



TEKNIIKAN KOULUTUSALA

Tuotantotalous

INSINÖÖRITYÖ

PAKKAUSERÄKOKOJEN MALLINTAMINEN HANKINTALOGISTIIKASSA

**Työn tekijä: Heini Kuikka
Työn valvoja: Ansa Harju
Työn ohjaaja: Kaija Seppälä**

Työ hyväksytty: 22.2.2008

**Ansa Harju
yliopettaja**



ALKULAUSE

Tämä insinöörityö tehtiin ABB Oy, Drivesille. Haluan kiittää projektissa mukana olleita työkavereitani sekä kaikkia haastattelemiani kollegoitani saamistani tiedoista, tuesta ja avusta. Suuri kiitos kuuluu työni ohjaajalleni Kaija Seppälälle haastavan ja antoisan aiheen antamisesta.

Kiitän läheisiäni kirjoitusrauhan antamisesta ja jaksamisesta prosessin keskellä. Erityisesti kiitän siitä, että sain käyttää viimeistelyvaiheessa Punaista Tupaa, rauhallista ja idearikasta työympäristöä.

Helsingissä 20.2.2008

Heini Kuikka

INSINÖÖRITYÖN TIIVISTELMÄ

Tekijä: Heini Kuikka	
Työn nimi: Pakkauseräkokojen mallintaminen hankintalogistiikassa	
Päivämäärä: 22.2.2008	Sivumäärä: 51 s. + 1 liite
Koulutusohjelma: Tuotantotalous	
Työn valvoja: TkT Ansa Harju, yliopettaja	
Työn ohjaaja: Kaija Seppälä, logistiikkapäällikkö, ABB Oy, Drives	
<p>Opinnäytetyön tavoite oli pakkauseräkokojen mallintaminen ABB Oy, Drivesin hankintalogistiikassa. Tavoite oli kaksiosainen; toisaalta toimittajille on jatkuvasti lähetettävä tieto pakkauksesta tilauksen mukana, ja toisaalta tietoa tarvitaan myös sisäiseen käyttöön raportoinnin muodossa. Tarkoitus on siis erottaa tilauseräkoko ja pakkauseräkoko.</p> <p>Työn teoriaosuudessa esitellään keskeisiä tekijöitä, joilla on vaikutusta tilaus- ja toimitusketjujen hallintaan. Tarkasteltaessa pakkauseräkokoja koko toimitusketjun näkökulmasta, on prosessien hallinta hyvin keskeisessä asemassa. Tämä puolestaan asettaa vaatimuksia sekä komponenttien toimitusketjuille että tuotannon ohjaamiselle. Pakkauseräkokojen mallintamiseen vaikuttaa pakkausalan yleiset standardit. Eräkokojen kustannuksia ja hyötyjä tulee tarkastella koko prosessin kannalta.</p> <p>Tilausohjautuvassa tuotannossa toimitusajat ovat yksi tärkeimmistä kilpailukeinoista. Tämän takia toiminnan suunnittelu ja ennakointi on erityisen tärkeää. Ennakoinnin tulisi olla mahdollisimman läpinäkyvää kaikille toimitusketjuun osallistuville, jossa yhteistyön merkitys on suuri.</p> <p>Työn tuloksena esitellään kehitettyä matemaattista mallia, joka perustuu tuotanto- ja materiaalivolyymien laskelmiin sekä eri organisaatiotahojen välillä käytyihin keskusteluihin parannusehdotuksista. Laskelmien yksityiskohtaiset tulokset ovat vain toimeksiantajan käyttöön. Optimaaliset ratkaisuehdotukset muodostettiin laskelmien analysoinnin pohjalta.</p>	
Avainsanat: Hankintalogistiikka, pakkaus, toimitusketju, varastointi	

ABSTRACT

Name: Heini Kuikka	
Title: Modelling Packaging Processes in Inbound Logistics	
Date: 22.2.2008	Number of pages: 51 + 1 appendix
Degree Programme: Industrial Management	
Instructor: D.Sc. Ansa Harju, Principal lecturer	
Supervisor: Kaija Seppälä, Logistics Manager, ABB Oy, Drives	
<p>The objective of the study was to model packaging processes in inbound logistics. The objective was twofold; on one hand, the need to constantly send information about packaging and on the other, the information is also needed for the purpose of internal reporting. The aim is to diversify ordering size and packing size.</p> <p>The linchpins of supply chain management are discussed in the theoretical part of the study. Process management has a central position when studying packaging sizes from the perspective of whole supply chain. It sets demands for the supply chain of components and for production control. General standards of packaging branch do have an effect when modelling packaging sizes. Costs and benefits should be considered through the whole process.</p> <p>The final result of the study was the developed concept. The calculations are based on the volumes of production and materials and also conversations about improvement proposals between different professionals within the organization. Detailed results of the calculations are only for company use. Proposals for the optimal solution were based on analysis of the calculation results.</p>	
Keywords: Inbound logistics, packaging, supply chain, warehousing	

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LYHENTEET JA KÄSITTEET

1	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimusmenetelmät	2
1.2	Työn rakenne	2
2	ABB:N YRITYSESITTELY	3
2.1	ABB Oy	3
2.2	ABB Oy, Drives	3
3	TYÖHÖN SOVELLETTU VIITEKEHYS	6
3.1	Prosessien hallinta	7
3.2	Tuotannonohjausperiaatteet ja toimitusketjujen hallinta	9
3.3	Pakkausalan standardit	14
3.4	Kustannus-hyötyanalyysi	16
4	NYKYTILANNE	18
4.1	Ulkoiset varastot	18
4.2	Ennakoitavuus	20
4.3	Toimitusprosessi	22
4.4	Toimitusketjut	25
4.5	Toiminnanohjausjärjestelmän tiedot	27
4.5.1	<i>Kustannukset</i>	28
4.5.2	<i>Eräkoko</i>	29
4.5.3	<i>Ennuste</i>	30
4.5.4	<i>Varmuusvarasto</i>	31
4.5.5	<i>Mitat</i>	32
5	MALLIN RAKENTAMINEN	34
5.1	Tuotteiden luokittelu	34
5.2	Perusyksikköpakkaus	35

5.3	Malliin vaikuttavat tekijät	37
5.4	Mallin rajaus	42
6	TULOKSET	45
6.1	Tiedon kerääminen	45
6.2	Tiedon tallentaminen	46
6.3	Tiedon käyttäminen	48
6.4	Tiedon ylläpito	48
7	YHTEENVETO	49
	VIITELUETTELO	50

LIITE: Matemaattisen mallin taulukko ilman hintatietoja

LYHENTEET JA KÄSITTEET

AC	Alternative Current, vaihtovirta
ASCC	Advanced Supply Chain Collaboration, Drivesin toimittajille tarkoitettu extranet portaali, josta toimittaja näkee Drivesin toimintaan liittyviä asioita, kuten ennusteen
ESD	Electrostatic Discharge, kipinäpurkaus
Fixed lot size	Katso Kiinteä eräkoko.
HUB	Ulkoinen varasto
ISO	International Organization for Standardization, kansainvälinen standardoimisjärjestö
JOT	Just On Time, juuri oikeaan tarpeeseen
Jäädytyspiste	Se piste, jossa pakkauserä jaetaan käyttöeriin
Kerrannaiseräkoko	Eräkoko, jonka kerrannaisia tilataan. Toiminnanohjausjärjestelmässä rouding value
Keräily	Laite tai kauppakohtaisen käyttöerän kerääminen valmiiksi tuotantolinjalle
Kiinteä eräkoko	Eräkoko, joka tilataan aina kerrallaan. Tuotannonohjausjärjestelmässä fixed lot size
Kokoonpano	Tuotteen kokoaminen komponenteista
Komponentti	Tuotteen osa
Kotiinkutsu	Varastotapahtuma, jossa komponentti kutsutaan varastopaikalta käyttöpaikalle
Käyttöerä	Eräkoko, jonka tuotanto käyttää
Lavakaulus	Kuormalavaan kiinnitettävä irtoreuna
MRP	Material Requirements Planning, materiaali-ohjaus

Optio	Valinnainen lisäominaisuus tuotteeseen
Ovikärry	Kärry ovien kuljettamista varten
Pakkauserä	Eräkoko, joka pakataan esimerkiksi samalle lavalle toimitusta varten
PDCA	Plan, Do, Check, Act., laatukehitysmalli
Raaka-aine	Materiaali, josta komponentti on valmistettu
RMP	Risk Management Policy, riskienhallintapolitiikka
Rounding value	Katso Kerrannaiseräkoko
SCM	Supply Chain Management, toimitusketjun hallinta
SCOR	Supply Chain Operations Reference -malli, jota voidaan hyödyntää tilaus-toimitusketjun kehittämisessä
Settilaatikko	Tietylle komponentille tai komponenttiryhmälle varta vasten suunniteltu laatikko
Tilauserä	Eräkoko, joka voi olla pakkauserän kerrannaisia
Tuote	Valmis tuote, joka muodostuu komponenteista
Tuoteryhmä	Mekaaniset komponentit

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä selvitetään ABB Oy, Drivesin (myöhemmin tässä opinnäytetyössä pelkästään Drives) hankittavan materiaalin tilantarve. Tavoitteena on tilantarpeen tiedostamisen ja hallinnan lisäksi myös minimoida koko hankinta- ja toimitusprosessin käsittelymäärät. Pakkausten ohjaaminen on kaksiosaista; toisaalta jatkuvaa tiedonvälitystä komponenttien toimittajalle ja toisaalta satunnaista raportointia Drivesin sisäistä käyttöä varten. Toimittajille on lähetettävä tieto pakkaustavasta ja -kokoosta säännöllisesti, esimerkiksi jokaisen tilauksen mukana. Sisäiseen raportointiin tieto pakkauksista ja niiden tilantarpeesta tarvitaan satunnaisesti, esimerkiksi tuotantolinjojen laajennusten yhteydessä.

Tarve pakkausten ohjaamiseen johtuu suurelta osin tilanpuutteesta; opinnäytetyön tilaajalla Drivesilla on rajallisten tuotantotilojen ja ulkoisten varastojen lisääntyvän käytön johdosta tarve selvittää komponenttien optimaalinen pakkaustapa ja -koko. Tuotannon kannalta on tärkeää, että materiaali on aina saatavilla ja saapuu oikeaan aikaan. Työ ei kohdistu pakkauseräkokojen yksityiskohtaiseen ohjeistukseen, vaan matemaattisen mallin löytämiseen, jotta pakkaukset olisivat tilantarpeen ja käsittelykertojen määrän suhteen optimaalisia.

Tilan puutteen takia Drivesin tehtaalla on tarve siirtää varastointia, mutta myös keräilyä, enenevissä määrin ulkoisiin varastoihin. Keräilyllä tarkoitetaan tässä tapauksessa komponenttien keräämistä valmistettavaa tuotetta varten. Tällä hetkellä kokoonpanoja tekevät alihankkijat keräilevät itse tarvitsemansa määrän komponentteja Drivesin tehtaalta. Tarkoitus on vähentää ja lopulta mahdollisesti poistaa kokonaan keräily alihankkijoilta. Sen sijaan ne saisivat tarvitsemansa komponentit ulkoisista varastoista varastohenkilökunnan suorittaessa keräilyn.

Drivesin toiminnan kasvaessa koko ajan myös tuotantotilaa tarvitaan jatkuvasti lisää, joten tehtaalta on karsittava varastopaikkojen määrää. Tämä tarkoittaa sitä, että ulkoisten varastojen käyttöä lisätään jatkuvasti. Ulkoisista varastoista on näin ollen muodostumassa logistiikkaketjun strategisia kumppaneita.

1.1 Tutkimusmenetelmät

Tämän työn tekijällä on kokemusta työskentelystä Drivesin palveluksessa materiaali- ja logistiikkaosastolla ostajana. Komponenttien vaatiman tilantarpeen kartoitus ja niiden kontrollointi yhdessä käsittelymäärien selvittämisen kanssa on hyvin käytännönläheinen ongelma. Nykyisistä pakkausprosesseista, sen puutteista ja kehitystoiveista on kerätty tietoa haastattelemalla useita tehtaan työntekijöitä (ostajia, vastaanottohenkilökuntaa, osastojärjestelijöitä jne.). Tämän lisäksi on haastateltu molempien Drivesin ulkoisten varastojen avainhenkilöitä. Myös kokoonpanoja Drivesille tekeviltä alihankkijoilta on kartoitettu heidän kantaansa ongelmaan ja selvitetty, millaisilla asioilla heidän mielestään voisi olla vaikutusta.

Haastatteluista saatujen tietojen pohjalta alettiin suunnitella matemaattista mallia pakkauksille. Mallin perusteella voidaan kontrolloida tilantarvetta kullekin komponentille koko prosessin näkökulmasta. Tämä suunnittelutyö tehtiin osallistuvan tutkimuksen avulla eli tutkimalla, havaitsemalla ja kokeilemalla. Suureksi avuksi tässä vaiheessa oli se, että työn tekijä oli koko ajan yhteydessä Drivesiin ja pääsi konkreettisesti käymään tehtaan tuotantotiloissa ja varastoissa tarvittaessa sekä kyselemään asianosaisten tarpeita ja toiveita.

1.2 Työn rakenne

Johdannossa kuvataan lyhyesti työn lähtökohtia ja kerrotaan tutkimusmenetelmien lisäksi työn rakenteesta. Seuraavassa luvussa esitellään tarkemmin kohdeyritys. Siinä kerrotaan myös yrityksen tuotteista ja markkinatilanteesta. Kolmannessa luvussa käsitellään teoriakehys, johon hankintalogistiikka läheisesti liittyy. Sen jälkeen kuvaillaan yksityiskohtaisesti tutkimuksen aiheena oleva ongelma eli lähtökohta työn tarpeelle. Samassa luvussa käydään läpi tämänhetkinen tilanne, myös materiaalihallintaan liittyvät ongelmat ja puutteet. Tämän jälkeen keskitytään ongelman analysointiin ja pyritään löytämään ratkaisu, joka tukisi mahdollisimman suuren komponenttimäärän tarpeita. Lopuksi esitellään konsepti, johon päädyttiin. Viimeisimpänä lukuna on yhteenveto, jossa tiivistetään työn tulokset.

2 ABB:N YRITYSESITTELY

ABB on yksi alansa johtavista sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymistä, jonka tuotteet, järjestelmät ja palvelut pyrkivät parantamaan teollisuus- ja energiayhtiöasiakkaiden kilpailukykyä ympäristömyönteisesti. ABB on markkinajohtaja ydinosaamisalueillaan. (ABB Oy intranet.)

ABB toimii yli sadassa maassa, ja sen palveluksessa on noin 112 000 henkilöä. ABB:llä on viisi divisioonaa: Sähkövoimatuotteet, Sähkövoimajärjestelmät, Automaatiotuotteet, Prosessiautomaatio ja Robotit. (ABB Oy intranet.)

2.1 ABB Oy

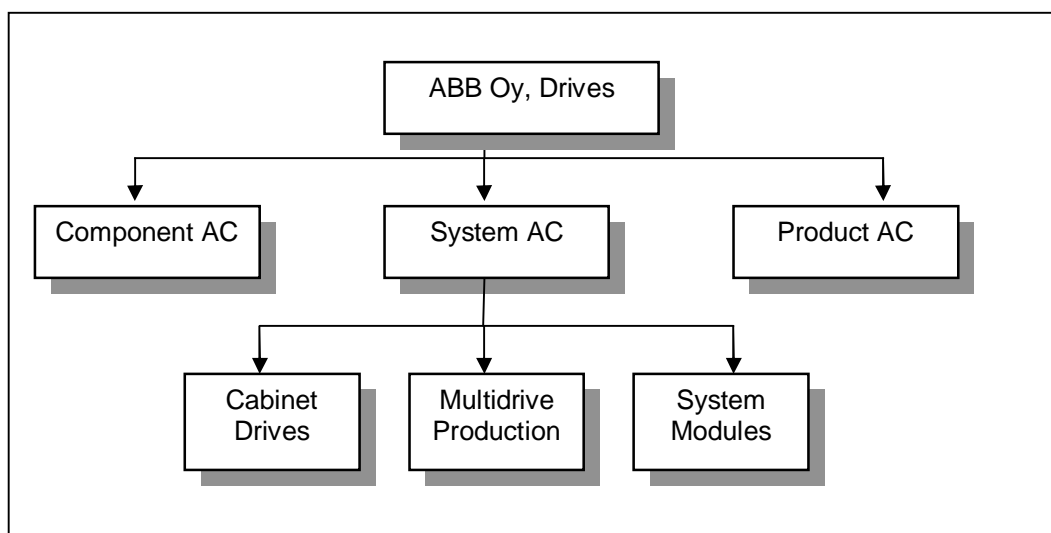
ABB:llä on Suomessa sähkövoima- ja automaatioteknologioiden erikoisosaamista, jota on kartutettu yli 115 vuoden ajan. ABB Oy:n liikevaihto on 2 miljardia euroa ja henkilöstön määrä yli 6 600. Tilauksista noin 80 prosenttia menee vientiin, etenkin Eurooppaan ja Amerikoihin, mutta kasvavassa määrin myös Aasiaan. (ABB Oy intranet.)

Suomessa toimintaa on yli 40 paikkakunnalla, suurimpien toimitilojen sijaitessa Vaasassa ja Helsingissä Pitäjänmäellä.

2.2 ABB Oy, Drives

Tämän opinnäytetyön tilaaja ABB Oy, Drives -liiketoimintayksikkö sijaitsee Helsingissä Pitäjänmäessä ABB Oy:n elektroniikkatehtaalla. Drivesin organisaation rakenne käy ilmi kuvasta 1. Pitäjänmäen tehtaalla työskentelee noin 900 henkilöä, joista kolmannes tuotekehityksessä.

Automaatiotuotteet-divisioonaan kuuluva Drives-liiketoimintayksikkö vastaa maailmanlaajuisesti taajuusmuuttajien ja AC- eli vaihtovirtakäyttöjen tutkimuksesta, kehityksestä, valmistuksesta ja markkinoinnista. Drives jakautuu kolmeen tulosyksikköön, joiden tuotantoprosessit eroavat toisistaan merkittävästi. Liiketoimintaerot aiheuttavat erilaisia tarpeita ja vaatimuksia myös tuotannon ohjausjärjestelmiin.



Kuva 1. ABB Oy, Drivesin organisaatio

Tulosyksiköt ovat

- *Component AC (CAC)*: tuotteet varastoidaan pääasiallisesti globaaleissa keskusvarastoissa, eli tuotantoprosessi on tyypiltään Manufacture-To-Stock (MTS).
- *Product AC (PAC)*: tuotteet ovat fyysiseltä kooltaan isompia ja suuritehoisempia kuin CAC:n tuotteet ja niitä tehdään Assembly-To-Order-tyyppisesti (ATO).
- *System AC (SAC)*: valmistetaan kaapitettuja taajuusmuuttajia, jotka ja kaantuvat erilliskäyttöihin ja ns. systeemikäyttöihin. Erilliskäyttöistä osa ei tarvitse sovellussuunnitteluvaihetta, jolloin niiden valmistus on Make-To-Order-tyyppisiä (MTO). Kaikki systeemikäytöt sen sijaan kulkevat aina sovellussuunnittelun kautta. Engineer-To-Order-tyyppisen (ETO) toiminnan lisäksi asiakassovellukset ovat joskus sen verran haasteellisia, että toteutukseen tarvitaan myös perussuunnittelua, jolloin tuotantoprosessia voitaisiin kutsua Development-To-Order-tyyppiseksi (DTO). Moduulit valmistetaan Assembly-To-Order-tyyppisesti.

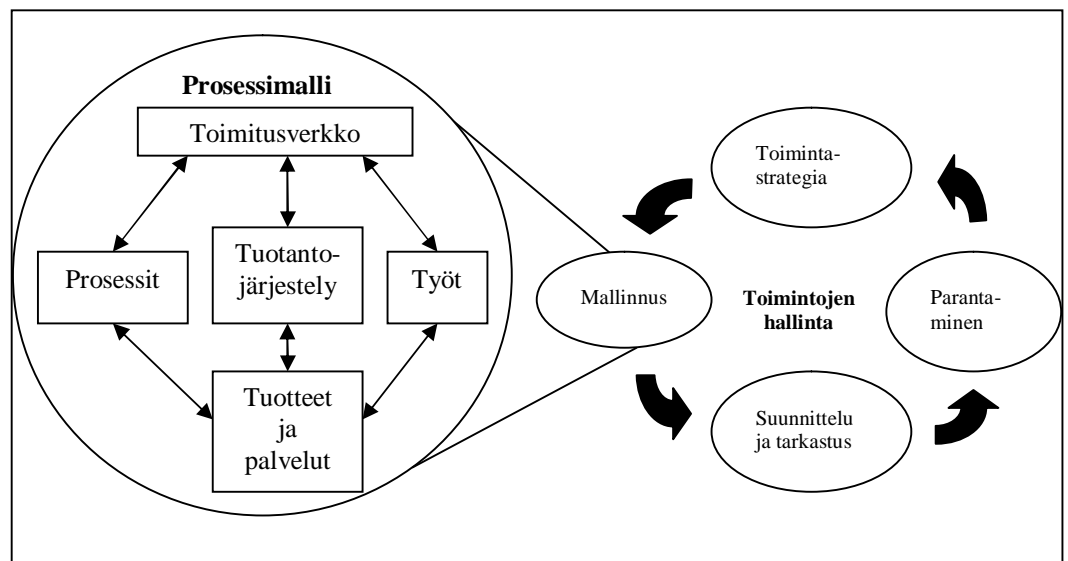
System AC -tulosyksikkö jakautuu vielä erillisiin tilaus-toimitusprosesseihin; Cabinet Drives, Multidrive ja System Modules. Näistä kaksi ensin mainittua ovat kaappivalmistukseen erikoistuneita yksiköitä. Jälkimmäinen taas vastaa moduulituotannosta, joka valmistaa moduuleja suoraan asiakkaille ja toimii samalla kaappivalmistuksen alihankkijana. Tässä opinnäytetyössä keskitytään erityisesti kaappivalmistukseen, koska sen kasvu on ollut viime aikoina huomattavaa. Toinen merkittävä tekijä kaappivalmistuksen valitse-

miseen on sen suuri komponenttimäärä ja pieni volyyymi. Tällöin komponenttimäärän hallinta on vaikeaa. Jos komponenttimäärä olisi pieni ja volyyymi suuri, tilaus- ja toimitusprosessia olisi helppo ylläpitää manuaalisesti. Kaappivalmistuksessa se ei missään nimessä ole mahdollista, jolloin tässä tutkimuksessa havainnollistetaan kehitetyn mallin suurin mahdollinen hyöty.

3 TYÖHÖN SOVELLETTU VIITEKEHYS

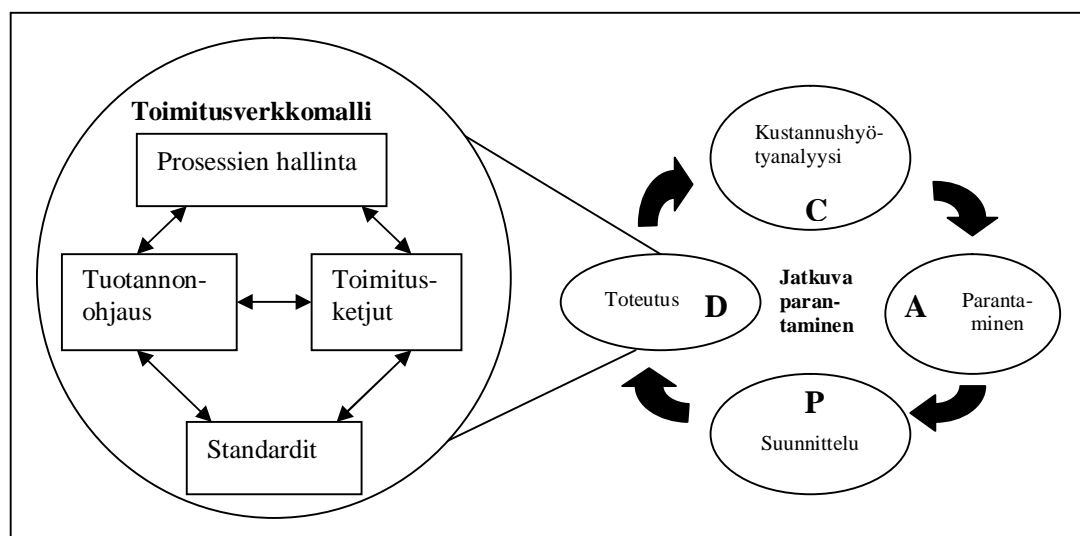
Tässä luvussa kuvataan tämän opinnäytetyön viitekehystä ja siihen liittyviä teorioita.

Kuvassa 2 on esitetty operaatiomalli, joka kuvaa yleistä toimintojen kytkeytymistä yrityksessä. Tämä yleinen malli kuvaa Drivesin tuotantoprosesseja yleisellä tasolla.



Kuva 2. Tuotantoprosessit (suomennettu lähteestä Slack - Chambers - Johnston 2007, 147)

Tämän opinnäytetyön aiheeseen ja ongelmaan yleistä mallia on tarkennettava ja sovellettava. Opinnäytetyön keskittyessä pääosin hankintalogistiikkaan, sovellettu malli koostuu nyt pakkausstandardeista, prosessien hallinnasta, tuotannonohjauksesta sekä toimitusketjuista. Lisäksi mallissa on käytetty Demingin PDCA (Plan, Do, Check, Act) -sykliä. PDCA-sykli on yksi keskeisistä työkaluista jatkuvassa parantamisessa ja prosessinkehittämisessä. Kuvassa 3 esitetään, millainen uusi sovellettu malli on. Seuraavaksi käydään läpi jokaista toimitusverkkomallin osasta tarkemmin.



Kuva 3. Toimitusverkon parantaminen

3.1 Prosessien hallinta

Yritykset haluavat keskittyä omaan ydinosaamiseensa. Tämän takia verkostoissa toimiminen ja tiettyjen toimintojen ulkoistaminen voi olla hyvinkin tehokasta. Sen takia tässäkin opinnäytetyössä katsotaan ongelmaa koko prosessin näkökulmasta. Tuotantoa halutaan rakentaa ja kehittää mahdollisimman tehokkaaksi ja saada sitä kautta kilpailuetua. Kun prosesseja osataan hyödyntää oikein, toiminnan virheet vähenevät ja näin ollen laatu paranee. Kun tehdään kerralla oikein, niin toimintojen päällekkäisyys sekä niiden turha korjaaminen vähenevät. Myös ongelmien tunnistaminen ja ratkaiseminen paranevat.

Myös logistinen prosessi voidaan ajatella ketjuksi, joka on yhtä vahva kuin sen heikoin lenkki. Jos ketju pettää, ei asiakasta juurikaan kiinnosta pettäneen lenkin sijainti tai kuinka hyviä muut lenkit ovat. Ketjun pettäessä koko ketju osoittautuu heikoksi. Tämän takia prosessinäkökulma on hyvin mielenkiintoinen ja todistaa prosessinäkökulman tärkeyden. Prosessiajattelun ja toimintajärjestelmän suurin hyöty on synergiassa ja kokonaisvaltaisuuudessa (von Bagh - Günther - Salmenkari 2000, 113.)

SCOR

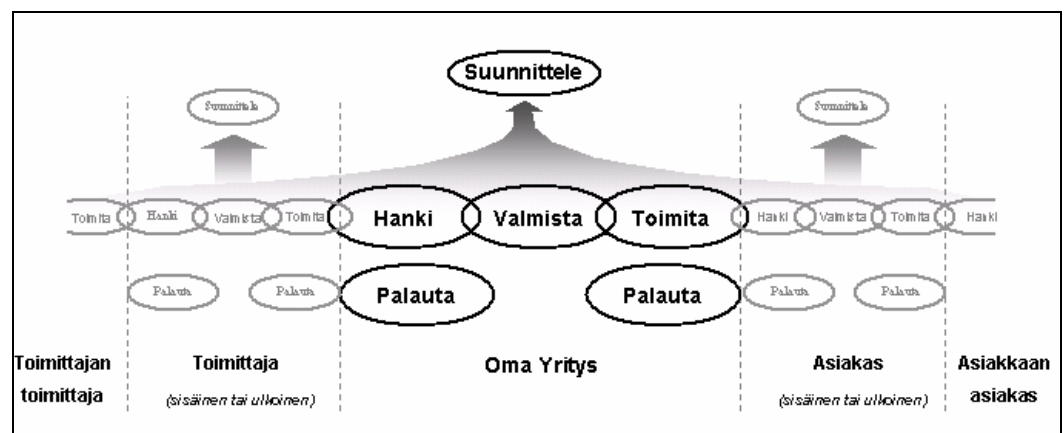
Supply Chain Operations Reference (SCOR) -malli on Supply Chain Councilin ylläpitämä alasta riippumaton prosessiviitemalli toimitusketjujen kuvaamiseen sekä suorituskyvyn ja johtamisen mittaamiseen ja kehittämiseen.

Vaikka malli koostuukin prosessikuvauksista ja prosessikomponenteista, ei se kuitenkaan ole pelkkä yhden yrityksen prosessimalli. SCOR-malli kattaa koko toimitusketjun toimittajan toimittajalta asiakkaan asiakkaalle saakka. Mallin piiriin kuuluvat vuorovaikutus asiakkaiden ja markkinoiden kanssa sekä fyysisten tuotteiden liikkuminen toimitusketjussa (kuva 4). (Supply-Chain Council.)

SCOR-mallin pääprosessit:

- **Suunnittele** - Resurssien, kysynnän, varastonsuunnittelun, jakelun, tuotannon, materiaalin ja kapasiteetin suunnittelu
- **Hanki** - Hankinnan infrastruktuuri ja raaka-aineiden ostaminen
- **Valmista** - Valmistus, jalostus ja toimeenpano
- **Toimita** - Tilaustenhallinta, tuotevaraston hallinta, jakelu ja asennus
- **Palauta** - Raaka-aineiden palautus toimittajalle ja asiakkaiden palauttamien tuotteiden vastaanotto (vialliset tuotteet, huolto ja asennustarvikkeet sekä väärin toimitetut tuotteet)

(Supply-chain Council, 4.)



Kuva 4. SCOR-malli (suomennettu Supply-chain Council, 3.)

Mallin ylimmän tason prosessit on jaettu eri kategorioihin; esim. valmistus voi olla ohjaustavaltaan jokin seuraavista:

- valmistetaan varastoon, MTS (Make-To-Stock)
- toimitetaan tilaukselle, STO (Ship-To-Order)
- kokoonpannaan tilaukselle, ATO (Assembly-To-Order)
- valmistetaan tilaukselle, MTO (Make-To-Order)
- suunnitellaan tilaukselle, ETO (Engineer-To-Order)
- kehitetään tilaukselle, DTO (Development-To-Order).

(soveltaen Supply-chain Council, 4.)

Prosessikategorioita konfiguroimalla yritys toteuttaa valitsemansa strategian määrättyssä toimitusketjussa.

Yrityksissä suurimpana SCOR-mallin hyötynä pidetään vakioituja menetelmiä ja työkaluja, jotka nopeuttavat ja helpottavat toimitusketjun analysointia. Prosessimalli on geneerinen ja standardisoidut prosessikuvaukset voidaan muokata käyttäjätarpeiden mukaisesti. Mallin muokattavuus kuuluu sen vahvimpiin valtteihin. Parhaimmillaan SCOR on toimitusketjujen kehittämisen käytännönläheinen työkalupakki, joka sopii toimitusketju- ja prosessiajattelun sisäistäneelle ammattilaiselle. (Löfgren - Winqvist - Pajunen-Muhonen 2003, 33.)

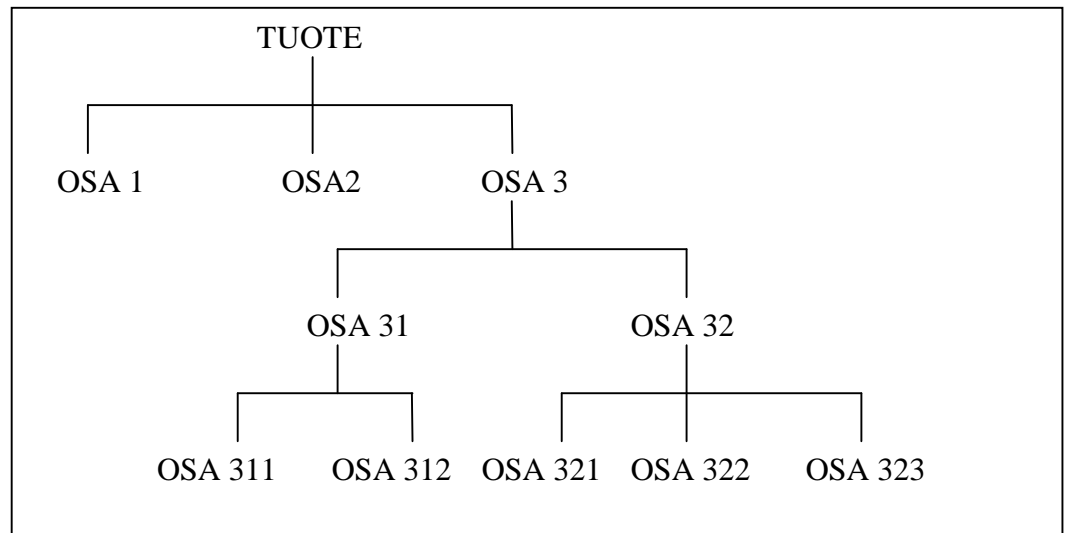
Erottamalla tuotantoprosessit koko logistisesta palveluprosessista pystytään tarkastelemaan erillisten vaiheiden teknistä osaamista ja sisäistä tehokkuutta sekä suhteuttamaan se koko toimitusverkoston valmiuksiin. Jos yritys on erikoistunut pitkälle tiettyyn teknologiaan ja tuotevalikoimaan, on toimitusverkon suunnittelussa otettava huomioon myös mahdollisuus säilyttää tarpeellinen joustavuus. Joustavuuden mahdollistavat ulkoiset palvelut ja yhteistyö. (Vepsäläinen 2000, 206.)

3.2 Tuotannonohjausperiaatteet ja toimitusketjujen hallinta

Tuotannonohjausperiaatteella tarkoitetaan sitä tapaa, jolla pääpiirteissään tuotannonohjaus yrityksessä toteutetaan.

MRP

MRP (Materials Requirements Planning) on tarvelaskentaan perustava materiaalinohjaus, joka on lähtöisin 1960-luvulta USA:sta. MRP:n lähtöoletus on, että valmistettavat tuotteet voidaan esittää tuotantorakenteen avulla. Tuoterakenne kuvaa tuotteiden hierarkkisen rakenteen. Alimmalla tasolla olevat osat tai raaka-aineet ovat sellaisia, jotka ostetaan yritykseen. Kuvassa 5 on esitetty tuotteen tuotantorakennetta. MRP perustuu siihen, että tuoterakenne mahdollistaa ostettavien osien tai raaka-aineiden tarpeen laskemisen, mikäli valmistettavien tuotteiden kysyntä voidaan arvioida. (Miettinen 1993, 49 - 50.)



Kuva 5. Tuoterakenne (Miettinen 1993, 50)

JOT

1980-luvun alussa alettiin etsiä uusia ohjausperiaatteita, koska MRP ei vastannut senhetkistä tilannetta yrityksissä. Japanilaisten kehittämän ohjausperiaatteen mukaan yksinkertaisuus on tuotannonohjauksessa tehokkuuden avain. JOTin (Just On Time, juuri oikeaan tarpeeseen) mukaan tuotannon tuhlareita ovat liikkumattomat varastot ja niiden vaatima tila sekä virheelliset osat, kokoonpanot ja lopputuotteet. (Miettinen 1993, 51.)

JOTin tarkoituksena on parantaa tehokkuutta tuotanto- ja myyntiprosessissa kokonaisuudessaan. JOT-periaatteen mukaan mitään ei valmisteta liian aikaisin, jolloin varastot pysyvät pieninä. Tuotanto toteutetaan tarkan suunnittelun ja ajoituksen avulla (Peltonen, 1998). Nykyisin jatkuvasti kiihtyvässä teollisuudessa erityisesti materiaalin nopea saatavuus on tärkeää. Koska tuotanto aikataulutetaan lähemmäksi tilausta, materiaalin saapuminen oikeaan aikaan on elintärkeää tuotantolinjalle. (Vepsäläinen 2000.)

Toimitusketjujen ja logistiikan kehittäminen on jatkoa tuotannosta lähteneelle tuhlauksen ja odottamisen karsinnalle (Vepsäläinen 2000, 202). Seuraavaksi käsitellään kahta ajatusmalliltaan erilaista toimitusketjun hallintaan filosofiaa.

Lean

Lean Supply Chain Managementista käytetään kirjallisuudessa myös nimitystä ohut tai tehokas toimitusketju. Jälkimmäistä termiä käytetään myöhemmin tässä opinnäytetyössä.

Tehokkaassa toimitusketjussa keskeisenä ajatuksena on tuotteen arvoketjusta kaiken ylimääräisen tuotteelle ja asiakkaalle lisäarvoa tuottamattoman poistaminen. Tavoitteena on siis tuottaa tuotteet mahdollisimman vähällä panostuksella ja kustannustehokkaasti. Toimitusketjusta ylimääräisen poistaminen käsittää muun muassa tuotteelle arvoa tuottamattomien toimintojen, ajan ja varastojen poistamisen. Puhtaimmillaan toteutettuna tehokkaasta toimitusketjusta on poistettu kaikki arvoa tuottamattomat toiminnot, eikä siinä ole lainkaan varastoja. Tämä ei ole kuitenkaan realistisesti ajatellen mahdollista, ja järkevämpää on vähentää esimerkiksi varastoja vain siihen rajaan saakka, jonka jälkeen vähentäminen ei tuo enää kustannusetua tai paranna toimitusketjun toimintaa. (Jokinen 2007, 19.)

Toimintaperiaatteiltaan tehokkuuteen pyrkivä toimitusketju ei yksinään kykene vastaamaan etenkin innovatiivisten tuotteiden nopeasti muuttuviin ja epävakaisiin markkinatilanteisiin. Toimitusketjun tehokkuus soveltuukin tuotteille, joiden kysyntä on ennustettavaa, tuotevalikoima on suppea ja volyyymi suuri. Toimitusketjussa tehokkuuden hyödyntäminen edellyttää myös tuotteelta pitkää elinkaarta. (Jokinen 2007, 20.)

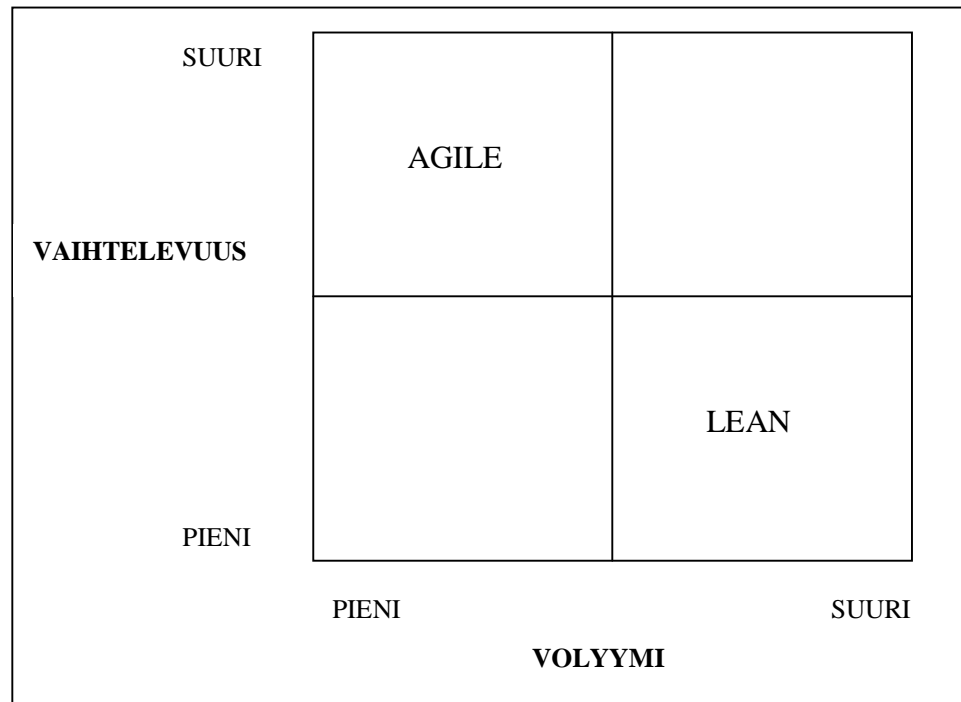
Agile

Agile Supply Chain Managementista käytetään kirjallisuudesta nimitystä joustava tai ketterä toimitusketju. Tässä opinnäytetyössä Agilesta käytetään jäljempänä suomennosta ketterä.

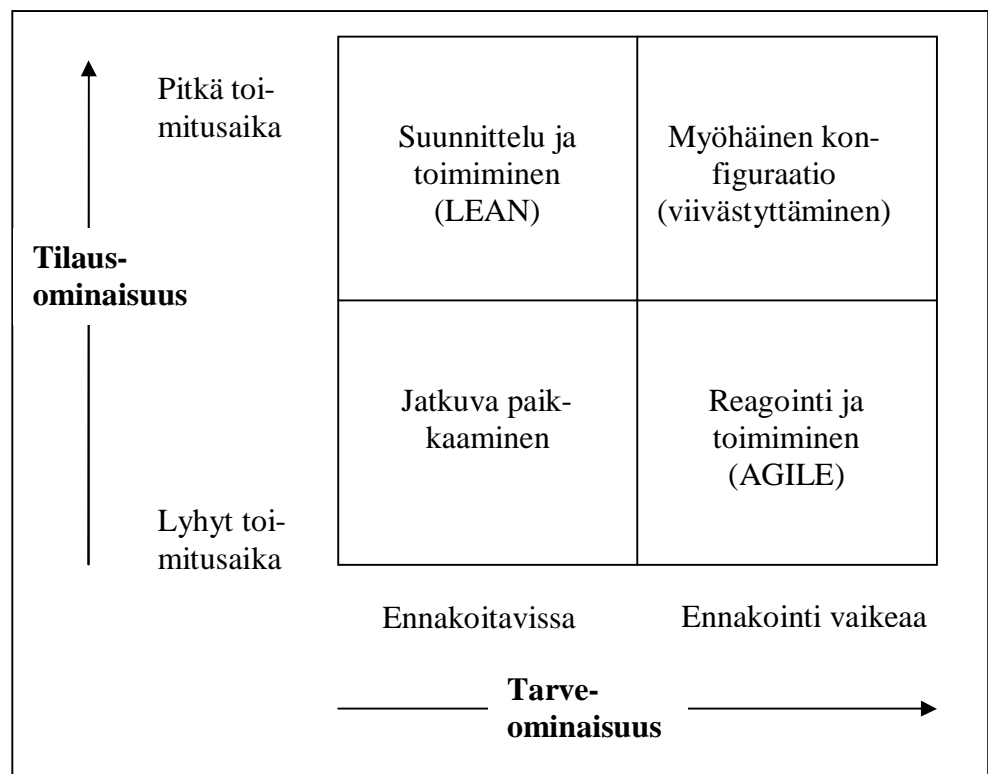
Ketterässä toimitusketjussa keskeisenä ajatuksena on, että toimitusketjun eri osapuolten nopean reagoitokyvyn ja ketteryyden avulla kyetään vastaamaan epätasaiseen volyyymiin sekä valikoiman suhteen muuttuviin markkinavaatimuksiin. Ketterässä toimitusketjussa olennaisinta on toimituskyvyn ja saatavuuden varmistaminen muuttuvissa markkinaolosuhteissa. Tämän vuoksi ketterässä toimitusketjussa kaikki suoranaista lisäarvoa tuottamattomat toiminnot ja varastot eivät ole turhia, mikäli niillä pystytään varmistamaan toimitusketjun häiriötön toiminta. Ketterässä toimitusketjussa päähankkijana olevan yrityksen organisaatorakenteen, informaatiojärjestelmien, logististen prosessien ja erityisesti toimintatapojen sekä johtamisjärjestelmien tulee tukea näitä ketteryysspyrkimyksiä. (Jokinen 2007, 18.)

Ajatusmalliltaan ketteryyteen perustuva toimitusketju soveltuu innovatiivisille tuotteille, joiden kysyntä on vaihtelevaa sekä heikosti ennakoitavissa (kuvat

6 ja 7). Ketterällä toimitusketjulla kyetään hallitsemaan suurtakin tuotevalikoimaa, johon kuuluvien tuotteiden elinkaaret ovat suhteellisen lyhyet. (Jokinen 2007, 20.)



Kuva 6. Leanin ja Agilen eroja (suomennettuna Christopher 2008)

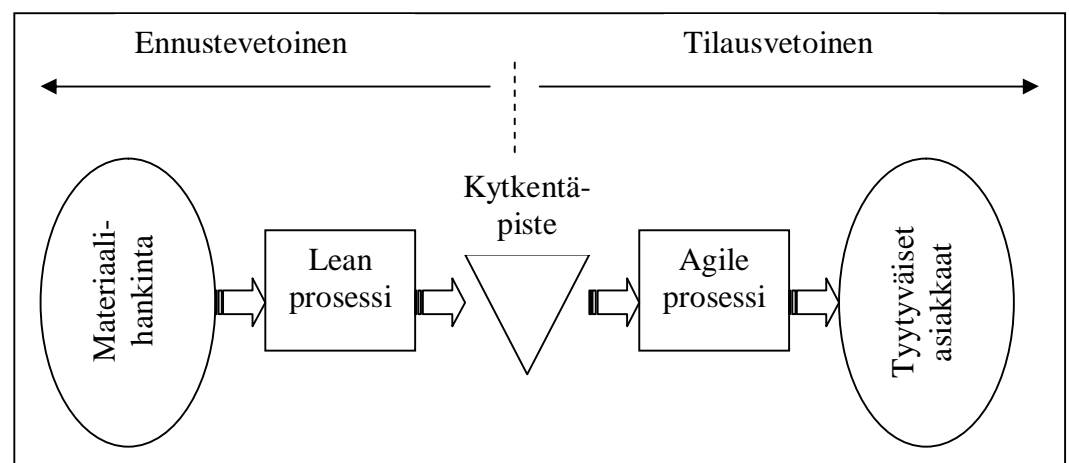


Kuva 7. Tarve- ja tilausominaisuudet määrittävät toimitusketjun strategian (suomennettuna Christopher 2008)

Leagile

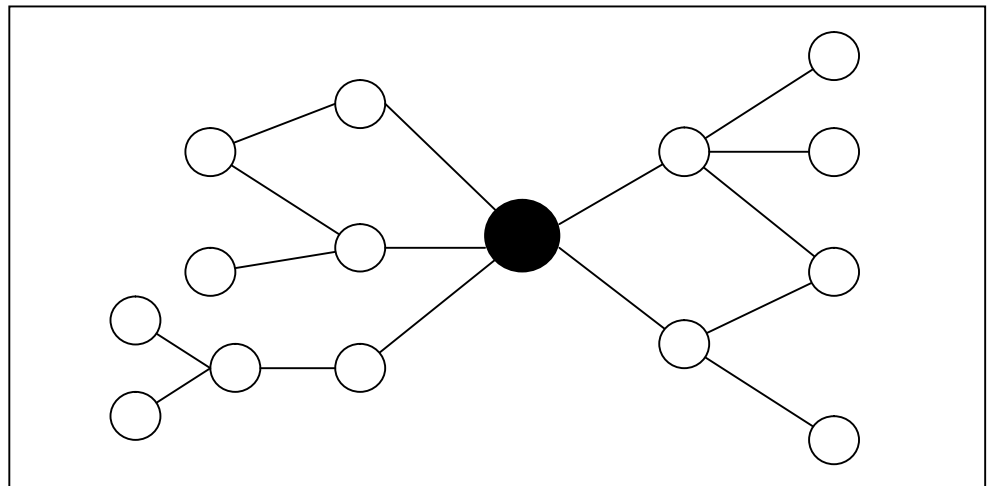
Edellä mainittujen toimitusketjumallien yhdistelmästä, joka on sekoitus molempien hallintaperiaatteita, käytetään nimitystä Leagile Supply Chain Management.

Usein toimitusketjujen ajatusmalleja ja hallintaperiaatteita sovelletaan yhdessä tietyn lopputuotteen toimitusketjussa. Tällaisesta toimitusketjusta käytetään nimitystä Leagile. Tehokkuuden ja ketteryyden yhdistävän toimitusketjun keskeisiä tekijöitä ovat viivästyttäminen sekä asiakastilauksen kytkentäpiste. Viivästyttämisellä tarkoitetaan lopputuotteen tuotannollisten toimenpiteiden aloittamisen siirtämistä viimeiseen mahdolliseen hetkeen toimitusketjussa. Asiakastilauksen kytkentäpiste erottaa toimitusketjun kahdeksi osaksi ja samalla se on myös viimeinen varastointipiste toimitusketjussa. Kuvassa 8 havainnollistetusta kytkentäpisteestä ylävirtaan kohdistuvaan kysyntään vastaamiseksi voidaan käyttää toimintaperiaatteiltaan tehokasta toimitusketjua. Tämä tarkoittaa muun muassa tuotteiden varioinnin vähentämistä hyödyntämällä standardikomponentteja ja modulointia sekä logistiikassa kustannustehokkaita ratkaisuja. Vastaavasti toimitusketjussa kytkentäpisteen alavirran puolisen osuuden on oltava riittävän nopea kyetäkseen vastaamaan vaihtelevaan kysyntään, johon ketterä toimitusketju on soveltuvampi. Tämä käsittää tuotannon osalta esimerkiksi asiakasräätelöityjen tuotteiden asiakastilaukseen kokoonpanon ja tulologistiikassa nopeat kuljetusmuodot. (Jokinen 2007, 21.)



Kuva 8. Leagile-toimitusketjumalli ja asiakastilauksen kytkentäpiste (yhdistetty Christopher 2008 ja Jokinen 2007, 22)

Toimitusketjujen hallinnan määritelmän mukaan se on erityisesti suhteiden hallintaa, sekä toimittajiin että asiakkaisiin, saavuttaakseen koko toimitusketjuun enemmän arvoa vähemmillä kustannuksilla. Yhteistyön avulla pyritään kasvattamaan tuottoa kaikille toimitusketjun osasille. ”Ketjua” paremmin sana kuvaamaan olisi ”verkosto”, koska normaalisti mukana on useita toimittajia ja asiakkaita, jotka myös voivat tehdä yhteistyötä keskenään. Kuva 9 kuvaa miten yritys sijoittuu toimittaja- ja asiakasverkoston keskelle. (Christopher 1998, 18.)



Kuva 9. Toimitusketju verkostona (Christopher 1998, 18)

Keskittyminen ydinkyvyyksiin on kasvattanut verkostoitumistarvetta. Eri kyvykkyyksien kohdalla analysoidaan erikseen, mitä kannattaa tehdä itse ja mitä hankkia muualta. Yritysten toimintoja ulkoistetaan muun muassa seuraavista syistä:

- keskitytään ydintoimintaan
- tehdään muutokset mahdollisiksi
- parannetaan palvelutasoa
- lisätään joustavuutta rakenteisiin ja kustannuksiin
- lisätään joustavuutta palveluihin ja
- voidaan kehittää useaa asiakaskanavaa rinnakkain.

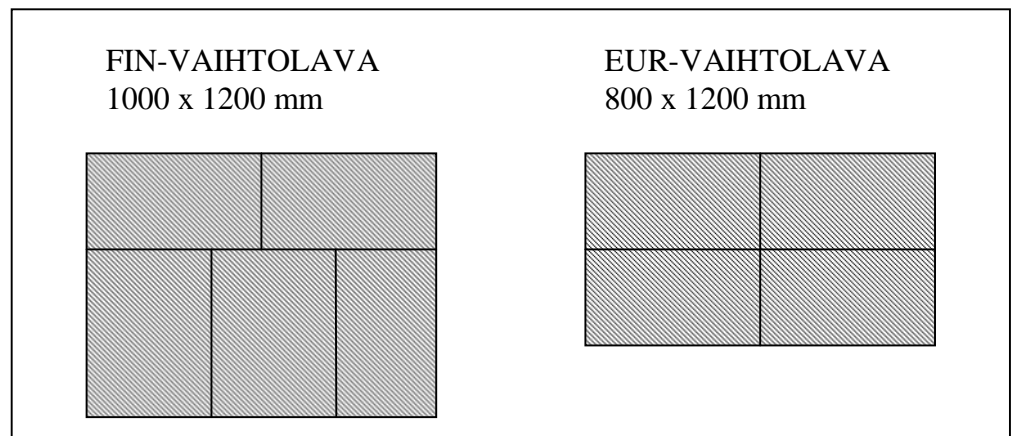
(Haapanen - Vepsäläinen1999, 235.)

3.3 Pakkausalan standardit

Pakkausala on yhteiskuntaa monipuolisesti palveleva ala, jonka merkitys kasvaa mentäessä yhä globaalimpaan kaupankäyntiin. Pakkausalan standardien tavoitteena on yrityksen toiminnan yksinkertaistaminen, kustannus-

ten vähentäminen ja turvallisuuden lisääminen. Standardien käyttö on vapaaehtoista ja perustuu useimmiten yritysten väliseen kaupankäyntiin. Standardeilla voidaan myös helpottaa kansainvälistä yhteydenpitoa yhdenmuokaistamalla terminologiaa ja symboleja. (Järvi-Kääriäinen - Leppänen-Turkula 2002, 15 ja 62.)

Pakkausten tulee olla sekä lakien että alan yleisten standardien mukaisia (Järvi-Kääriäinen - Leppänen-Turkula 2002, 17). Standardointijärjestelmän perustana on kuljetuspakkauksen niin sanottu perusmoduuli. Kansainvälinen standardoimisjärjestö ISO (International Organisation for Standardization) hyväksyi 1.6.1975 kuljetuspakkauksen perusmoduulin mitoiksi sivupituuksiltaan 400 x 600 mm olevan pakkauksen. Erilaisten kuormalavojen pohjamitat on valittu siten, että ISO-kuljetuspakkauksen perusmoduuliset pakkaukset peittävät täysin kuormalavan pohjapinnan. Suomessa on käytössä pääasiassa kaksi standardoitua kuormalavamittaa: FIN-vaihtolava ja EUR-vaihtolava (kuva 10) (Pouri 1983, 13 - 14). Myös hyllyjärjestelmät ovat standardimitoitettuja ja hyvin suunniteltu pakkaus täyttää ne kokonaan. Mitoituksen ollessa oikea kustannuksia säästyy materiaalissa, varastoinnissa, jake- lussa ja hyllytyksessä (Järvi-Kääriäinen - Leppänen-Turkula 2002, 16).



Kuva 10. Standardoidut kuormalavat ja ISO-pakkausten peruskokojen sijoittaminen lavoille (Pouri 1983, 14)

Tuotteiden suojaamiseen käytetään usein erilaisia pakkausyhdistelmiä kuljetusten, varastoinnin ja niihin liittyvien käsittelyiden helpottamiseksi. Pakkauksille asettavat vaatimuksia pakattavan tuotteen lisäksi kuljetusmatka ja -tapa, kauppa, kuluttaja, lainsäädäntö sekä ympäristö. Pakkausten perustehtävät eivät muutu lähitulevaisuudessa, vaan jatkossakin pakkaus

- suojaa
- säilyttää
- mahdollistaa jakelun
- kertoo tuotteesta
- sisältää tuotteen
- lisää käyttömukavuutta
- myy.

Yritysten välisessä kaupassa pakkauksella ei kuitenkaan ole yhtä merkittävää osaa tuotteen herätemyynä kuin silloin, kun tuotteita myydään kuluttajalle. (Järvi-Kääriäinen - Leppänen-Turkula 2002, 15 - 17.)

Logistiselle pakkauskehitykselle ominaista on koko toimitusketjun toiminnallinen tarkastelu sekä arvoketjun kustannusten hallinta.

3.4 Kustannus-hyötyanalyysi

Kustannus-hyötyanalyysi on erittäin vahva osa tätä opinnäytetyötä. Se on yksi tekijä, joka on lähtökohtaisesti motivoinut tämän projektin toteuttamista. Kustannuksia ja hyötyjä ei tässä tapauksessa lasketa ainoastaan varaston hallinnan kannalta, vaan koko organisaation prosessien kannalta. Eli optimaalisen eräkoon laskemisen sijaan lasketaan koko toimitusketjun kustannuksia. Kehitetystä mallista saatu pakkauskoko ei ole välttämättä ole varastoinnin tai kuljetuksen tai minkään muunkaan yksittäisen toiminnan kohdalta edullisin, mutta koko prosessin kannalta kustannukset voivat muodostua alhaisemmaksi.

Varastoinnin suurin yksittäinen kustannuserä on varastoon sitoutunut pääoma (Bowersox - Closs 1996, 255). Varastojen täydentäminen aiheuttaa aina myös eräkoosta riippumattomia kustannuksia. Toisaalta varastoinnista aiheutuu aina kuluja. Varastointikustannukset ovat Suomessa kansainvälisesti korkealla tasolla. Niinpä varastoinnilla on teollisuudelle suuri taloudellinen merkitys. Tämän takia täydennyseräkokoja pyritään optimoimaan. (Hokkanen - Karhunen - Luukkainen 2002, 154 - 157.)

Optimaalinen eräkkö lasketaan Wilsonin kaavalla:

$$E_{opt}(Q) = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot C_0}{U \cdot C_1}}$$

missä:

D = vuosikulutus

C₀ = yhden toimituserän hankintakustannus

U = yksikköhinta

C_i = varastointikustannus vuodessa

(Hokkanen - Karhunen - Luukkainen 2002, 157.)

Kustannus-hyötyanalyysin avulla määritetään annetun projektin tai kaavailun toimenpideohjelman toteuttamisen yhteiskunnallinen kannattavuus. Katsotaan siis, ylittävätkö suunnitellusta projektista saadut hyödyt sen kustannukset. Mikäli suhde nykyhetken kustannukset vähennettynä nykyhetken hyödyistä on positiivinen, hanke suositellaan toteutettavaksi. (Bank of England 2006, 9.)

Varastojen ulkoistaminen

Yritysten keskeisenä tavoitteena on omaan ydinosaamiseen keskittyminen ja sen kehittäminen. Tämän takia logistiikassa ulkoistamisen merkitys on kasvamassa koko ajan, ja sen seurauksena yritysten toiminta verkostuu ja lomituu toisiinsa. Koska ulkoisista varastoista halutaan ottaa kaikki hyöty irti, niin niidenkin toimintaa pyritään kehittämään mahdollisimman tehokkaaksi.

Ulkoisen varaston avulla pyritään tasaamaan ja vahvistamaan eri suunnista tulevia ja eri suuntiin meneviä tavaravirtoja siten, että toimitusmäärät ja -tiheydet sopisivat sekä toimittajalle että vastaanottajalle. Ulkoisissa varastoissa pyritään vaihto-omaisuuden minimointiin ja hyvään hallittavuuteen, joka voi puolestaan johtaa helposti toimitusten tihenemiseen. (Sartjärvi 1992, 124.)

4 NYKYTILANNE

Tässä luvussa kuvataan tämänhetkinen tilanne varastoinnin, toimitusketjujen ja toiminnanohjausjärjestelmien osalta Drivesin tehtaalla ja havainnollistetaan, minkä takia tämä opinnäytetyö on ajankohtainen ja tarpeellinen. Ensin kuitenkin kerrotaan varastoinnin tarpeellisuudesta ja ulkoisten varastojen roolista ja haasteellisuudesta.

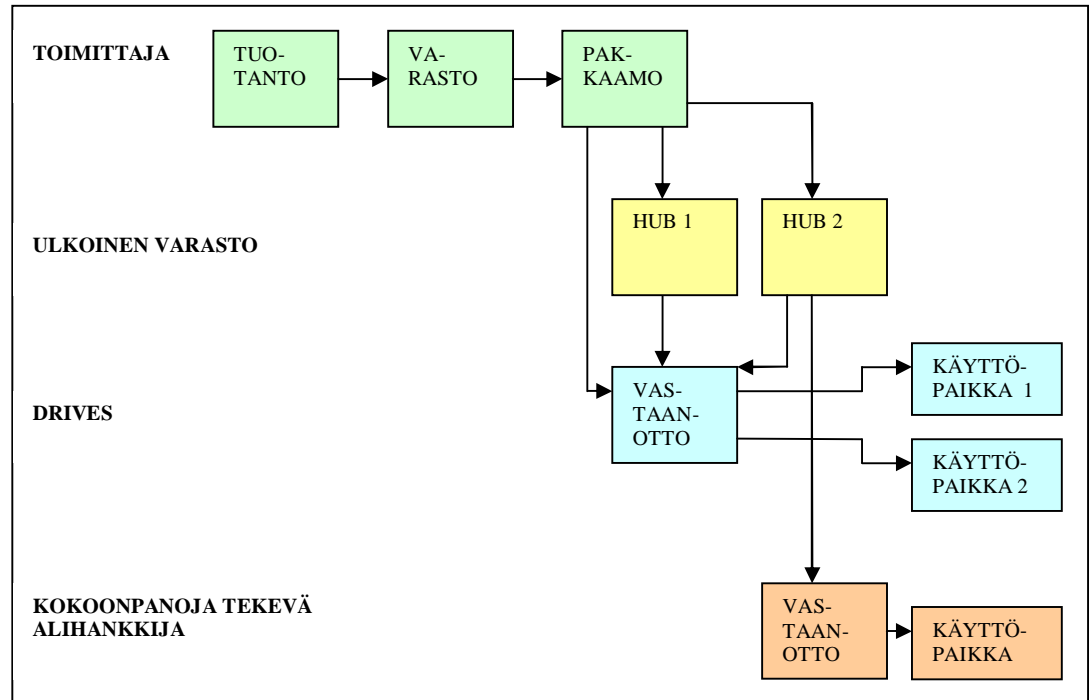
Määritelmän mukaan varastointi on taloudellisin tapa sovittaa yhteen kysynnän ja tarjonnan välillä vallitseva määrällinen, paikallinen ja ajallinen erilaisuus. Tavarantoimituksen muoto ja koko vaikuttavat sekä varastointitapaan että käsittelymenetelmiin. Tavarantoimituksen määrä ja kiertoaika taas vaikuttavat tavarantoimitustapaan ja sijoittamiseen varastossa. (Pouri 1983, 7 - 10.)

4.1 Ulkoiset varastot

Tässä opinnäytetyössä tarkoitus ei ole tarkastella pakkaustapoja vain ulkoisen varaston näkökulmasta, vaan koko hankinta- ja toimitusprosessin kannalta, kuitenkin ulkoisten varastojen hyödyntäminen on vahvasti esillä toimitusten suunnittelussa.

Ulkoisten varastojen rooli

Ulkoisten varastojen ovat muutakin kuin vain pelkkää komponenttien varastointia varten. Sen lisäksi, että niissä säilytetään osa Drivesin omasta varmuusvarastosta, ulkoiset varastot toimivat myös isojen toimituserien vastaanottoa paikkana ja varastona. Esimerkiksi Aasiasta toimitettavien konttien toimitukset ohjataan ulkoisiin varastoihin, joista komponentteja sitten kotiinkutsutaan Drivesin tehtaalle sopivissa erissä. Tämän lisäksi ulkoiset varastot toimivat tiettyssä mielessä keräilyinä. Välttämättä ei haluta, että ulkoiset varastot joutuisivat jakamaan volyymitoimitusten tilauseriä pienempiin osiin, mutta yksittäisten komponenttien keräily tulee jatkossa yhä enemmän olemaan osa ulkoisten varastojen toimenkuvaa. Esimerkiksi kaikki kaappipuolen ovet kulkevat tällä hetkellä ulkoisten varastojen kautta, josta ovia toimitetaan eteenpäin tehtaan kokoonpanopaikoille tarvittaessa. Kuvassa 11 havainnollistetaan ulkoisen varaston keskeistä roolia logistiikkaketjussa. Ulkoinen varasto on tässä kohdassa nimetty HUBiksi.



Kuva 11. Ulkoisten varastojen keskeinen asema toimitusketjussa

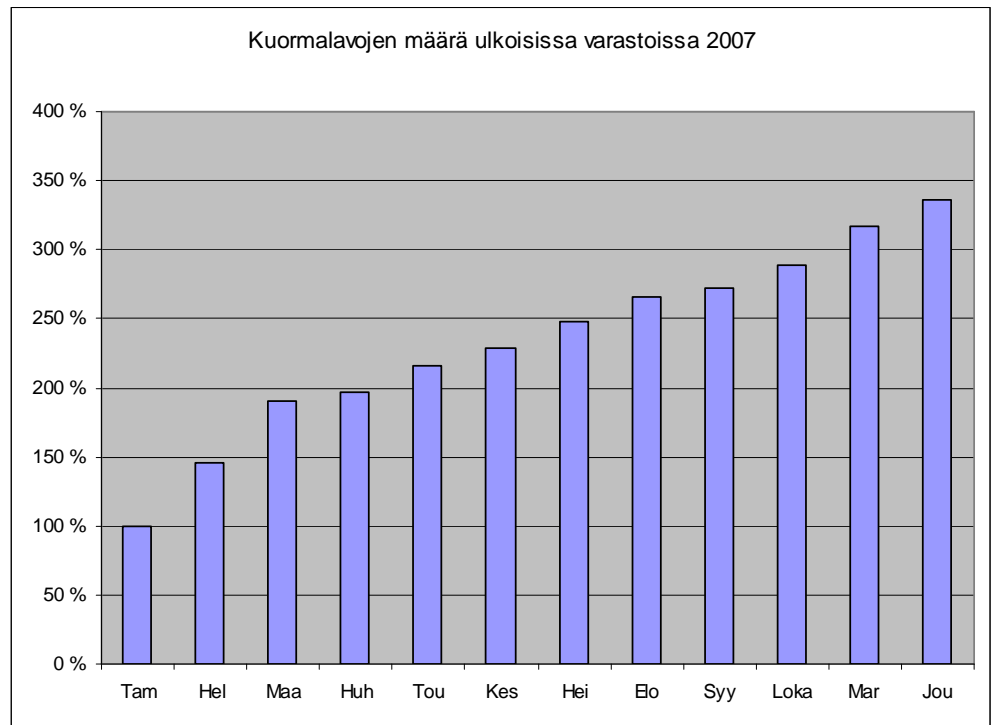
Keräilyjä lisätään myös jatkossa ulkoisiin varastoihin, mutta vältetään sitä, että ulkoisten varastojen henkilökunta joutuisi purkamaan pakkauksia tai laskemaan suuria kappalemääriä kotiinkutsuja varten. Koska ulkoisten varastojen suorittamat yksittäisten komponenttien keräily ei välttämättä ole tarkoituksenmukaista toimintaa, ja niiden määrä halutaan minimoida, optimaalisen pakkaustavan ja -koon merkitys entisestään korostuu. Sen sijaan ulkoisten varastojen tulisi voida toimittaa kokonainen pakkauserä kotiinkutsujalle (Drivesin tehdas tai kokoonpanoja tekevä alihankkija).

Ulkoisten varastojen käyttöasteen kasvu

Drivesin liiketoiminta on kasvanut viimeisten vuosien aikana kovaa vauhtia. Koska Drivesin tuotanto on hyvin pitkälle tilausohjautuvaa, niin toimitusajossa kilpaileminen on olennainen osa liiketoimintaa. Tämä tarkoittaa sitä, että liiketoiminnan kasvun ohessa materiaalivirran lisääntyminen on kasvattanut myös varmuusvarastojen määrää. Varmuusvarastojen kasvu taas on suoraan verrannollinen varastoinnin vaatiman tilan kasvuun. Drivesin tehtaan rajallisen varastointitilan takia varastojen kasvu on siirtynyt pääasiassa ulkoisiin varastoihin, joita on tällä hetkellä Drivesin käytössä kaksi kappaletta.

Kuvassa 12 on kuvattu ulkoisten varastojen kasvua vuoden 2007 aikana luvapaikkojen käytön määrässä. Kuvassa on yhteenlaskettuna molempien Dri-

vesin käytössä olevien ulkoisten varastojen kuormalavamäärä. Kuten kuvasta näkyy, määrä on yli kolmenkertaistunut vuoden aikana. (Pirhonen 2008.)



Kuva 12. Ulkoisten varastojen kasvu vuonna 2007 (Pirhonen 2008)

4.2 Ennakoitavuus

Materiaalin tilantarpeen ennakoitavuus ja sen parantaminen ovat tekijöitä, jotka ovat olleet yhtenä lähtökohtana tämän opinnäytetyön tarpeellisuudelle.

Ulkoiset varastot

Tällä hetkellä Drivesin käyttöasteen ennakointi muun muassa ulkoisille varastoille tapahtuu ainoastaan komponenttien määrän avulla. Ulkoisille varastoille voidaan esimerkiksi kertoa seuraavalla viikolla varastoitavien komponenttien määrä, mutta ei tietoa siitä, kuinka paljon tämä tarkoittaa fyysisesti (esimerkiksi lavapaikkoina). Tavoitteena olisi siis pystyä tietämään ja ennakoimaan myös kuormalavojen tai lavapaikkojen määrää, kun komponentteja laajennetaan ulkoiseen varastoon.

Myös laskujen käsittelyn näkökulmasta tässä työssä kehitettävästä konseptista on hyötyä. Laskujen hyväksyjän on tärkeää tietää, laskuttavatko ulkoiset varastot Drivesilta oikean määrän lavapaikkoja. Tällä hetkellä ulkoinen varasto saattaa laskuttaa esimerkiksi 10 000 lavapaikasta, mutta sen oikeel-

lisuutta ei pystytä tarkastamaan mitenkään, koska Drivesin tiedossa on ainoastaan komponenttien kappalemäärä, joka ulkoisessa varastossa sijaitsee, ei sitä kuinka montaa lavapaikkaa tämä määrä vastaa.

Kuljetukset

Ennakointi on tärkeä myös kuljetusten suunnittelun kannalta. Jos esimerkiksi seuraavan viikon, päivän, tunnin tai jopa seuraavan kuorman materiaalien siirtotarpeet ulkoisista varastoista tehtaalle pystyttäisiin ennakoimaan lavapaikkoina, sopivan kuljetuskapasiteetin varaaminen samaiselle komponenttimäärälle onnistuisi vaivatta. Kuljetuksissa voitaisiin minimoida kalliita hukkaneliöitä, jos auto on riittävän kokoinen siirrettävään määrään nähden (eli ei liian iso). Toisaalta säästettäisiin siirtoaikaa, jos yksi iso auto hoitaisi komponenttien siirron nopeammin kuin pienempi auto, joka joutuisi ajamaan väliä useaan kertaan ja näin käyttämään siirtoon huomattavasti enemmän aikaa.

Kuljetusten ennakoiminen ja suunnittelu myös toimittajilta tehtaalle ja ulkoisiin varastoihin on tärkeää. Tämä korostuu etenkin kaukaa toimittavien toimittajien kohdalla. Esimerkiksi Aasiasta tulevien merikonttikuljetusten ennakointi helpottaisi kuljetuskapasiteetin suunnittelua.

Tehdassuunnittelu

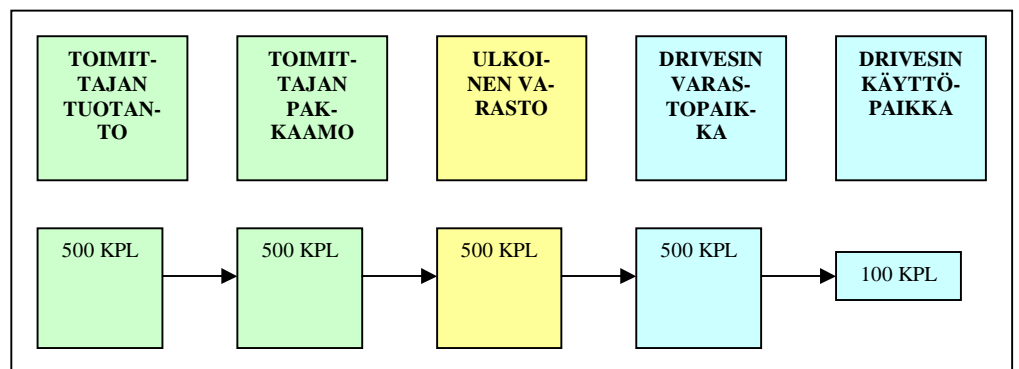
Kehitettävästä mallista on toki hyötyä myös itse tehtaalla hyllysuunnittelussa. Laajennuksia ja layout-muutoksia tehtäessä on tärkeää tietää edes arviolta kuinka paljon siirrettävän alueen komponenttimäärä on hyllypaikkoina. Myös uusia tuotantolinjoja tehtäessä tarvitaan tietoa siitä, kuinka monta lavapaikkaa tuotantolinjalle on varattava ja myöhemmin rakennettava.

Työn tutkimuskohteeksi rajataan ABB Oy, Drivesin System AC-liiketoimintayksikön kaappivalmistuksen mekaaniset komponentit, joista pyritään löytämään konseptin mallinnus. Kehitetty malli on kuitenkin käytettävissä koko Drivesin laajuudessa. Marraskuussa 2007 Drivesin tasolla käytettiin päivittäin noin 2000 eri komponenttia ja koko kuukauden aikana noin 6000 eri komponenttia. Tämä suuri määrä kertoo sen, että materiaalihallinta on täysin mahdoton ylläpitää manuaalisesti, jonka takia on erityisen tärkeää, että lavapaikkojen ennakointi olisi mahdollista.

4.3 Toimitusprosessi

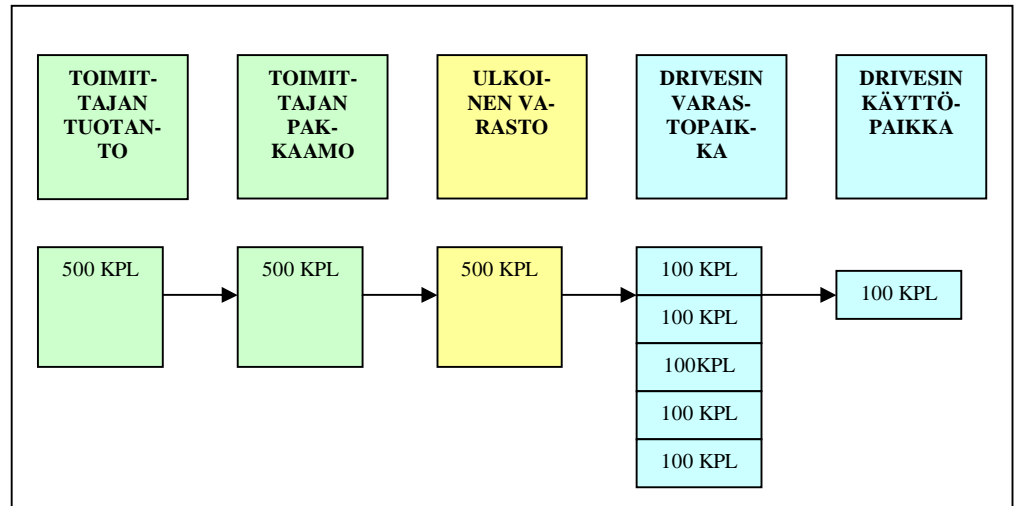
Hankinta- ja toimitusprosessi kattaa kaikki vaiheet asiakkaan tilauksesta toimituksen vastaanottoon. Koko prosessin näkökulmalla tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä koko logistiikkaketjua alihankkijan pakkaamosta, joskus jopa tuotantolinjalta, asti toimittajan varastoon, niiden mahdolliseen ulkoiseen varastoon, Drivesin ulkoiseen varastoon, Drivesin omaan varastoon ja siitä aina Drivesin tuotantolinjan käyttöpaikalle asti. Tarkoitus on eritoten erottaa tilauserä koko pakkauseräkoosta. Jos tilataan seuraavan esimerkin mukaisesti 500 kappaletta komponentteja, ja käyttöerä on 100 kappaletta, niin halutaan, että Drivesin käyttöpaikalle komponentit tulevat 100 kappaleen erissä.

Kuvissa 13 a, b ja c on kuvattu logistiikkaketjua alihankkijalta Drivesin tuotantoon. Kuvissa olevat nuolet symboloivat komponenttien kuljetusta tai siirtämistä ja alareunassa olevat laatikot kuormalavoja, joihin komponenttien määrä on merkitty. Käyttöpaikalle mahtuu tässä esimerkissä vain yksi sadan kappaleen lava kerrallaan. Kuvassa 13 a tilauserä tulee Drivesin tehtaalle asti yhdessä isossa kuormalavassa, josta sitten osastojärjestelijät jakavat lavan käyttöeriin viidelle eri lavalle.



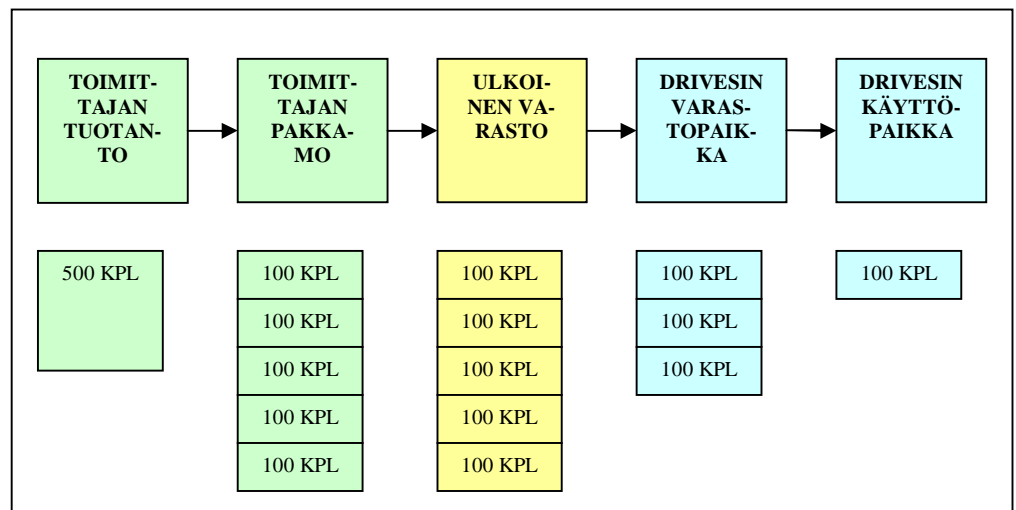
Kuva 13 a. Vaihtoehto 1: Drivesin osastojärjestelijät jakavat tilauserän käyttöeriin

Kuvassa 13 b ulkoinen varasto jakaa toimittajan lähettämän tilauserän käyttöeriin, joita sitten lähetetään eteenpäin Drivesin tehtaalle.



Kuva 13 b. Vaihtoehto 2: Ulkoinen varasto jakaa tiluserän käyttöeriin

Kuvassa 13 c toimittaja pakkaa tiluserän käyttöeriin, jotka se toimittaa ulkoiseen varastoon, mistä ulkoinen varasto voi toimittaa tarvittavan määrän käyttöeriä Drivesin tehtaalle. Tuotantotavasta ja -määrästä riippuen toimittaja voi tehdä käyttöeriin pakkaamisen joko tuotannossaan tai pakkaamossaan.



Kuva 13 c. Vaihtoehto 3: Toimittaja pakkaa tiluserän käyttöeriin

Kuvassa 13 b ja c, ulkoinen varasto voi lähettää eteenpäin sen määrän, joka on tuotannon kannalta järkevää varastoida tehtaalla. Viimeisessä vaihtoehdossa Drivesin tehtaalla varastopaikalle lähetetään vain 300 kappaletta, joista käyttöpaikalla on aina yksi kuormalava (100 kappaletta) käytössä. Näin tehtaalla ei tarvitse olla liian montaa varapaikkaa, mikä tarkoittaa säästöä varastopaikoissa.

Kohtaa, jossa pakkauserä jaetaan käyttöerien mukaiseksi, kutsutaan tässä esimerkissä jäädytyspisteeksi. Jokaisessa näissä kolmessa vaihtoehdossa jäädytyspiste on eri paikassa. Sen jälkeen pakkauskokoa ei enää muuteta, vaan se menee sellaisenaan eteenpäin. Jokaisessa varastointipaikassa ja niiden välisissä kuljetuksissa lasketaan ja toisinaan jopa mitataan pakkauskokoja, mutta tieto ei kulje toimijalta toiselle. Jokainen lenkki joutuu siis tekemään tavallaan turhaa työtä. Jos tieto kulkisi logistisessa ketjussa eteenpäin, niin kaikki ketjun osapuolet hyötyisivät siitä.

Kaikissa vaihtoehdoissa kaikkien toimijoiden kannalta on sekä hyviä että huonoja puolia:

- Vaihtoehto 1: tilauserä tulee Drivesin tehtaalle varastopaikalle asti, josta se jaetaan käyttöeriin käyttöpaikalle. Tämä vaihtoehto on toimittajan ja ulkoisen varaston kannalta hyvä, koska ne eivät joudu jakamaan tilauserää osiin ja iso kuormalavakin vie ainoastaan yhden lavapaikan sekä varastoinnin että kuljetuksen aikana. Drivesin kannalta ajan ja laadun näkökulmasta tämä ei ole niin hyvä vaihtoehto, koska Drivesin omat osastojärjestelijät joutuvat jakamaan lavan käyttöeriin. Se tarkoittaa ylimääräistä työtä, joka ei ole tarkoituksenmukaista Drivesin liiketoiminnan kannalta.
- Vaihtoehto 2: tilauserä lähetetään ulkoiseen varastoon, jossa ulkoisen varaston henkilökunta jakaa sen käyttöeriin. Tämä on toimittajan kannalta edelleen hyvä vaihtoehto. Laaturiski on kuitenkin tämän vaihtoehdon suurin negatiivinen tekijä, sillä ulkoisen varaston työntekijät eivät tunne komponentteja, jolloin tunnistettavuuden ja virhekeräilyjen riski kasvaa. Tämä puolestaan heijastaa laaturiskin etenkin Drivesin tehtaalle. Toisaalta tiettytyypisille komponenteille tämän tyylinen toiminto voisi olla sopivaa, kuten esimerkiksi Aasiasta merirahdilla konteissa tuleville piirikorteille. Drivesin tehtaalle piirikortteja voidaan tuoda vain ESD-suojatuissa laati-koissa. Tällä hetkellä korttien toimitukset Aasiasta menevät ulkoiseen varastoon, jossa kortit puretaan konteista ja siirretään ESD-suojattuihin muovilaatikoihin Drivesin kotiinkutsuja varten.
- Vaihtoehto 3: tilauserä jaetaan käyttöeriin jo toimittajan päässä, josta se lähetetään ulkoiseen varastoon, joka lähettää käyttöeriä eteenpäin tuotantolinjoille. Tämä voi viedä toimittajan päässä hieman enemmän aikaa, mutta tässä tapauksessa komponenttien tunnistettavuus on hyvä, koska toimittajat tuntevat valmistamansa komponentit, jolloin virhekeräilyjen määrä on hyvin pieni. Tämä tuottaa hieman lisäkustannuksia varastointiin

ja kuljetuksiin, koska kuormalavojen määrä on heti toimitusketjun alussa viisi. Mutta koska muilta osin se on aikaa säästävää ja laadukas vaihtoehto, niin tämä voisi olla paras vaihtoehto suurimmalle osalle komponenteista.

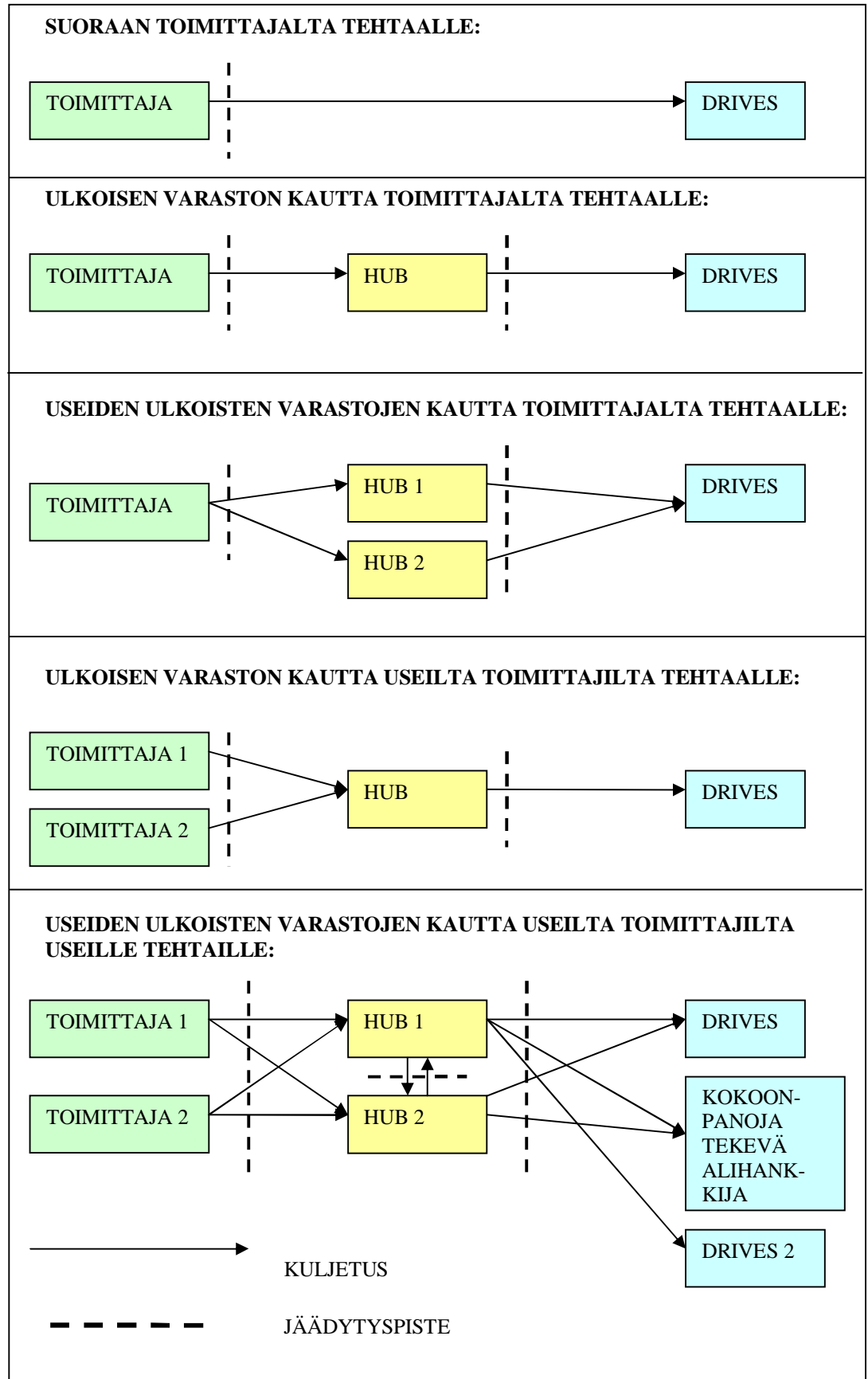
Käsittelymäärän lisääntyessä myös rikkoontumisriski kasvaa. Mitä enemmän käsittelyjä, myös sitä kauemmin komponenttien logistinen ketju kestää. JOT-in mukaan materiaalin saapuminen oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan on erityisen tärkeää. Eli käsittelymäärien minimoiminen on yksi mallin tavoitteista.

Tästä toimitusprosessin esimerkistä on jätetty selvyden takia pois kokoonpanoja tekevät alihankkijat, mutta yhtäläillä käyttöerien tulisi kulkea niillekin.

4.4 Toimitusketjut

Tässä alaluvussa esitellään erilaisia mahdollisia komponenttien kiertotapoja toimittajalta Drivesin tehtaalle. Yleisesti kilpailijoihin verrattuna Drivesin liiketoimintaa voidaan pitää Agile-tyyppisenä ketteränä toimitusketjuna. Drives kasvattaa koko ajan markkinaosuuttaan. Tilausohjautuvan tuotannonohjauksen takia toimitusajoissa kilpaileminen on tärkeää Drivesin toiminnan kannalta. Drivesilla onkin suhteellisen lyhyet toimitusajat kilpailijoihin verrattuna ja lisäksi toimitusvarmuus on todella hyvällä tasolla. Tämän lisäksi Drivesin sisällä voidaan erottaa erilaisia toimitusketjumalleja. Voidaan nähdä, että moduulipuolen toiminta vastaisi enemmän Lean-toimitusketjumallia, sillä sen volyymit ovat suuria ja vaihtelevuus pientä. Sen sijaan kaapituspuolen toimitusketju on enemmän Agilea eli ketterää. Kaapituspuolella ennustettavuus on vaikeampaa ja volyymit suhteellisen pieniä suurelle määrällä komponentteja.

Kuvassa 14 on esitelty erilaisia toimitusketjuja toimittajalta Drivesin tehtaalle. Tässäkin kuvassa nuolet kuvaavat kuljetuksia. Tässä kuvassa näkyvä katkoviiva kuvaa jäädytyspistettä, jonka jälkeen pakkauskoko ei enää muutu.



Kuva 14. Erilaisia toimitusketjuja toimittajalta tehtaalle

Aiemmin Drivesin kaikkien komponenttien toimitusketju oli ensimmäisenä kuvatus mukainen, suoraan toimittajalta tehtaalle. Kun toiminta kasvoi ja komponenttimäärät siinä samalla, niin ulkoisen varaston perustaminen oli välttämätöntä. Tällä hetkellä Drivesilla on siis käytössään kaksi ulkoista varastoa. Huomattavaa on, että myös ulkoisten varastojen kesken on liikennettä.

Jokaisella komponentilla ja toimittajalla on oma toimintatapansa ja omat vaatimuksensa, jotka muodostavat oman tarpeensa toimitusketjulle. Osa tuotteista tulee edelleen suoraan Drivesin tehtaalle, yhä suurempi osa ulkoisten varastojen kautta. Muun muassa suuret toimitukset Aasiasta on järkevintä tilata ulkoiseen varastoon, jossa varastointitilaa on paljon. Toisaalta volyymin komponenttien toimitukset on kannattavampaa ja nopeampaa lähettää ulkoisen varaston kautta, jolloin ulkoisessa varastossa sijaitsee myös varmuusvarasto. Sen sijaan sovellussuunnitteluosat ja muut harvinaisemmat komponentit kannattaa edelleen tilata suoraan Drivesin tehtaalle. Vaikka ulkoisten varastojen rooli on vahvistumassa koko ajan, niin siitä huolimatta kaikkia edellä kuvattuja toimitusketjuja tarvitaan ja niitä kaikkia tullaan käyttämään komponenttien vaatimusten ja tarpeen mukaan.

Kahden ulkoisen varaston lisäksi toimitusketjuun tuo lisää monimuotoisuutta useat kokoonpanopaikat. Kokoonpanoja tehdään kolmen Drivesin oman toimipaikan lisäksi kolmen kokoonpanoja tekevän alihankkijan tiloissa. Kokoonpanoja tekevien alihankkijoiden työpanos kasvaa koko ajan, tällä hetkellä jopa 40 % Drivesin kaappipuolen kokoonpanoista tehdään oman tehtaan ulkopuolella. Myös ne on suuressa roolissa toimitusketjuja käsiteltäessä ja suunniteltaessa.

4.5 Toiminnanohjausjärjestelmän tiedot

Tässä alaluvussa luetellaan kaikki pakkauksiin vaikuttavat tekijät toiminnanohjausjärjestelmän tietojen avulla.

Toiminnanohjausjärjestelmän tiedot, jotka vaikuttavat konseptin rakentamiseen ovat

- hankintahinta
- pakkauskoko
- ennuste

- varmuusvarasto
- fyysiset mitat.

Taulukossa 1 on kuvailtu kahden eri kiskon vertailun avulla, miten tiedot voivat vaihdella jopa saman tuoteryhmän komponenttien sisällä.

Taulukko 1. Kahden kiskon tietojen vertailu

	HIN- TA (€)	PAK- KAUS- KOKO	EN- NUSTE (V)	VAR- MUUSVA- RASTO	PAI- NO (KG)	PI- TUUS (M)	LE- VEYS (M)	KOR- KEUS (M)
KISKO 1	2,60	500	25000	400	0,24	2,5	0,08	0,05
KISKO 2	25,72	-	200	10	6,71	4,01	0,08	0,02

Seuraavaksi pureudutaan jokaiseen kohtaan tarkemmin ja kerrotaan niiden tuomista mahdollisuuksista ja ominaisuuksista.

4.5.1 Kustannukset

Kuten jo todettua, kustannuksia ja hyötyjä ei tässä opinnäytetyössä lasketa vain varaston hallinnan kannalta, vaan koko organisaation prosessien kannalta. Optimaalisen eräkoon laskemisen sijaan lasketaan siis koko toimitusketjun kustannuksia. Kustannus-hyötyanalyysin avulla määritetään projektin toteuttamisen kannattavuus. Drivesin toiminnanohjausjärjestelmään on tallennettu tieto vain tilauseräköön vaikutuksesta hankintahintaan, joka on otettu huomioon myös kehitetyssä mallissa. Tässä opinnäytetyössä kehitetyssä mallissa on verrattu Wilsonin optimaalista eräkoko kehitetyn mallin tulokseen. Vertailun perusteella voidaan todeta mallin hyöty ja hankkeen kannattavuus.

Etenkin mekaanisten osien kohdalla porrashinnoittelu on hyvin yleistä. Taulukossa 2 on kuvattu yhden komponentin tilauskoon vaikutusta kappaleen hankintahintaan. Esimerkin hinnat on esitelty suhteellisina. Kuten huomataan, tilausmäärän vaikutus kappalehintaan voi olla todella huomattava. Tämän takia myös hinnoittelun näkökulmasta pakkauseräkoosta on hyvä sopia yhteistyössä toimittajan kanssa.

Taulukko 2. Esimerkki porrashinnoittelusta

KAPPALETTA	SUHTEELLINEN HINTA
1	70,94
5	16,48
10	8,7
25	4,04
50	2,48
100	1,7
200	1,34
500	1,08
1 000	1

4.5.2 Eräkoko

Kuvassa 15 on kuvattu kaikki mahdolliset komponentin tilauseräkökoon vaikuttavat kentät:

- Eräkoko (lot size) - ei käytössä Drivesissa, joten ei oteta huomioon
- Minimi eräkoko (minimum lot size) - määrittelee pienimmän mahdollisen tilattavan eräkoon
- Maksimi eräkoko (maximum lot size) - määrittelee suurimman mahdollisen tilattavan eräkoon
- Kiinteä eräkoko (fixed lot size) - määrittelee sen eräkoon, joka tilataan aina kerrallaan
- Kerrannaiseräkoko (rounding value) - määrittelee sen eräkoon, jonka kerrannaisia tilataan.

Lot size data			
Lot size	EX	Lot-for-lot order quantity	
Minimum Lot Size	90	Maximum Lot Size	90
Fixed lot size		Maximum stock level	
Ordering costs		Storage costs ind.	
Assembly scrap (%)		Takt time	
Rounding Profile		Rounding value	90
Unit of Measure Grp			

Kuva 15. Toiminnanohjausjärjestelmän pakkauskokoihin liittyvät kentät

Kiinteään eräkoon ja kerrannaiseräkoon ero on se, että kiinteä eräkoko estää tilaamasta sitä suurempaa tai pienempää eräkokoja. Kerrannaiseräkoko taas tarkoittaa sitä, että myös sen kerrannaisia voidaan tilata. Jos olisi määritetty,

että kiinteä eräkoko on 90, niin silloin voidaan tilata aina vain 90 kappaletta kerrallaan. Jos taas on määriteltä, että kerrannaiseräkoko on 90, niin silloin voidaan tilata 90 kappaletta, 180 kappaletta, 270 kappaletta ja niin edelleen.

4.5.3 Ennuste

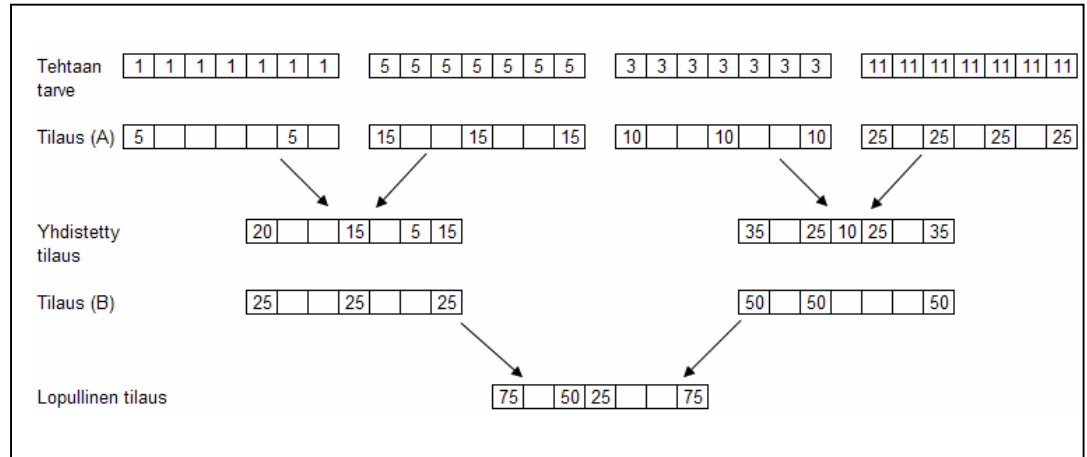
Yrityksissä ennakoiti on hyvin yleistä kaikissa toiminnoissa ja tehtävissä. Ennusteita tehdään tiedostamatta sekä toisaalta myös laajan harkinnan ja seurantatietojen tutkimisen jälkeen, mutta varsinaisten tilastollisten menetelmien käyttö on kuitenkin yllättävänkin vähäistä. (Sartjärvi 1992, 144.)

Myös Drivesissa ennakoiti tapahtuu yleisellä tasolla. Yleisiä ennusteita annetaan prosenttisyksikköinä verrattuna edellisiin vuosiin. Ennuste komponentitasolla näytetään kyllä avoimesti toimittajille, ASCC (Advanced Supply Chain Collaboration) -käyttöliittymän avulla Drivesin toiminnanohjausjärjestelmästä. ASCC on toimittajille tarkoitettu extranet-portaali, jossa raporttien (muun muassa ennusteet) näyttämisen lisäksi välitetään tilaus- ja laskutus-sanomia sekä dokumentteja ja kerrotaan yleisiä asioita Drivesin organisaatiosta. Jokaisella toimittajalla on pääsy liittymään, josta ne voivat tarkastaa ennusteen (kuva 16). Ennusteita päivitetään kuukausittain. (Ruippo 2007.)



Kuva 16. ASCC-näkymä

On myös hyvä huomata, että jo aikaisemmin esitelty kerrannaiseräkokojen (rounding value) tilaaminen voi vääristää ennusteen tulkitsemista toimittajatasolla. Jos kokoonpanopaikkojen tarve näyttää kuvan 17 mukaiselta seuraaville seitsemälle viikolle ja kohdassa A kerrannaiseräkooksi (rounding value) on määritelty 5 kappaletta ja kohdassa B 25 kappaletta, niin tilausehdotukset määräytyvät kuvan mukaisesti.



Kuva 17. Epätasaisen tarpeen muodostuminen tehdastasolla (soveltaen Christopher 2008)

Kuten huomataan, vaikka tehdastasolla tarve on tasainen joka viikko, niin lopullinen tilaus toimittajalle on hyvin satunnainen. Sen lisäksi tarpeen ennakointi seitsemän viikon jälkeen on aika vaikeaa. Ennakoimisen vaikeus lisääntyy etenkin kun tuotanto on vaihtelevaa, jolloin myös ennuste ei voi olla tasaista, tai ainakaan kovin luotettavana. System AC -tulosityksikön tuotteiden valmistukseen käytetään ainoastaan tilausohjautuvia tuotannonohjaustapoja, jolloin tuotantoa ei aloita ennen kuin tilaus on saapunut.

Tästä syystä näkyvyyden lisääminen entisestään yhteistyön avulla toimittajille on hyvin tärkeää.

4.5.4 Varmuusvarasto

Drivesilla on ollut muutaman vuoden käytössä riskienhallintapolitiikka (Risk Management Policy, RMP), joka määrittää kuinka suuri varmuusvarasto kullekin komponentille tulee olla sekä toimittajan että Drivesin tehtaalla. Komponentit on luokiteltu ryhmiin niiden saatavuuden ja kriittisyyden perusteella.

Varmuusvarastoa ei ole rakennettu kattamaan ainoastaan tuotannon vaihteiluita. Toimittajan varmuusvarasto suojaa Drivesin oman varaston ja ulkoisten

varastojen riskin, esimerkiksi tulipalon. Myös kuljetuksissa ja varastosiirroissa tapahtuva riski pyritään kattamaan toimittajan varmuusvarastolla. Jos Drivesin tehdas syttyisi palamaan, niin tuotanto voitaisiin siirtää hyvinkin nopealla aikataululla jonnekin toisaalle, kun materiaalia on valmiina toimittajien varastoissa. Drivesin oman varmuusvaraston merkitys taas on kattaa toimittajan riski. Jos toimittajan tehdas esimerkiksi palaa, niin oman varmuusvaraston avulla pärjätään se aika, mikä kestää etsiessä toinen toimittaja kyseiselle komponentille ja saamaan tuotanto siellä pystyyn.

Maksimimäärä varmuusvarastossa taas varmistaa, ettei komponentteja varastoida liikaa. Tuotteen tarpeen äkillisen loppumisen tai revision vaihdoksen takia, romutettavien komponenttien suuri määrä voi olla hyvinkin kallista.

Kullekin komponentille on siis määritelty minimi ja maksimi määrä, jonka välillä saldon tulee aina olla. Toimittajien varmuusvarastoja seurataan säännöllisesti, ja aina kun puskuri alittaa sille määritellyn minimitason, siitä lähtee viesti toimittajalle. Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että jos toimittajan varmuusvarasto on Drivesin määrittämällä tasolla, niin myös toimittajan toimitusvarmuus on hyvä (Seppälä 2008).

Myös kriittisille raaka-aineille voidaan pitää varmuusvarastoa toimittajan puolella.

4.5.5 Mitat

Kuvassa 18 näkyy toiminnanohjausjärjestelmän kentät, joissa ylläpidetään komponentin fyysisiä mittoja. Kentät ovat

- Bruttopaino (gross weight)
- Nettopaino (net weight)
- Tilavuus (volume)
- Leveys, pituus ja syvyys (width, height, depth).

Material authorization group			
Authorization Group	<input type="text"/>		
Dimensions/EANs			
Gross Weight	<input type="text" value="7,350"/>	Weight unit	<input type="text" value="KG"/>
Net Weight	<input type="text" value="7"/>		
Volume	<input type="text" value="0,010"/>	Volume unit	<input type="text" value="M3"/>
Size/dimensions	<input type="text" value="WIDTH 0"/>	<input type="text" value="HEIGHT 0"/>	<input type="text" value="DEPTH 0"/>

Kuva 18. Toiminnanohjausjärjestelmän komponentin mittoihin liittyvät kentät

Näistä etenkin paino on erityisen tärkeä ulkomailta tulevien komponenttien osalta tullauksen kannalta.

Tässä luvussa kuvattiin Drivesin tämänhetkinen tilanne varastoinnin, toimitusketjujen sekä toiminnanohjausjärjestelmän osalta sekä lueteltiin näihin liittyviä haasteita. Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että toiminnanohjausjärjestelmän kenttien käyttö tällä hetkellä ei ole niin hyvää kuin mitä järjestelmä mahdollistaisi. Tämä johtuu siitä, että tähän asti ei ole ollut syytä tarkentaa kenttien käyttöä ja sitä kautta hyödyntää niitä hankintalogistiikassa. Seuraavassa luvussa aletaan rakentaa mallia, jonka avulla ongelma pyritään ratkaisemaan.

5 MALLIN RAKENTAMINEN

Tässä luvussa esitellään, miten matemaattista mallia pakkauksille alettiin rakentaa ja mitä asioita siinä täytyy ottaa huomioon. Kerrotaan myös, millaiset tekijät rajataan mallin ulkopuolelle.

5.1 Tuotteiden luokittelu

Yritys saattaa tarvita toimintaansa varten tuhansia erilaisia tavaranimikkeitä. On selvää, ettei ostossa, valmistuksen suunnittelussa tai myynnissä voida kaikkiin tuotteisiin käyttää aikaa samalla tavalla. Eikä se ole tarpeellistakaan. Riittää, että keskittyy tärkeimpien tuotteiden ohjaamiseen. Tuotteiden ABC-analyysillä tarkoitetaan tuotenimikkeiden luokittelua niiden euromääräisen myynnin tai kulutuksen mukaan kolmesta viiteen eri luokkaan. Näin pyritään saamaan parempi käsitys siitä, miten materiaalihjausta tulee kehittää ja mihin resursseja tulee käyttää. (Sakki 2003, 91.)

ABC-analyysin lähtökohtana on usein 20/80-sääntö. Esimerkiksi vuosimyynnin perusteella arvojärjestykseen ryhmitellyistä nimikkeistä sellaiset, joiden osuus kokonaisymynnistä on 80 %, kuuluvat A-luokkaan (yleensä noin 20 % nimikkeistä). B- ja C-luokkaan voidaan vastaavasti sopia kuuluvaksi tietty prosenttiosuus jäljelle jäävistä nimikkeistä. (Miettinen 1993, 79.)

ABC-analyysin perusajatuksia ovat:

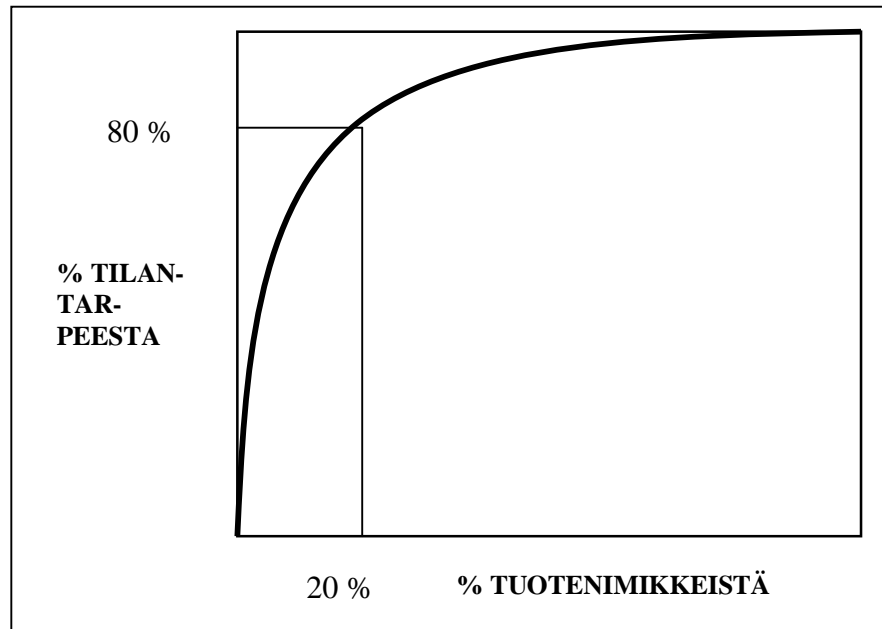
- 80 % myynnistä tulee 20 %:sta myytäviä tuotenimikkeitä
- 20 % tuotenimikkeistä tuottaa noin 80 % kokonaisymynnistä
- 80 % pääomasta sitoutuu 20 % :n tuotenimikkeitä
- 80 % ostoista muodostuu 20 %:sta tuotenimikkeitä

(Miettinen 1993, 80.)

Analyysissä yrityksen tuotteet luokitellaan muutamaankin ryhmään vain niiden myynnin tai kulutuksen arvon perusteella. On tärkeää oivaltaa, ettei tuo arvo ole aina sama kuin tuotteen tarpeellisuus. Teollisuusyrityksessä kaikki tuoterakenteeseen kuuluvia osia tarvitaan, vaikka monien osien käytön arvo voi olla vähäinen. (Sakki 2003, 91 - 92.)

Tässä opinnäytetyössä ei keskitytä löytämään mallia, joka ratkaisisi kaikkien komponenttien tilantarpeen selvittämisen. Sen sijaan pyritään löytämään

20/80-säännön mukaisesti ne komponentit, jotka käyttävät ja tarvitsevat eniten tilaa joko kokonsa, kulutuksensa tai muun erityistarpeensa takia. Tällöin saataisiin laskettua suurimman osan komponenttien vaatima tilantarve. Mallin tarkoitus tulee täytetyksi, jos saadaan selville, että 20 % komponenteista kattaisi 80 % tilantarpeesta (kuva 19).



Kuva 19. 20/80-sääntö (soveltaen Christopher 2008)

Drivesissa kaikki komponentit on luokiteltu riskienhallintapolitiikan (RMP) mukaisesti kulutuksensa ja kriittisyytensä perusteella. Riskienhallintapolitiikka määrittääkin, monenko viikon varasto Drivesissa saa maksimissaan olla, joka taas rajoittaa tilauseräkokoja.

5.2 Perusyksikköpakkaus

Varsin yleinen on varastoissa jako pientavaraan, kuormalavatavaraan ja pitkään tavarahan (Pouri 1983, 11). Tässä opinnäytetyössä keskitytään erityisesti kuormalavatavaraan. Pakkausalan standardit otetaan luonnollisesti huomioon erilaisia pakkauksia suunniteltaessa ja rakentaessa. Tässä vaiheessa, kun konseptia vasta rakennetaan, standardeihin ei puututa sen enempää, kuin todetaan vain, että niitä noudatetaan.

Koska Drives ei käytä eikä hyväksy toimittajilta ollenkaan FIN-vaihtolavoja, niin pakkauksen perusyksiköksi tässä mallissa valitaan EUR-vaihtolava yhdellä lavakauluksella.

Lavakaulus

Kuormalavan päällä käytetään lavakaulusta, joka suojaa ja estää tavaroita muun muassa putoamassa lavalta. Kuvassa 20 on kuvattu erilaisia lavakauluksellisia lavoja. Yleisin käytetty kaulusmäärä on yksi, maksimissaan niitä voi olla neljästä viiteen.



Kuva 20. Lavakauluksia

Muut pakkaukset

Drivesin käytössä on myös muita pakkauksia, muun muassa komponentteja varten varta vasten suunniteltuja ja mitoitettuja settilaatikoita, vanerilaatikoita, erikokoisia pahvilaatikoita, piirikorteille ESD-suojattuja muovilaatikoita, ovikärryjä sekä muita erikoispakkauksia (kuva 21). Myös ne otetaan konseptissa huomioon, mutta valtaosan komponenteista kuitenkin tulella vaihtolaivoilla, päähuomio keskittyy niihin.



Kuva 21. Muista pakkaustavoista kuvattuna ESD-laatikko, pahvilaatikoita, settilaatikko sekä ovikärry

5.3 Malliin vaikuttavat tekijät

Liitteessä 1 on osa mallin taulukosta. Malliin on valittu tuoteryhmäksi System AC:n kaapituspuolen mekaaniset komponentit.

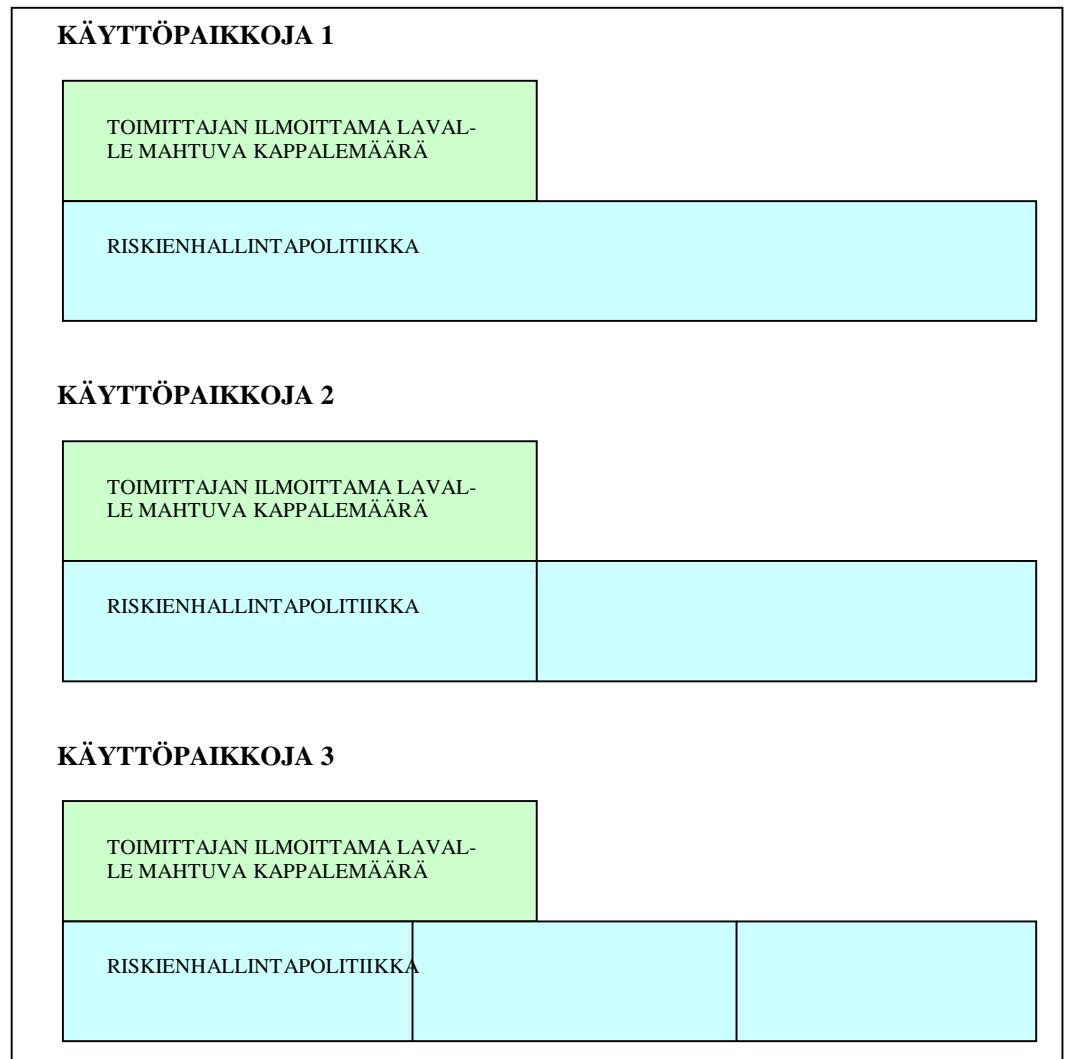
Ensin mallissa on selvitetty Drivesin tämänhetkinen kerrannaiseräkkö (rounding value). Sitä on verrattu toimittajalta pyydettyyn lavalle mahtuvaan määrään. Myös lavakaulusten määrä on ilmoitettu, vaikka sitä ei tässä mallissa olekaan huomioitu, muutoin kuin rajoitettu, että lavakauluksien määrä ei saa ylittää viittä kappaletta. Seuraavana mallissa näkyy yhden kappaleen hinta ja kolmen kuukauden kulutusennuste, joka on jaettu suhteessa myös yhden viikon kulutusennusteeseen. Kulutusennusteen perusteella laskettiin havainnollistava yhden lavan riitto viikoissa. Tämän jälkeen mallissa näkyy riskienhallintapolitiikan (RMP) mukaiset materiaalityypit. Esimerkin materiaalityypin mukaan kaikkia komponentteja tulee olla RMP:n mukaan Drivesin tehtaalla 1 - 3 viikon tarve. Sen jälkeen taulukossa tulevat komponentin paino ja käyttöpaikkojen määrä. Tämän jälkeen pakkauseräkköä rajoittavat tekijät, riskienhallintapolitiikka, kustannus ja paino, on laskettu. Viimeisessä sarakkeessa oleva Wilsonin optimaalinen eräkkö on laskettu havainnollis-

tamaan sitä, miten se eroaa mallin avulla lasketusta pakkauskoosta. Siitä voidaan hyvin todeta, ettei siitä ole juuri hyötyä Drivesin tarpeita ajatellen.

Seuraavaksi käydään tarkemmin läpi eräkokoa rajoittavia tekijöitä.

Riskienhallintapolitiikka

Jos lavalle mahtuva toimittajan määrittämä kappalemäärä ylittää riskienhallintapolitiikan (RMP), niin ei voida tilata kokonaista lavallista. Kuvassa 22 havainnollistetaan tätä. Esimerkissä on havainnollistettu käyttöpaikkojen määrän vaikutusta pakkauskoon. Kuten huomataan, jos käyttöpaikkoja on vain yksi, alittuu riskienhallintapolitiikan määrittämä yläraja reilusti, eli toimittajan määrittämä pakkauskoko on kelvollinen Drivesille. Jos käyttöpaikkoja on kaksi, niin toimittajan määrittämä pakkauskoko on edelleen käypä, tällä kertaa juuri ja juuri. Mutta kuten huomataan, jos komponentteja käytetään kolmessa eri tuotantopaikassa, niin toimittajan määrittämä pakkauskoko ylittää jo Drivesin riskienhallintapolitiikan ylärajan. Tällaisessa tapauksessa, kokonaista lavaa ei voida tilata vaan osa siitä.



Kuva 22. Toimittajan määrittämä lavalle mahtuva kappalemäärä verrattuna Drivesin riskienhallintapolitiikkaan (RMP)

Jos toimittajan määrittämä lavalle mahtuva kappalemäärä alittaa Drivesin riskienhallintapolitiikan, eli lavakoko ei ole liian suuri, niin siirrytään tarkastamaan muita pakkauskoon vaikuttavia tekijöitä, jotka on esitelty seuraavaksi.

Kustannukset

Jos kokonaisen lavan hankintahinta on erittäin edullinen (alle käsittelykustannusten), niin se voidaan kuitenkin tilata. Myös valmistuskustannukset saattavat nousta huomattavasi, jos tilataan hyvin pieniä eriä. Ylimääräisten romuttaminen saattaakin tulla edullisemmaksi kuin muutaman kappaleen valmistaminen ja käsittely. Jos lavan hankintahinta on suhteessa hyvin korkea (sitoo paljon pääomaa ja romutusriski on suuri), niin siinä tapauksessa täyttää lavaa ei kannata tilata.

Paino

Yleensä paino ei muodostu ongelmaksi lavatavaran kanssa, mutta erittäin raskaiden lavojen käsittely vaikeutuu painon noustessa huomattavasti. Ensimmäisenä paino tietenkin rajoittaa lavojen liikuttelua ihmisvoimin. Myös trukin kapasiteetti voi olla rajoittavana tekijänä, tarpeeksi painavia lavoja ei voida siirtää edes trukilla. Toki myös kuormahyllyn kantokapasiteetti on rajoittava tekijä. Tavalliseen kuormalavahyllyyn ei voida sijoittaa tietyn rajan ylittäviä lavoja. Näiden takia yhtenä rajoittavana tekijänä toimii paino, voidaan esimerkiksi laskea, että yli 500 kilogramman painoisia lavoja ei voida enää sijoittaa varastointihyllyyn.

Mikäli jokin edellä mainituista kolmesta rajoittavista tekijöistä ylittyy, niin pakkauskoon on oltava lavan osa. Tällaisessa tapauksessa ihanteellisinta olisi, että kaikki pakkauskoot, jotka ovat alle kuormalavan, pakattaisiin pahvilaatikoihin, jotka asetetaan toimitusta varten kuormalavalle. Näin ollen voitaisiin pakata useita eri komponentteja samalle lavalle sekoittamatta niitä toisiinsa. Kuvassa 23 on lava, jolla toimittaja on lähettänyt useita eri komponentteja Drivesille. Vaikka toimittaja asettaisi komponentit selkeästi erilleen toisistaan ja merkitsisi komponentit tunnustelapulla, niin kuljetusten aikana lavat liikkuvat yleensä sen verran, että laput ja osat pääsevät liikkumaan ja voivat helposti sekaantua keskenään. Sekaantumisen riski kasvaa, mitä enemmän lavoja kuljetellaan ja siirrellään. Tunnistettavuus on tärkeää etenkin ulkoisissa varastoissa sekä kokoonpanoja tekevillä alihankkijoilla. Pahvilaatikoihin pakkaaminen toki edellyttää sitä, että niiden päälle on merkittävä huolellisesti, mitä ne sisältävät ja kuinka paljon.



Kuva 23. Useita eri komponentteja samalla lavalla

Toinen vaihtoehto ratkaista osalavojen toimitus, olisi käyttää lavan jakajia (kuva 24), joko muovisia tai puisia. Tämä on ympäristöystävällisempi tapa erotella komponentit toisistaan, sillä pahvilaatikot ovat usein kertakäyttöisiä, mikä tarkoittaa suurta määrää ylimääräistä jätettä.

Lavan jakajat sen sijaan voisivat kiertää Drivesilta toimittajille samoin kuin kuormalavat ja lavakaulukset tällä hetkellä. Jakajia on tällä hetkellä käytössä vain Drivesin omassa varastossa, mutta niitä voitaisiin jatkossa käyttää myös toimittajien pakkauksissa.



Kuva 24. Lavan jakaja

Myös muita vaihtoehtoja on, esimerkiksi voidaan kehittää kiertolaatikoita, jotka sijoitetaan kuormalavalle ja joissa komponentit kulkevat toimittajalta Drivesin tehtaalle, mistä laatikot voidaan toimittaa takaisin toimittajalle seuraavaa toimitusta varten. Mutta oli ratkaisu mikä vain, tulee komponentin vaatima tilantarve silti kirjata ylös toiminnanohjausjärjestelmään, oli se sitten $\frac{1}{2}$ lava, $\frac{1}{4}$ lava tai pienempi.

5.4 Mallin rajaus

Tässä alaluvussa luetellaan ne erikoistapaukset, jotka jätetään tässä vaiheessa työssä kehitetyn mallin ulkopuolelle.

Hyllypalvelukomponentit

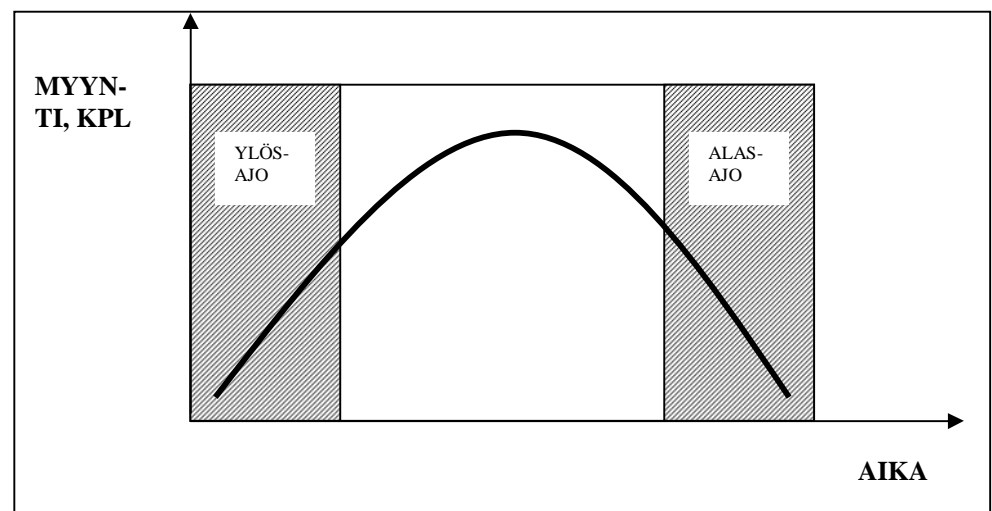
Monet pientavarat, kuten ruuvit ja muut kiinnitystarvikkeet, ovat hyllypalvelun piirissä (kuva 25). Eli näiden pientavaroiden toimittaja seuraa säännöllisesti kulutusta ja täyttää palveluhyllyjä sitä mukaa, kun hyllyt tyhjäntyvät tuotantolinjoilta. Drivesin tuotannon työntekijät hakevat ruuvihyllyistä ruuveja tarvittaessa omalle työpisteelleen.



Kuva 25. Ruuvihylly

Tuotteiden ylös- ja alasajovaiheet

Kuvasta 26 käy ilmi tuotteen elinkaari. Tässä opinnäytetyössä ei huomioida tuotteen ylösajoa (ramp up) eikä tuotteen alasajoa (ramp down), sillä molemmissa vaiheissa tuotteen menekki on vaihtelevaa eikä vakio eräkokoja ole mielekästä tilata.



Kuva 26. Tuotteen elinkaari

Projektit

Myös sovellussuunnitteluosat ja muut yksittäiset projektit jätetään tämän opinnäytetyön ulkopuolelle, koska niiden kappalemäärät ovat suhteellisen pieniä, eikä suuria eräkokoja ole mielekästä tilata.

Optiot

Osaan Drivesin tuotteista on asiakkaan valittavista joitakin toiminnallisia ominaisuuksia, optioita. Niitä on tietty määrä valittavissa, mutta koska niiden menekki on vaihtelevaa, niin nekin jätetään tämän opinnäytetyön mallin ulkopuolelle.

Varaosat

Jälkikäteen asiakkaille lähetettäviä varaosia ei myöskään oteta huomioon tässä mallissa.

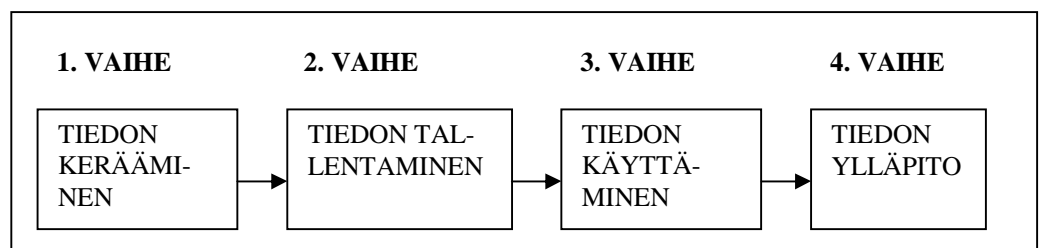
Tässä luvussa havainnollistettiin matemaattisen mallin rakentaminen ja siihen vaikuttavat tekijät sekä sen ulkopuolelle jätettävät asiat. Seuraavassa luvussa esitellään tulokset sekä mallin käytön vaiheet.

6 TULOKSET

Tässä luvussa käydään läpi työn tuloksia sekä analysoidaan niitä.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli siis selvittää, miten pakkauskoon voisi optimoida ja mallintaa koko hankinta- ja toimittajaprosessin kannalta. Aina on poikkeuksia, esimerkiksi pieniä ruuveja ja tiettyjä erikoispakkaustarpeita omaavia komponentteja, joita ei voida luokitella sekä kertaluontoisia tilauksia, esimerkiksi sovellussuunnitteluosat, joita ei ole mielekästä yrittää ratkoa mallin avulla. Tarkoitus onkin löytää pääprosessit, jotka soveltuisivat suurimmalle osalle komponenteista.

Jatkossa kun otetaan käyttöön uusi komponentti, pyydetään toimittajaa määrittämään, montako komponenttia mahtuu yhdelle EUR-vaihtolavalle. Tämän jälkeen he ilmoittavat tiedon Drivesille, jossa ostovastuullinen henkilö vertaa sitä tuotteen seuraavan kolmen kuukauden kulutusennusteeseen. Nämä tiedot suhteutetaan keskenään siten, että yhteistyössä toimittajan kanssa määritellään komponentille pakkauskoko. Tieto tallennetaan toiminnanohjausjärjestelmään siten, että se saadaan lähetettyä toimittajalle jatkuvasti, esimerkiksi jokaisen tilauksen mukana. Sen jälkeen tietoa voidaan käyttää ja päivittää aina tarvittaessa. Tiedon seuraaminen ja ylläpitäminen on Drivesin vastuulla, mutta myös toimittajat seuraa tietoja aktiivisesti koska ne saavat tiedon jokaisen tilauksen mukana. Tätä prosessia on kuvattu kuvassa 27.

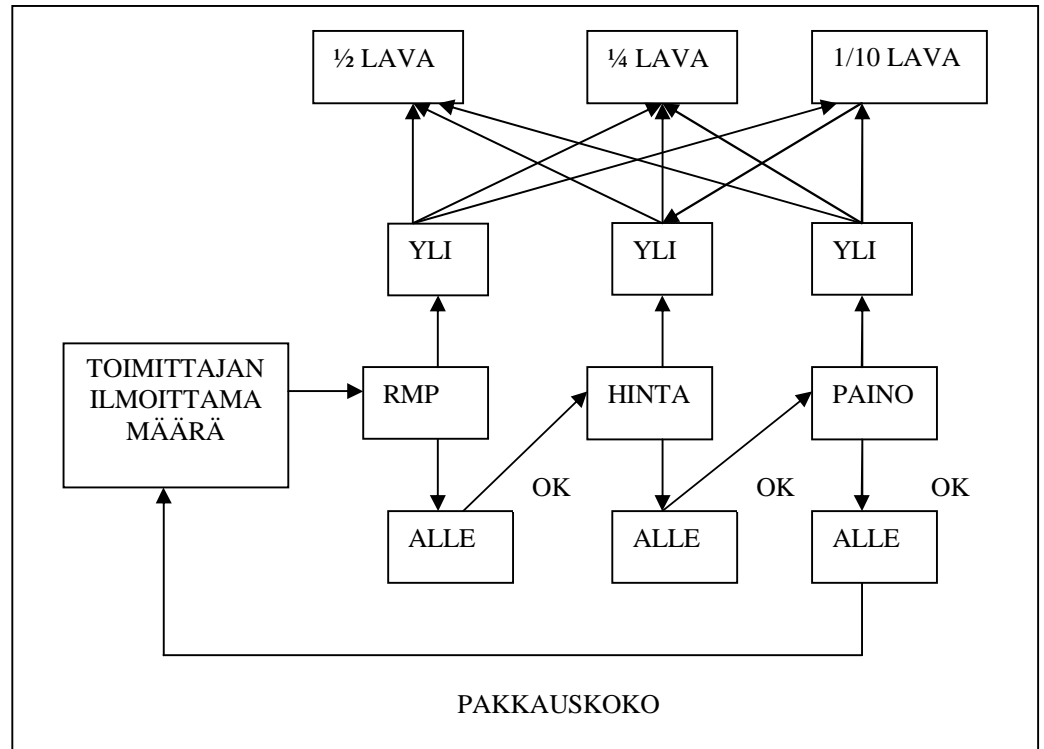


Kuva 27. Pakkauskonseptin hallinnan vaiheet

6.1 Tiedon kerääminen

Tieto pakkauskoosta kerätään yhteistyössä toimittajan kanssa. Ensin pyydetään toimittajalta tieto siitä, montako komponenttia mahtuu yhdelle eurolavalle. Sen jälkeen tieto käsitellään Drivesissa, jossa tarkastetaan onko se sopiva pakkauskoko sekä riskienhallintapolitiikan (RMP) että hinnan ja painon

suhteen. Tätä prosessikuvausta tarkasteluineen on havainnollistettu kuvassa 28.



Kuva 28. Pakkaukseen laskemisen prosessikuvaus

6.2 Tiedon tallentaminen

Tässä opinnäytetyössä ei oteta kantaa toiminnanohjausjärjestelmän toteutukseen, sillä tietojärjestelmähanke on erillinen projekti. Koska toiminnanohjausjärjestelmään tehtävät muutokset yrityksissä vaativat yleensä pitkän suunnittelu- ja toteutusajan, niin tässäkin työssä ei esitellä muutoksia valmiiksi tehtynä. Sen sijaan tehdään malli, jonka perusteella muutokset toiminnanohjausjärjestelmään voidaan tehdä. Lopullisena tavoitteena on saada tieto Drivesin toiminnanohjausjärjestelmään ja sitä kautta toimittajille, esimerkiksi jokaisen tilauksen mukana erillisellä rivitiedolla, jotta he saavat vauhtomasti ja nopeasti tiedon, kuinka tilatut komponentit tulee pakata.

Luvussa 4.5 on esitelty kaikki toiminnanohjausjärjestelmän pakkauksiin vaikuttavat kentät. Seuraavaksi käydään läpi ohjeistus niitä varten. Koska pakkauksiin liittyviä kenttiä ylläpidetään sekä komponenttikohtaisesti että toimittajakohtaisesti toiminnanohjausjärjestelmän eri osioissa, on valittava huolellisesti, kumpaa kenttien ylläpitopaikkaa käytetään, ja ohjeistettava kenttien oikea käyttötapa.

Toimittajakohtaisten kenttien ylläpidon puolesta puhuu Drivesin liiketoiminnan tulevaisuus. Drivesin kasvaessa riskienhallintapolitiikan mukaan jokaisella komponentilla tulisi olla vähintään kaksi potentiaalista toimittajaa. Tämä tarkoittaa sitä, että lähes kaikkia komponentteja tullaan tilaamaan useammalta kuin vain yhdeltä toimittajalta. Koska kaikki toimittajat ja prosessit ovat keskenään erilaisia, niin komponenteille on voitava määrittää toimittajakohtaisia tilaus-toimitusprosessin määrytyksiä. Erityisesti hankintojen globalisointuminen vaikuttaa erilaisiin määritystarpeisiin. Jos suomalainen toimittaja toimittaa komponentteja Suomen sisällä, niin sen pakkausvaatimukset ja toimintatavat voivat olla aivan erilaiset kuin esimerkiksi Intiasta Suomeen samoja komponentteja toimittavan toimittajan.

Kerrannaiseräkkö (rounding value) -kentän tulisi jatkossa kuvata pakkauseräkköä, joka mallissa mainittujen tekijöiden avulla lasketaan. Jos toimittajan määrittämä lavakoko on suurempi kuin riskienhallintapolitiikan (RMP) mukainen yläraja, niin maksimi eräkkö (maximum lot size) -kenttää voidaan käyttää kuvaamaan sitä määrää, joka on riskienhallintapolitiikan mukainen maksimiraja.

lavakoko < RMP \Rightarrow lavakoko = Rounding value

lavakoko > RMP \Rightarrow RMP: n maksimi = Maximum lot size

Minimi eräkkö (minimum lot size) -kenttää voidaan käyttää kuvaamaan sitä määrää, jota vähempää ei koskaan tilata, esimerkiksi hintojen takia. Koska komponentin kohdalla voi olla käytössä porrashinnoittelu, niin alle viittä kappaletta ei ole kannattavaa tilata. Minimi eräkkö voi olla myös toimittajan määrittämä. Esimerkiksi joitain varastosta valmiina tilattavia komponentteja voi olla kolme kappaletta yhdessä pakkauksessa ja toimittaja haluaa toimittaa ainoastaan täysiä pakkauksia. Tällöin minimi eräkkö olisi kolme kappaletta.

Kuva 29 havainnollistaa edellä kuvattua logiikkaa. Jos lavalle mahtuu yhteensä 1000 kappaletta, niin se asetetaan maksimi eräkköksi (maximum lot size). Leikkurien (riskienhallintapolitiikka, kustannukset ja paino) mukaan laskettu lavakoko on 200 kappaletta, joka asetetaan kerrannaiseräkköksi (rounding value). Porrashinnoittelun takia alle 10 kappaletta ei ole kannattavaa tilata, joten se asetetaan minimi eräkköksi (minimum lot size). Näin ollen toimittaja tietäisi pakata aina tilaukset 200 kappaleen eriin, jos tieto saadaan

lähetettyä tilauksen mukana toimittajalle. Riskienhallintapolitiikan mukaisesti yli 1000 kappaletta ei saisi tilata varastoon. Jos tarpeet joskus tulevaisuudessa pienenisivät, niin alle 10 kappaleen erää ei koskaan tilattaisi kustannussyistä.

Lot size data			
Lot size	EX	Lot-for-lot order quantity	
Minimum Lot Size	10	Maximum Lot Size	1000
Fixed lot size		Maximum stock level	
Ordering costs		Storage costs ind.	
Assembly scrap (%)		Takt time	
Rounding Profile		Rounding value	200
Unit of Measure Grp			

Kuva 29. Esimerkin mukaiset määrittymät

6.3 Tiedon käyttäminen

Tieto on tarkoitus lähettää toimittajalle säännöllisesti, joko jokaisen tilauksen mukana tai muutoin yksinkertaisesti ja nopeasti haettavalla tavalla. Siis jos tilataan 500 kappaletta, niin pakkauseräkokoa määrittäisi, että komponentit tulee pakata viidelle 100 kappaleen lavalle. Tavoite on, että tilaukselle saadaan lisättyä rivi, johon pakkauskoko on merkitty.

6.4 Tiedon ylläpito

Tietoa tulee seurata säännöllisesti Drivesin toimesta, esimerkiksi kausipalaverissa kvartaaleittain. Jos esimerkiksi jonkin komponentin tuotantovolyymit muuttuvat huomattavasti, niin se voi vaikuttaa myös pakkaseräkokoon. Myös toimittajien tulee ilmoittaa Drivesille, jos huomaavat, että jokin komponentti olisi kannattavampaa tilata toisenlaisessa pakkauksessa tai eräkoossa.

Tässä luvussa käytiin läpi opinnäytetyössä kehitetyn mallin tärkeimmät tulokset. Seuraavassa luvussa kerrataan vielä työn pääpiirteet ja tehdään loppupäätelmät.

7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli mallintaa pakkauseräkojoja ABB Oy, Drivesin hankintalogistiikassa. Tavoite oli kaksiosainen: aktiivinen informaation välitys ja satunnainen raportointi. Toisaalta haluttiin tieto pakkauseräkoosta toimittajille jatkuvasti jokaisen tilauksen mukana, toisaalta tieto tarvittiin omaan käyttöön satunnaisesti raportointia varten.

Työn teoreettiseksi pohjaksi esiteltiin tekijöitä, joilla on vaikutusta toimitusketjujen hallintaan sekä hankintalogistiikkaan. Työssä käsiteltiin lyhyesti kirjallisuudessa esiteltyjä eri ajatusmalleja toimitusketjun hallintaan. Esitellyt toimitusketjun hallinnan periaatteet ovat Lean, Agile ja näiden yhdistelmä Leagile.

Hankintalogistiikan merkitys yritysten toimitusketjujen hallinnassa on korostunut viime vuosina samalla, kun alhaisen kustannustason maiden osuus länsimaisten yritysten hankinnoista on lisääntynyt. Hankintojen globalisoituessa niihin liittyvät materiaali- ja informaatiovirrat ovat monimutkaistuneet ja pidentyneet verrattuna aiempaan pääasiassa paikallisesti toteutettuihin hankintoihin verrattuna.

Työssä rakennetulla laskentamallilla kyetään tarkastelemaan eri muuttujien fyysisiä ja taloudellisia vaikutuksia toimitusketjujen hankintalogistiikkaan. Teoriaa soveltavan laskentamallin rakentamisessa on hyödynnetty lähinnä varastojen laskennan peruskaavoja. Laskentamallilla suoritettavien toimenpiteiden keskeisimpiä tuloksia ovat pakkauseräkoot ja niihin liittyvät kustannukset.

Avoin tiedonkulku on toimivan yhteistyön perusta. Matemaattisen mallin toteuttamisessa voidaan käyttää toiminnanohjausjärjestelmässä jo olemassa olevia kenttiä. Toiminnassa jo olevaa ASCC-portaalia voidaan tehokkaasti hyödyntää tiedonkulun välineenä. Sen kautta toimittajat ja ulkoiset varastot saavat jatkossa tiedon pakkauseräkoosta.

Luonnollisena jatkona tälle opinnäytetyölle näen kehityshankkeet volyymituotteiden ohjaamisessa. Siitä syvennyttäisiin kaapitettujen tuotteiden ohjaamiseen, joiden ennakoiminen on erityisen haasteellista.

VIITELUETTELO

ABB Oy intranet [verkkodokumentti] [viitattu 1.2.2008] Saatavilla:
<http://inside.abb.com/fi>. Päivitetty 14.2.2008.

von Bagh, A. - Günther, C. - Salmenkari, R. 2000. *2000-luvun logistiikan johtaminen*. Helsinki. WS Bookwell.

Bank of England. 2006. *Cost Benefit Analysis Handbook*. [verkkodokumentti]. [Ladattu 8.2.2008]. Saatavissa:
<http://www.bankofengland.co.uk/statistics/about/cba.htm>

Bowersox, D. - Closs, D. 1996. *Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process*. Singapore. Th McGraw-Hill Companies, Inc.

Christopher, Martin. 2008. *SCM -Collaboration Across Organisations* 1.2.2008. Teknillinen korkeakoulu. Luentomateriaali.

Christopher, Martin. 1998. *Logistics and Supply Chain Management*. Strategies for Reducing Cost and Improving Service. London. Financial Times Professional Limited.

Haapanen, M. - Vepsäläinen, A.P.J. 1999. *Jakelu 2020. Asiakkaan läpimurto*. Jyväskylä. Gummerus.

Hokkanen, S. - Karhunen, J. - Luukkainen, M. 2002. *Johdatus logistiseen ajatteluun*. Jyväskylä. Kopijyvä Oy.

Jokinen, Markku. 2007. *Tulologistiikan optimointi*. Diplomityö. Helsinki.

Järvi-Kääriäinen, T. - Leppänen-Turkula, A. 2002. *Pakkaaminen - perustiedot pakkauksista ja pakkaamisesta*. Helsinki. Hakapaino Oy.

Löfgren, P. - Winqvist, B. - Pajunen-Muhonen, H. 2003. *SCOR-mallin hyödyntäminen toimitusketjun kehittämisessä*. LVM/VALO-ohjelma: SCORPI-ON-projekti. EP-Logistics Oy.

Miettinen, Pauli. 1993. *Tuotannonohjaus ja logistiikka*. Helsinki. ATK-Instituutti. Painatuskeskus Oy.

Peltonen Aarne. 1998. *Tuottava tehdas*. Opetushallitus [verkkodokumentti] [viitattu 13.1.2008]. Saatavissa
www.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas6.html.

Pirhonen, Pekka. Hankinta- ja kehityspäällikkö. ABB Oy, Drives. Haastattelu. 04.09.2007 - 01.02.2008.

Pouri, Reijo. 1983. *Varastoinnin tekniikka*. Oy Rastor Ab. Helsinki. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Ruippo, Tomi. IM-asiantuntija. ABB Oy, Drives. Haastattelu. 14.12.2007

Sakki, Jouni. 2003. *Tilaus-toimitusketjun hallinta. Logistinen B-to-B-prosessi*. Espoo. Hakapaino Oy.

Sartjärvi, Timo. 1992. *Logistiikka kilpailutekijänä. Tavaroiden varastoinnista tilausohjautuvaan logistiikkaan*. Otava Oy.

Seppälä, Kaija. Logistiikkapäällikkö. ABB Oy, Drives. Haastattelu. 28.9.2007 - 15.2.2008.

Slack, N. - Chambers, S. - Johnston, R. 2007. *Operations Management*. Pearson Education Limited.

Supply-Chain Council. *SCOR 8.0 Overview Booklet*. [verkkodokumentti]. [Ladattu 14.1.2008.] Saatavissa:

http://www.supply-chain.org/cs/root/scor_tools_resources/scor_model/scor_model

Vepsäläinen, Ari P.J. 2000. *Logistiikkastrategiat*. Logistiikka. Luentomoniste Kevät 2000. Helsinki. Helsingin kauppakorkeakoulu.

LIITE: Matemaattisen mallin taulukko ilman hintatietoja

Koodi	ABB:n Rounding value	Yhdelle lavalle mah-tuu /kpl	Lava kau-luk-sia	Hinta	3 kk kulu-tus-en-nuste	Suhteess a 1 vkon kulutus	Lavan riitto (vkoa)	Multiple source 2-4 weeks		Paino	Käyt-töpai kkoja	RMP	RMP-leikkuri	Hinta-leikkuri	Paino-leikkuri	Pak-kaus-koko	Opti-maalinen eräkoko
1	200	320	1		1121	93,4	3,4	187	374	0,21	1	alle	320		320	320	
2	200	320	1		1129	94,1	3,4	188	376	0,21	1	alle	320		320	320	
3	40	36	2		159	13,3	2,7	27	53	1,05	1	alle	36		36	36	
4	30	18	2		46	3,8	4,7	8	15	1,98	1	yli	0		0	9	
5	1000	1000	1		2030	169,2	5,9	338	677	0,02	1	yli	0		0	500	
6	1000	1000	1		1345	112,1	8,9	224	448	0,13	1	yli	0		0	333	
7	80	44	1		464	38,7	1,1	77	155	0,61	1	alle	44		44	44	
8	80	320	1		393	32,8	9,8	66	131	0,23	1	yli	0		0	107	
9	50	18	2		399	33,3	0,5	67	133	1,98	1	alle	18		18	18	
10	20	20	3		147	12,3	1,6	25	49	2,94	1	alle	20		20	20	
11	100	18	1		1122	93,5	0,2	187	374	2,31	1	alle	18		18	18	
12	20	4	2		138	11,5	0,3	23	46	8,63	1	alle	4		4	4	
13	40	36	2		685	57,1	0,6	114	228	1,39	1	alle	36		36	36	
14	100	500	1		557	46,4	10,8	93	186	0,32	1	yli	0		0	167	
15	30	18	2		217	18,1	1,0	36	72	1,89	1	alle	18		18	18	
16	200	42	1		152	12,7	3,3	25	51	0,12	1	alle	42		42	42	
17	200	384	1		738	61,5	6,2	123	246	0,03	1	yli	0		0	192	
18	120	96	1		153	12,8	7,5	26	51	0,15	1	yli	0		0	48	
19	40	92	1		40	3,3	27,6	7	13	0,54	1	yli	0		0	9	
20	20	60	1		25	2,1	28,8	4	8	0,42	1	yli	0		0	6	
21	60	1000	1		780	65,0	15,4	130	260	0,07	1	yli	0		0	100	
22	10	52	4		37	3,1	16,9	6	12	6,41	1	yli	0		0	5	
23	150	96	1		152	12,7	7,6	25	51	1,37	1	yli	0		0	48	
24	200	192	1		231	19,3	10,0	39	77	0,74	1	yli	0		0	64	
25	152	44	1		462	38,5	1,1	77	154	3,47	1	alle	44		44	44	
26	120	28	1		492	41,0	0,7	82	164	5,99	1	alle	28		28	28	
27	200	220	1		222	18,5	11,9	37	74	1,05	1	yli	0		0	73	
28	500	126	1		3849	320,8	0,4	642	1283	1,16	1	alle	126		126	126	