0--K Mass	3	0,02 %	99,42 %
Venttiili-B1JU-M koko-Fisher-Raja-0-Fire-box-	3	0,02 %	99,44 %
Venttiili-GP-rotork-XL koko-ND-Raja-Paljon istrua--	3	0,02 %	99,46 %
Venttiili-B1JU-L koko--Raja-Paljon istrua-Fire Blanket-	3	0,02 %	99,47 %
Venttiili-B1JU-L koko-NE/NP--0--	3	0,02 %	99,49 %
Venttiili-GP-rotork-XL koko--Raja-Paljon istrua--	3	0,02 %	99,51 %
Venttiili-Neles Ace-Neles Ace---0--	3	0,02 %	99,52 %
Venttiili-B1CU-L koko-ND-Raja-Paljon istrua--	3	0,02 %	99,54 %
Venttiili-B1JU-S koko-NE/NP-Raja-Vähän istrua--	3	0,02 %	99,56 %
Venttiili-QP-S Koko--Raja-0--	3	0,02 %	99,57 %
Venttiili-B1JU-XL koko---Vähän istrua--	3	0,02 %	99,59 %
Venttiili-B1CU-M koko-Fisher-Raja-Erittäin paljon istrua--K Mass	2	0,01 %	99,60 %
Venttiili-B1JU-M koko--Raja-Paljon istrua-Fire Blanket-	2	0,01 %	99,61 %
Venttiili-B1JU-L koko-ND-Raja-Vähän istrua--	2	0,01 %	99,62 %
Venttiili-B1JU-S koko-VG/SG-Raja-0--	2	0,01 %	99,63 %
Venttiili-B1JU-L koko-NE/NP--Vähän istrua--	2	0,01 %	99,64 %
Venttiili-B1JU-XL koko-ND-Raja-Vähän istrua--	2	0,01 %	99,66 %
Venttiili-Vieras toimilaite-Vieras--Raja-Vähän istrua--	2	0,01 %	99,67 %
Venttiili-B1CU-L koko---Vähän istrua--	2	0,01 %	99,68 %
Venttiili-B1JU-M koko-VG/SG-Raja-Erittäin paljon istrua--	2	0,01 %	99,69 %
Venttiili-QP-S Koko-NE/NP--Paljon istrua--	2	0,01 %	99,70 %
Venttiili-B1JU-M koko-Vieras asennoitin--Paljon istrua--	2	0,01 %	99,71 %
Venttiili-B1JU-XL koko---Paljon istrua--	2	0,01 %	99,72 %
Venttiili-B1CU-M koko-VG/SG--0--	2	0,01 %	99,73 %
Venttiili-B1JU-S koko-NE/NP--Paljon istrua--	2	0,01 %	99,74 %
Venttiili-B1JU-L koko-VG/SG--Paljon istrua--	2	0,01 %	99,76 %
Venttiili-B1JU-S koko-VG/SG-Raja-Paljon istrua--	2	0,01 %	99,77 %

Venttiili-B1CU-M koko--Raja-0-Fire-box-	2	0,01 %	99,78 %
Venttiili-B1JU-M koko-VG/SG--0--	2	0,01 %	99,79 %
Venttiili-B1JU-M koko-ND-Raja-0--	2	0,01 %	99,80 %
Venttiili-B1JU-L koko-ND--Erittäin paljon istrua--	2	0,01 %	99,81 %
Venttiili-GP-rotork-XL koko-ND--Vähän istrua--	1	0,01 %	99,82 %
Venttiili-B1JU-L koko-Fisher-Raja-Erittäin paljon istrua--	1	0,01 %	99,82 %
Venttiili-B1CU-M koko-ND--Paljon istrua--	1	0,01 %	99,83 %
Venttiili-B1JU-S koko-Vieras asennoitin--Vähän istrua--	1	0,01 %	99,83 %
Venttiili-B1JU-L koko-VG/SG-Raja-Vähän istrua--	1	0,01 %	99,84 %
Venttiili-B1JU-S koko--Raja-0--K Mass	1	0,01 %	99,84 %
Venttiili-B1JU-M koko-Vieras asennoitin-Raja-Paljon istrua--	1	0,01 %	99,85 %
Venttiili-B1JU-S koko-ND--Erittäin paljon istrua--	1	0,01 %	99,86 %
Venttiili-B1CU-S Koko-Vieras asennoitin--0--	1	0,01 %	99,86 %
Venttiili-B1JU-XL koko-NE/NP-Raja-Vähän istrua--	1	0,01 %	99,87 %
Venttiili-B1JU-XL koko-VG/SG-Raja-Paljon istrua--	1	0,01 %	99,87 %
Venttiili-QP-S Koko--Raja-Vähän istrua--	1	0,01 %	99,88 %
Venttiili-B1JU-XL koko-NE/NP--0--	1	0,01 %	99,88 %
Venttiili-QP-S Koko-ND-Raja-0--	1	0,01 %	99,89 %
Venttiili-B1JU-M koko--Raja-Erittäin paljon istrua-Fire-box-	1	0,01 %	99,89 %
Venttiili-B1CU-XL koko--Raja-Erittäin paljon istrua--	1	0,01 %	99,90 %
Venttiili-B1CU-M koko-NE/NP-Raja-Vähän istrua--	1	0,01 %	99,91 %
Venttiili-B1JU-L koko-Fisher-Raja-Paljon istrua--	1	0,01 %	99,91 %
Venttiili-B1JU-L koko---Vähän istrua--	1	0,01 %	99,92 %
Venttiili-B1JU-S koko-ND-Raja-Paljon istrua-Fire-box-	1	0,01 %	99,92 %
Venttiili-B1JU-L koko-VG/SG--0--	1	0,01 %	99,93 %
Venttiili-QP-S Koko--Raja-Paljon istrua--	1	0,01 %	99,93 %
Venttiili-B1JU-L koko--Raja-Paljon istrua-Fire-box-	1	0,01 %	99,94 %
Venttiili-B1CU-L koko-NE/NP--Vähän istrua--	1	0,01 %	99,94 %
Venttiili-B1JU-L koko-ND-Raja-0--	1	0,01 %	99,95 %
Venttiili-B1JU-M koko-NE/NP--Paljon istrua--	1	0,01 %	99,96 %
Venttiili-B1CU-XL koko---Vähän istrua--	1	0,01 %	99,96 %
Venttiili-B1CU-S Koko-Fisher-Raja-Vähän istrua-Fire-box-	1	0,01 %	99,97 %
Venttiili-B1CU-S Koko--Raja-Erittäin paljon istrua--K Mass	1	0,01 %	99,97 %
Venttiili-B1JU-M koko-VG/SG-Raja-0--	1	0,01 %	99,98 %
Venttiili-QP-S Koko-ND-Raja-Paljon istrua--	1	0,01 %	99,98 %
Venttiili-B1CU-M koko---Paljon istrua--	1	0,01 %	99,99 %
Venttiili-B1CU-S Koko-ND-Raja-0--	1	0,01 %	99,99 %
			100,00
Venttiili-B1JU-XL koko-VG/SG--Erittäin paljon istrua--	1	0,01 %	%
		100,00	
	17991		%

