

Iiro Vuorela

# OSTOPROSESSIN KEHITYS SARJAVALMISTUKSESSA

Kandidaatintyö  
Konetekniikka  
Hasse Nylund  
04/2020

# TIIVISTELMÄ

Iiro Vuorela: Ostoprosessin kehitys sarjavalmistuksessa  
Kandidaatintyö  
Tampereen yliopisto  
Konetekniikka  
04/2020

Hankintatoimi on yksi yrityksen strategisesti tärkeimmistä alueista, koska hankinnat vaikuttavat tuotetun arvon ja kustannuksien kautta yrityksen kilpailukykyyn. Jatkuvien hankintojen eli ostojen kanssa erityisen oleellista on tunnistaa ostoista aiheutuvat kustannukset ja määrittää eräkoot sekä ohjaustavat. Tässä työssä tutkitaan Leguan Lifts Oy:n Neo-mallin ostojen kokonaiskustannuksia ja etsitään ratkaisuja, miten kokonaiskustannukset olisivat mahdollisimman alhaiset. Keskitytään rakenteessa olemattomiin ja hinnaltaan alhaisiin C-osiin.

Työ koostui neljästä osa-alueesta, jotka olivat hankintojen kehitys, varastoprosessin kehitys, ohjaustapojen vertailu ja teorian implementointi. Hankintojen kehityksessä käsiteltiin hankinnoista aiheutuvia kustannuksia ja niiden vaikutusta eräkokoon. Hankintakustannusten määrittäminen ollut aina yksinkertaista ja joissain tilanteissa ostajalla oli hyvin vähän neuvotteluvalltaa toimittajien kanssa. Varastoprosessin kehittämisessä perusteltiin, miksi varastoja jouduttiin pitämään ja miten ne saataisiin tehokkaammiksi. ABC-analyysi oli erinomainen työkalu varastojen segmentointiin, joka helpotti varastojenhallintaa huomattavasti. Sen avulla pystyttiin määrittämään hintaan perustuville joukoille omat ohjaustavat. ABC-analyysin perusteella A- ja B-osille tilausohjautuvajärjestelmä oli toimivin, kun taas C-osille oli varasto-ohjautuva Kanban-kaksilaatikkosysteemi.

Teoriaosuuden tietoja implementoitiin Neo-mallin C-osiin. C-osiat kategorisoitiin ensin ABC-analyysillä, sitten painon, toimittajan ja muiden ominaisuuksien mukaan. Huomattiin, että suurin osa nimikkeistä oli leikkuukomponentteja ja lähes kaikkien paino oli alle 500 grammaa. Tilauskustannus 19–23 € selvitettiin leikkuukomponenttien osalta. Leguan Lifts Oy:n työntekijöiden ajankäytön avulla laskettiin, että kaikkiin tilauksiin tuli 20–45 € käsittelykustannus riippuen siitä maalattiinko nimike tai sinkittiin. Kokonaiskustannukseksi tilaukselle muodostui 91–110 €. Erilaisia ratkaisuja arvioitiin kaksilaatikkosysteemin toteutukseen. Suurimmaksi ongelmaksi tunnistettiin kokoonpanon sijainti seinän vieressä, jolloin ottolaatikoita voi vain täydentää edestäpäin. Erilaisten ratkaisujen kustannukset vaihtelivat 500–3 000 €.

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
1.1 Yritysesittely.....	1
1.2 Työn rakenne .....	2
2. HANKINTOJEN KEHITYS.....	3
2.1 Taloudellinen tilauskoko .....	4
2.2 Tilausväli.....	6
2.3 Arvoanalyysi .....	6
2.4 Kraljicin portfolioanalyysi.....	7
2.5 Kehityksen seuraaminen ja suorituskyvyn mittaaminen.....	9
3. VARASTON PROSESSIN KEHITTÄMINEN .....	10
3.1 ABC-analyysi .....	10
3.2 Varaston siirto toimittajalle .....	11
3.3 Varaston vähentäminen .....	11
3.4 Varaston kierto.....	12
3.5 Varastoprofiili .....	12
4. OHJAUSTAPOJA .....	14
4.1 Yleisimmät ohjaustavat .....	14
4.2 Imuohjaus .....	15
5. TEORIAN SOVELTAMINEN C-OSIIN.....	20
5.1 ABC-analyysi .....	20
5.2 C-osien kategorisointi.....	21
5.3 Tilauskustannukset ja tilauskoko .....	23
5.4 C-osien ohjaustavan valinta .....	26
5.5 Varastoinnin vaihtoehdot.....	28
5.6 Seuraavat askeleet .....	29
6. YHTEENVETO.....	31
LÄHTEET:.....	32

# 1. JOHDANTO

Ostoprosessin kehittäminen on oleellista yrityksen kilpailukyyn kannalta. Ostot vaikuttavat suoraan katteeseen. Varastot vaikuttavat sitoutuneen vaihto-omaisuuden ja muiden kulujen kautta yrityksen kilpailukyyn. Selkeät ohjaustavat ja toimintatavat ehkäisevät ongelmatilanteita ja tehostavat prosessia.

Kandidaatintyöni tavoitteena on tehostaa Leguan Lifts Oy:n hankintoja ja varastojenohjausta siten, että hankintojen kokonaiskustannukset saataisiin mahdollisimman alhaisiksi. Varastojenohjauksen löytää ratkaisu, jolla ehkäistään puutetilanteet kuitenkin varastoihin sitoutunut pääoma ja tila huomioiden. Löytää ohjaustapa, jolla saadaan varastoprosessi toimimaan paremmin. Kandidaatintyössäni keskityn erityisesti Leguan Lifts:n henkilönostin Neo mallin osiin, joita ei ole rakenteessa.

## 1.1 Yritysesittely

Leguan Lifts Oy on Ylöjärvellä sijaitseva itsekulkevien kevyiden henkilönostimien valmistaja, joka perustettiin vuonna 1990. Vuonna 1994 se toi markkinoille maailman ensimmäisen kevyen itsestään kulkevan tukijalallisen nostimen. Leguan Lifts Oy kuuluu Avant group-konserniin Avantin Tecno Oy ja muutan myyntiyhtiön kanssa. Leguan Lifts Oy:n mallistosta löytyy tällä hetkellä viisi nostinta: 50, 125, 135 NEO, 165 ja 190, jotka näemme kuvassa 1



**Kuva 1.** Leguan lifts Oy:n tarjoama

Leguan lifts Oy:n liikevaihto oli vuonna 2019 reilu 5 miljoonaa euroa (Fonecta 2020). Viimevuonna Avant group-konsernissa tapahtui muutoksia. Avant Tecno Oy lopetti 300-sarjan valmistuksen ja toi markkinoille uuden 800-sarjan työkoneen. Leguan lifts Oy toi markkinoille uuden 135 NEO nostimen ja sai moninkertaisen tuotantotilan Avant Techno Oy:n siirryttyä, jonka myötä layout muutoksia tehtiin. Konserni ottaa tänä vuonna uuden ERP järjestelmän käyttöön, jolloin ostojen kehittäminen on ajankohtaista.

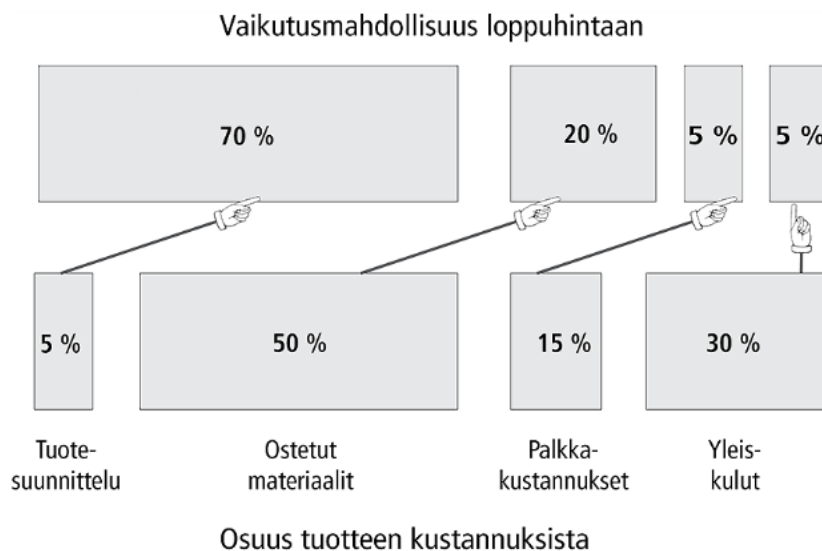
## **1.2 Työn rakenne**

Työssä perehdytetään ensin lukijan aiheeseen teorian avulla, jonka jälkeen implementoidaan osaa teoriassa käsitellyistä asioista Leguan Lifts Oy:n ostoprosessiin. Työ koostuu kuudesta luvusta, joista ensimmäinen on johdanto.

Ensimmäisenä käsittelen ostoihin liittyvää teoriaa keskittyen kustannuksiin ja niiden vaikutuksista eräkokoon, jonka jälkeen paneudun varastojen luokitteluun ja eri menetelmiin helpottaa niiden hallinnointia. Muodostan kokonaiskuvan kertomalla erilaisista ohjaustavoista, joilla voisi ohjata C-osia. Tämän jälkeen siirryn evaluimaan miten teoriaa voisi soveltaa rakenteessa olemattomiin C-osiin. Lopputuloksena on siis ratkaisu vaihtoehtoja siitä, miten C-osien ostotoimintaa voisi parantaa ja erilaisia vaihtoehtoja C-osien varastointiin.

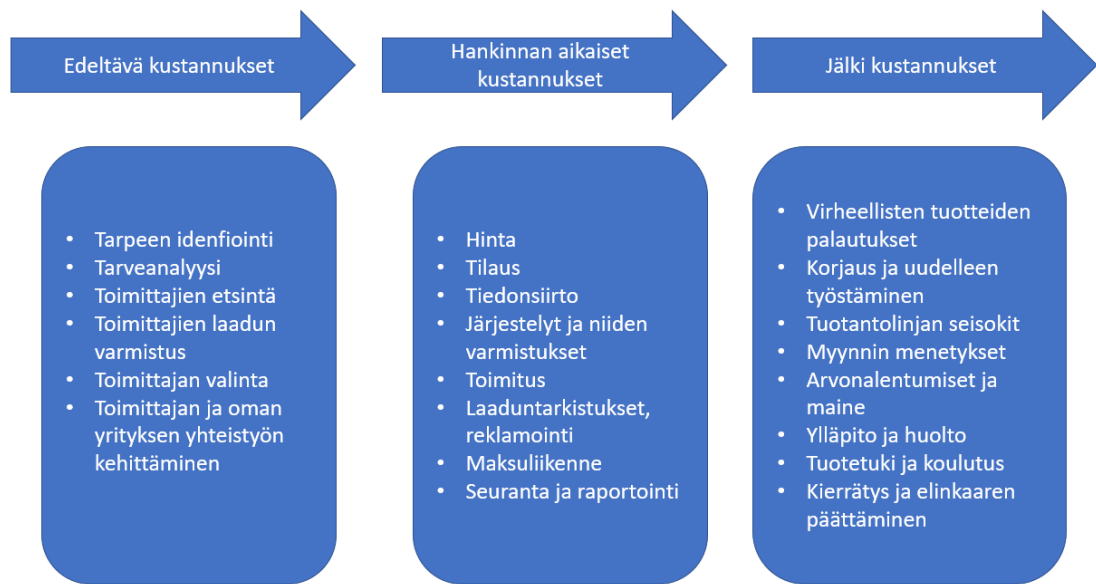
## 2. HANKINTOJEN KEHITYS

Hankintojen kehityksellä voidaan parantaa kilpailuasemaa, se vaikuttaa suoraan lopputuotteen hintaan ja muodostuviin kustannuksiin. Nykyisin monet yritykset keskittyvät ydinosaamiseen, jolloin muu osaaminen hankitaan ulkoa (Ritvanen & Koivisto 2007, s.104–105). Hankintojen tärkeys korostuu mitä enemmän ulkoistetaan toimintaa. Ilmiselvää on, että hankintatoimen kehityksellä on suora vaikutus yrityksen kannattavuuteen ja kilpailukykyyn (Tikka 2016, s.37). Hankintojen osuus on 70-75 % yrityksen liikevaihdosta. Osuus vaihtelee paljon yrityksen koon ja alan mukaan (Ritvanen & Koivisto 2007, s104-105).



**Kuva 2.** Vaikutus mahdollisuudet tuotteen kustannuksista (Sakki 2014)

Hankinnat ovat heti suunnittelun jälkeen tärkein osa-alue, jolla voidaan vaikuttaa tuotteen loppuhintaan kuten näemme kuvasta 2. Huonoilla komponentti ja materiaali valinnoilla saadaan muuten hyvin suunniteltuun tuotteeseen alhaisempi asiakkaan kokema arvo, jolloin tuotteesta voidaan maksuttaa vähemmän. Toisaalta tietyn rajan jälkeen asiakkaan kokema arvo ei enää kasva, vaikka materiaaleja ja komponentteja parantaisi. Hankintojen tuottama arvo ja niiden kustannukset tuleekin tarkkaan tuntea. (Sakki 2014)



**Kuva 3.** Hankinnan kokonaiskustannukset (Huuha 2017, s.35)

Halpa ostohinta ei kuitenkaan tarkoita halpaa kokonaiskustannusta. Kuvassa 3 on kuvattu hankinta prosessin kokonaiskustannuksia. Yritykset ovat heränneet siihen, että hinta ei ole ainoa ratkaiseva tekijä toimittajaa valittaessa, koska strategisessa hankinnassa toimittajaa valittaessa tarkastellaan kokonaiskustannuksia. Strategisen hankinnan piirteitä on, että kehitetään toimittajan toimintaa ja tehdään tiivistä yhteistyötä toimittajan ja yrityksen välillä. Yhteistyö parantaa kummankin yrityksen toimintaa. (Ritvanen & Koivisto 2007, s.104–105)

## 2.1 Taloudellinen tilauskoko

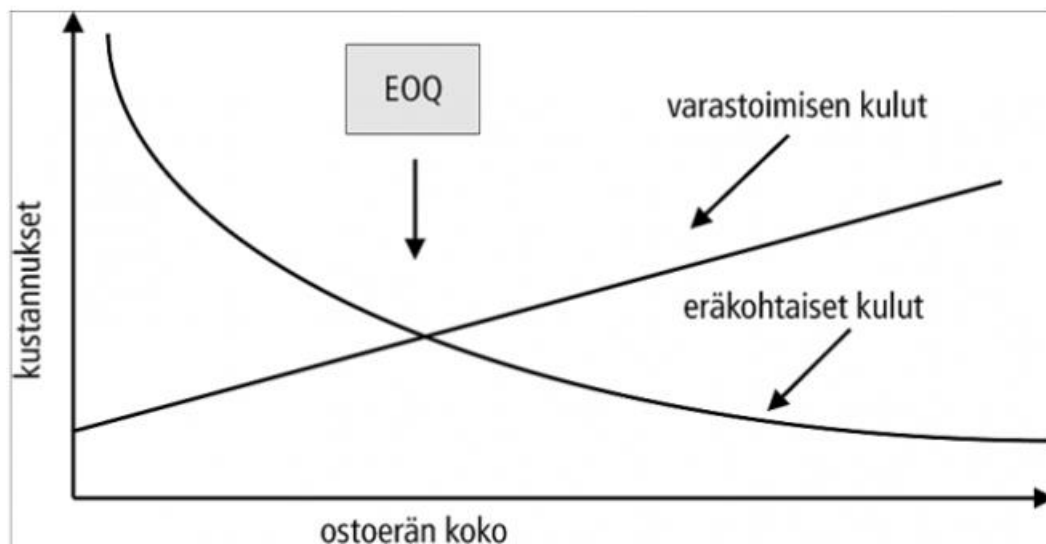
Tilauksen kokonaiskustannukset koostuvat ostojen hinnasta, tilauskustannuksista ja varastointikustannuksista. Tilauskustannukset syntyvät tilaukseen käytetyistä resursseista esim. ostoinsinöörin työajasta. Kappaleisiin kohdistettavat lisäkustannukset jakautuvat tilauseräköön mukaan. Kannattava olisi tilata isoja eriä, mutta tilauserien kasvaessa varastointikustannuksetkin kasvavat (Lockyer et al. 1988, s.394).

Hintojen porrastus on yleistä, koska toimittajalla syntyy usein epälineaarisesti kustannuksia kappale eräköön kasvaessa. Tällaista epälineaarisuutta aiheuttaa esimerkiksi pakkausko, valmistustekniset seikat ja asetuskustannukset. Hankkijan lisäksi joutuu tasapainottelemaan varastointikustannusten, tilauskustannusten ja ostohinnan välillä. Yleinen muistisääntö varastointikustannuksiin on, että ne muodostavat 1,5–3 % tilauksen hankintakustannuksista laskettuna. (Sakki 2014)

$$EOQ = \sqrt{\frac{2RC}{PF}} \quad (1)$$

Tuotteen ekonomiselle tilauskoolle (EOQ = Economic Order Quantity) on määritetty kaava, jossa huomioidaan vuosikysyntä = R, tilauskustannus tilausta kohden = C, tuotteen hinta = P ja varastonpitokustannuksen osuutena hinnasta vuodessa = F. (Ritvanen & Koivisto 2007, s34-35; Dani 2020, s.30)

Taloudellisimman tilauskoon määrittämisessä vaikeinta on määrittää varastointikustannukset, koska ne koostuvat monesta vaikeasta asiasta, kuten sijoitetun pääoman odotetusta tuotosta, varastoinnin kustannuksista, materiaalin hallinnan kustannuksista, epäkuranttiudesta, arvonalentumisesta ja vakuutuksista. (Lockyer et al. 1988, s.396) Kaavan heikkoutena on oletus muuttumattomista kustannuksista ja tasaisesta kysynnästä (Ritvanen & Koivisto 2007, s.34–35).



**Kuva 4.** Taloudellisen eräkoon kuvaaminen (Sakki 2014)

Kuten kuvasta 4 näemme, varastoimisen kulut kasvavat usein lineaarisesti eräkoon mukaan, mutta eräkohtaiset kulut pienevät erän suuretessa. Hankintojen todelliseen eräkokoon ei aina voi suoranaisesti vaikuttaa varsinkin, jos tilattava nimeke ei ole standardiosa tai se tulee kaukaa. Silloin eräkokoon vaikuttavat kuljetustekniset seikat ja valmistustekniset seikat, joita ovat asetusten laitton kustannukset ja kuljetusyksikön koko esim. merikontti. (Sakki 2014)



## 2.2 Tilausväli

Samalta toimittajalta on suositeltavaa tilata samalla monta eri nimikettä, koska kuljetuskustannukset aiheuttavat merkittävän osan kustannuksista. Wilsonin kaavalla arvioidaan oikeaa tilausväliä

$$Tilau\text{sväli} = \sqrt{2 * \frac{TK}{VK * D}}. \quad (2)$$

TK on yhdestä kuljetuserästä aiheutuva erilliskustannus, joka muodostuu rahti-, hankinta- ja vastaanottokäsittelykuluista. D:hen lasketaan kaikkien toimitusten arvo vuodessa. VK puolestaan on varastoimisesta aiheutuva kulu prosentteina. Keskitettäessä toimituksia ja karsittaessa toimittajia saadaan tiheämpi ja edullisempi toimitusrytmi. (Sakki 2014) Huono puoli keskittämisenä on se, että yritys on entistä riippuvaisempi yhdestä toimittajasta. Tästä voi seurata ongelmia häiriötilanteissa tai toimittaja voi yrittää käyttää valtaansa hyväksi hintoja neuvoteltaessa. Määritettäessä taloudellinen tilauskoko saadaan tilausväli määritettyä kaavalla

$$Tilau\text{sväli} = \frac{Q}{D}, \quad (3)$$

jossa Q on tilauskoko ja D on vuosikulutus.

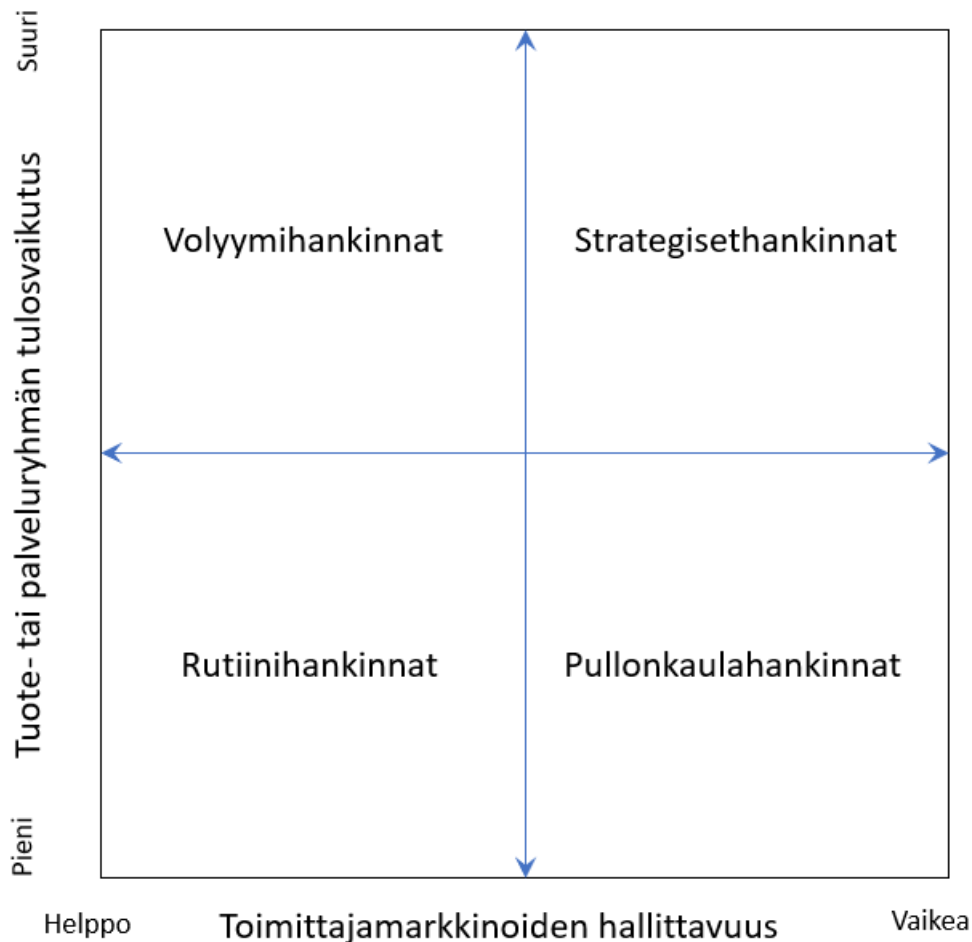
## 2.3 Arvoanalyysi

Arvoanalyysissä arvioidaan erilaisten vaihtoehtojen toimivuutta 2D-tasossa, joissa akseleina ovat kustannukset ja funktio (arvo = funktio/kustannukset). Funktio määritetään tapauskohtaisesti, esimerkiksi toimittajaa valittaessa voisi olla funktiona toimitusvarmuus tai toimitusaika. (Leenders et al. s.348)

Arvoanalyysiä voidaan hyödyntää tavoitekustannukset-menetelmässä. Siinä lähestytään osien kustannuksia valmiista tuotteesta. Valmiin tuotteen myyntihinnasta vähennetään voittotavoite, jonka jälkeen kustannukset jaetaan tuotteen komponenteille. Komponentteja arvioidaan arvoanalyysillä muihin vastaaviin komponentteihin. Näin voidaan löytää ongelmakomponentit, kun lähestytään yksittäistä komponenttia kokonaisuuden suunnalta. (Leenders 2006, s.349–350)

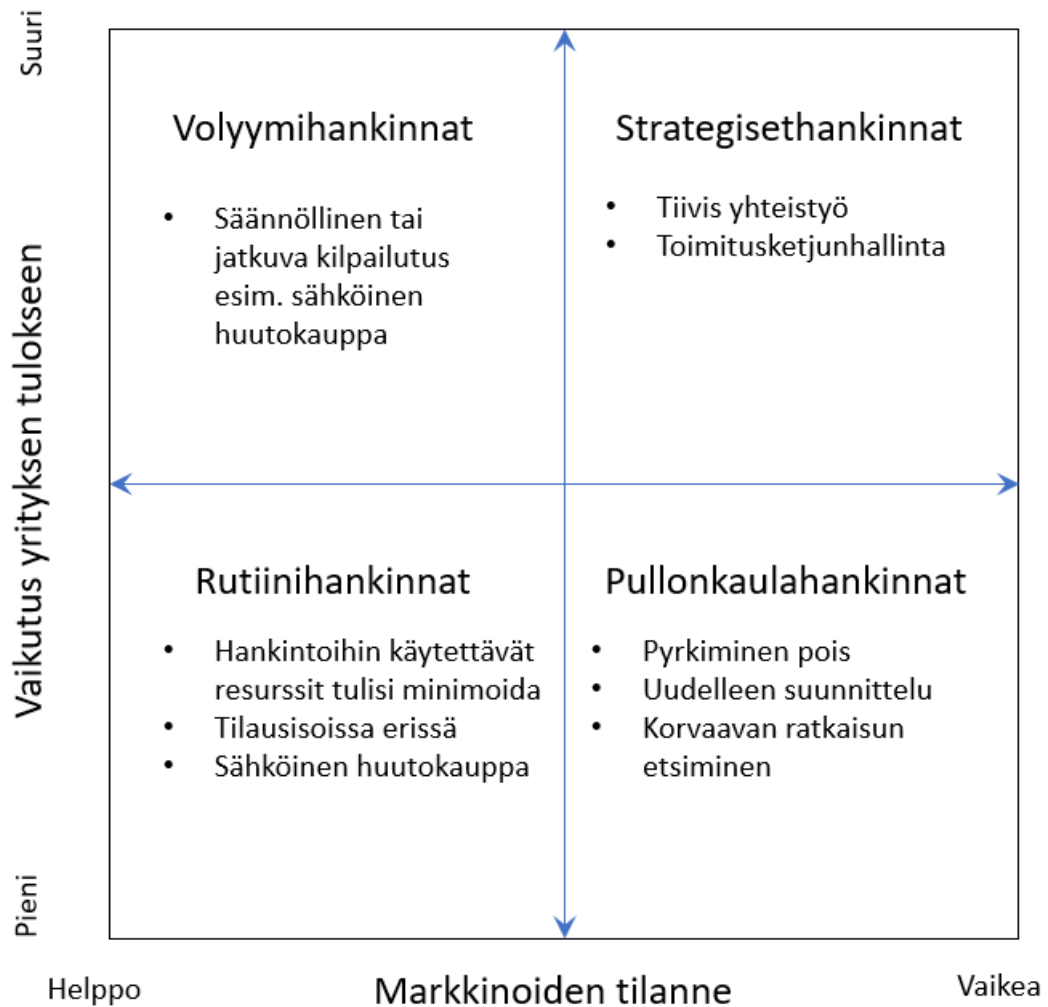
## 2.4 Kraljicin portfolioanalyysi

Kraljicin-analyysi lokeroi hankintoja, koska hankintoja on strategisesti hyvin eriarvoisia. Analyysin avulla voi verrata hankintoja suhteessa niiden tulosvaikutuksiin, hankkimisen vaikeuteen ja riskeihin. Analyysi on yksi keskeisistä työkaluista hankintastrategian toteuttamisessa. (Huuhka 2017, s.53; Dani 2020, s.45)



**Kuva 5.** Kraljicin matriisi (Huuhka 2017, s.53)

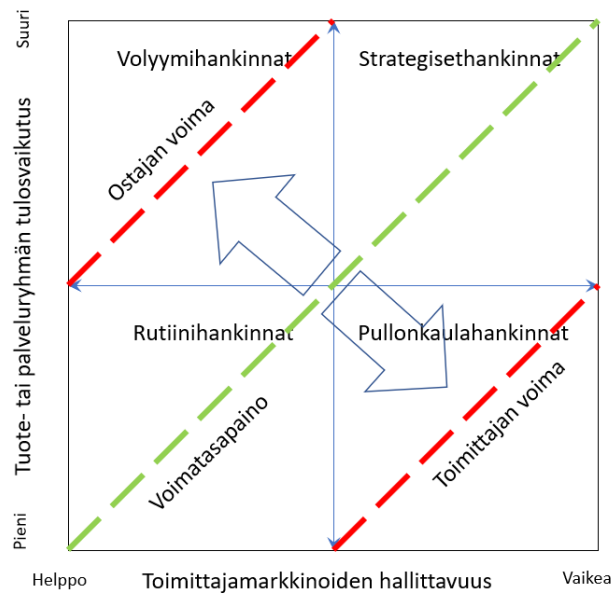
Kuvassa 5 näemme Kraljicin nelikentän Strategisethankinnat ovat hankintoja, jotka aiheuttavat suurimman haasteen hankijoille. Nämä nimikkeet ovat spesifejä ja sellaisia, joita toimittaa yksi tai muutama toimittaja. Yhteistyö toimittajan kanssa on usein paras ratkaisu hallita tällaisia hankintoja. Puulonkaulahankinnat ovat haastavia. Niitä karakterisoi pieni tulosvaikutus ja pieni määrä toimittajia. Näissä nimikkeissä paras tapa on etsiä korvaava vaihtoehto ratkaisulla, joka mahdollisesti olisi standardi. (Huuhka 2017, s.54–55)



**Kuva 6.** Hankintojen karakterisointi (Huuhka 2017, s.198)

Kuten kuvasta 6 näemme, volyymihankinnat ovat rahamääräisesti suuri osa yrityksen hankinnoista. Niille on kuitenkin paljon toimittajia, jolloin niitä pystytään kilpailuttamaan tehokkaasti. Tavallistuntuotteiden rutiinihankintojen tyypillisin piirre on se että, nimikkeiden tilaukseen käytetyt resurssit ovat suuremmat kuin hankintojen arvo. Siksi niitä olisi oleellista tilata suuremmissa erissä ja mahdollisimman pienillä resursseilla. Toimittajan kapasiteetti ei tule kuitenkaan unohtaa tilauserää määrittäessä. (Huuhka 2017, s.56)

Sähköinen huutokauppa on sovelluspohjainen väylä toimittajien kilpailuttamisprosessin läpiviemiseksi. Se soveltuu ainoastaan tuotteille, jotka ovat yksiselitteisesti määritettävissä. Sovellusta valittaessa tärkeintä on tarkastella, kuinka sovellus toimii oman järjestelmän kanssa ja millaiset hallintamahdollisuudet ostajalla on huutokaupassa. (Huuhka 2017. s.198–199)



**Kuva 7. Neuvotteluvoimat (Huuhka 2017, s.108)**

Yrityksen saavutettua ostajan voima-aseman, se voi asettaa ehdot kaupankäynnille. Puolestaan tilanteessa, jossa on toimittajan voima-asema toimittaja päättää ehdoista. Ostava yritys yrittää päästä tällaisesta tilanteesta pois etsimällä vaihtoehtoisia toimittajia tai ratkaisuja. Kun ollaan voimatasapainossa, kummatkin ovat tyytyväisiä. (Dani 2020, s.47) Kuvasta 7 näemme, että strategisissa- ja rutiinihankinnoissa saavutetaan tämä tasapaino.

## 2.5 Kehityksen seuraaminen ja suorituskyvyn mittaaminen

Kehityksessä oleellista olisi kyky seurata tuloksia. Ostoihin kuten muuhunkin toimintaan pätee sanonta: ” jos et mittaa sitä, et voi hallita sitä” (Leenders et al. 2006, s.356). Päätöksen tekoa helpottaa, kun on todellinen tieto tilanteesta (Huuhka 2017, s.204). Hankintoja voi seurata esimerkiksi hankintojenkustannukset / kokonaishankinnoista tai myynnistä (Leenders et al. 2006, s.356). Perspektiivejä mittaamiseen on muun muassa aika, kustannukset, laatu ja joustavuus. Jokaiseen näistä liittyy lukematon määrä hyödyllisiä mittareita (Huuhka 2017, s.204–208).

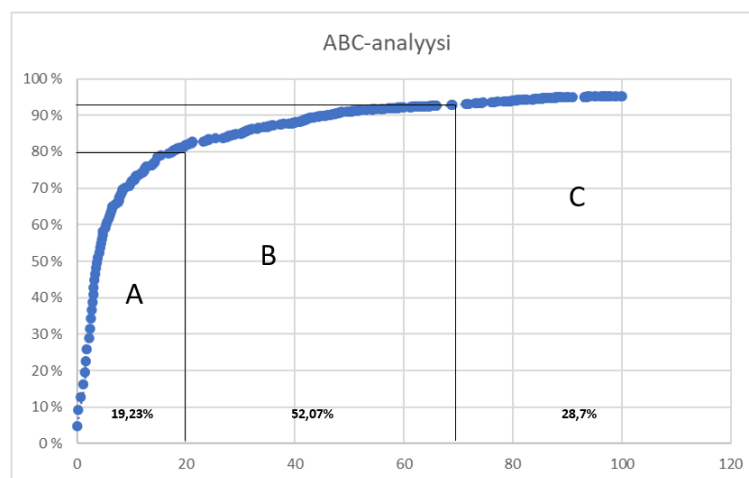
### 3. VARASTON PROSESSIN KEHITTÄMINEN

Varastoprosessien kehittäminen alkaa varastoprosessin vaiheiden tunnistamisella ja niiden kuvaamisella. Tämän jälkeen tunnistetaan kehittämisen kohteet ja asetetaan tavoitteet. Tavoitteiden asettamisen jälkeen määritetään toimenpiteet, joilla päästään tavoitteisiin. (Tikka 2016, s.58–59)

Varastoinnin tärkeimmät tavoitteet ovat vastata kysyntään, tasata tuotantoa ja mahdollistaa tilausten jaksottaminen. Ideaalitulanteissa varastoja ei tarvittaisi näiden tavoitteiden saavuttamiseen, mutta reaali maailmassa usein varastointi on pakollista. Varastojen hallinnassa puolestaan on olennaista tietää mitä varastossa on, kuinka paljon ja milloin tilata. Tarvitaan järjestelmä tai toimintatapa, jonka avulla seurataan varastointia ja siitä aiheutuvia kustannuksia sekä toimitusaikojä. (Stevenson 2018, s.553–555)

#### 3.1 ABC-analyysi

ABC-analyysi on tapa luokitella nimikkeitä esimerkiksi niiden arvon mukaan. Siinä luokitellaan osat ja sen avulla eri tyyppisille nimikkeille voidaan määrittää oma ohjaustapansa. Eri luokille laaditaan ohjeet, miten niitä käsitellään ja ohjataan. (Tikka 2016, s.52) On kannattavaa toimia näin, koska eri luokan osien ohjauksen kehittämiseen on suositeltavaa käyttää eri määrä resursseja. A-luokan osissa on esimerkiksi suurin potentiaali kustannussäästöön. (Huuhka 2017, s.49–50) Prosenttiosuudet, joilla osat jaotellaan, vaihtelevat hyvin paljon toimialan mukaan. Usein A-osat muodostavat 70–80 % vuosikulutuksesta, B-osat 10–15 % ja C-osat 10–15 %. (Stevenson 2018, s.558–559) Kuva 8 on esimerkki ABC-analyysistä.



**Kuva 8.** ABC-analyysi

ABC-analyysin tuloksia ei välttämättä ole edun mukaista hyödyntää sellaisenaan, koska se olettaa kaikkien nimikkeiden olevan fyysisesti samanlaisia. Ilman segmentointia tämä voi johtaa liian yksinkertaisiin johtopäätöksiin ja ohjausperiaatteisiin. (Huuhka 2017, s.49–50)

A-luokan nimikkeet sitovat eniten pääomaa, siksi niiden ohjaaminen kannattaa olla parhaiten suunniteltu ja kontrolloitu. On olennaista pyrkiä pieniin varastoihin, lyhyisiin toimitusaikoihin ja jatkuviin toimituksiin. Tämän vuoksi A-nimikkeitä ohjataan usein tilausohjautuvasti tai ennusteiden perusteella. (Tikka 2016, s.53) A-luokan nimikkeiden tilannetta tuleekin seurata ja panostaa niiden ohjaamiseen (Huuhka 2017, s.49–50).

C-luokan nimikkeet ovat koneen kaikista halvimmat komponentit. Niiden ohjaukseen ei kannata käyttää paljoa resursseja. Yhden 10 sentin osan puuttumisesta voi seurata kuitenkin suuret vahingot, minkä vuoksi tulee olla hyvä varmuus aina näiden osien riittävydestä varastossa. C-nimikkeitä tulee ohjata varasto-ohjautuvasti (Tikka, 2016, s.54). Paras tapa on näille osille kaupintavarasto eli toimittajan omistama tai täyttämä varasto (Ritvanen & Koivisto 2007, s.117).

B-luokan nimikkeet sijoittuvat kahden ääripään väliin. Niiden ohjaustavan valinnassa kannattaa ottaa huomioon nimikkeiden muut erilaisuudet kuten esimerkiksi fyysiset ominaisuudet ja varastointitarpeet.

### **3.2 Varaston siirto toimittajalle**

Varaston siirto toimittajalle on strateginen päätös. Joskus varasto on pakko siirtää toimittajalle tilapuutteen vuoksi. Toisinaan syynä on varastoon sitoutuvan pääoman pienentäminen. Varastoon siirtämisestä toimittajille hyödytään eniten, jos tilattavan nimikkeen konstruktio on yleisesti käytössä. Jos nimike on spesifi, toimittajalle siirretyn varaston kustannukset lisätään nimikkeen hintaan. Varaston ollessa toimittajalla voi motivaatio toiminnan kehittämiseen kasvaa, jolloin kustannukset, jotka lisätään lopputuotteeseen voivat olla pienemmät kuin itse varastoitaessa (Lapinleimu 2001, s.113).

### **3.3 Varaston vähentäminen**

Monesti arvotonta varastoa arvostetaan, vaikka todellisuudessa sillä ei ole vanhentuneisuuden, kolhiintumisen tai muun epäkuranttiuden takia arvoa. Huolimatta epäkuranttiudesta säilytys- ja häiritsevyyskustannukset voivat olla merkittävät esim.

tilanvienti. Kustannuksia muodostuu pääoman sitoutumisesta ja varaston hallinnoinnista (Lockyer et al. 1988, s.413).

Kappaleiden varastoinnin kustannukset pitävät olla pienemmät kuin kustannukset, jos kyseistä kappaletta ei olisi. Varastoinnin aiheuttamat kustannuksia ei ole yksinkertaista kohdistaa yksittäiselle kappaleelle. Yrityksen tulee päättää perusteet varastointikustannuksien määrittelemiselle, jotta varastoinnin vuotuiset kustannukset voidaan laskea. Vuotuiset varastointikustannusten CC voidaan määrittää kaavoilla

$$\text{keskimääräinen varastojen arvo} = \text{keskiarvoinen varaston määrä} * C$$

$$CC = \text{keskimääräinen varaston arvo} * I$$

$$CC = \frac{q}{2} * C * I \quad (4)$$

jossa I = varastointi kustannukset prosentti osuutena varastoiden arvosta, C = kappaleen kustannukset ja Q = toimituseränkoko. Varastointikustannusten selvitys mahdollistaa johdon laskentatoimessa myös kustannusten kohdistamista tuotteille ja varastoihin liittyvien päätösten tukemista. (Leenders et al. 2006, s.158)

### 3.4 Varaston kierto

Varaston kierto on varastojen ohjauksen tunnusluku, joka kertoo kuinka monta kertaa varastoon saapuu uusi erä vuoden aikana. Mitä enemmän kertoja varasto kiertää vuodessa, sitä vähemmän pääomaa on sitoutunut vaihto-omaisuutena. Varaston kierto lasketaan,

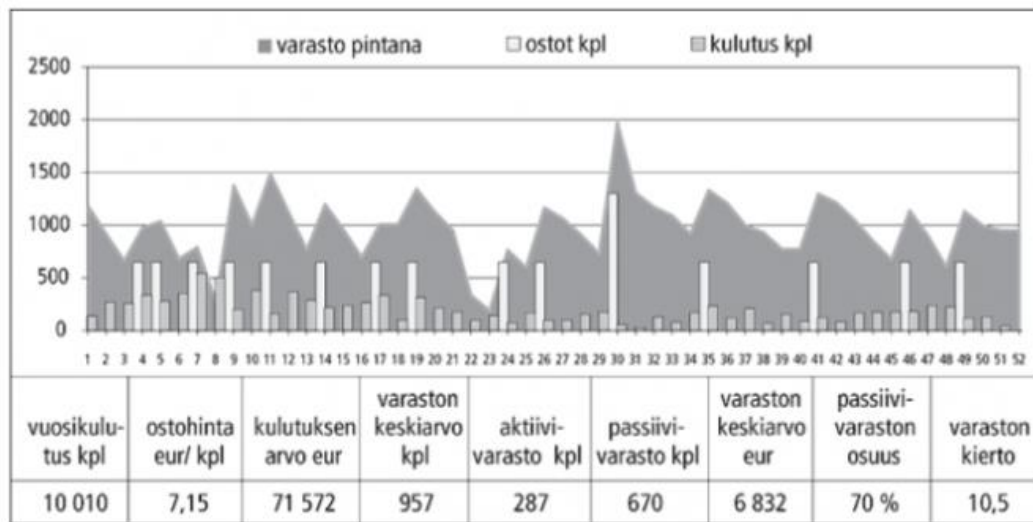
$$\text{varaston kierto} = \frac{\text{vuoden kulutuksen arvo}}{\text{varastojen (keski)arvo}}$$

Varaston kiertoa laskettaessa tulee laskea kulutuksen ja varastojen arvo samoin hinnoitteluperustein. (Sakki 2014)

### 3.5 Varastoprofiili

Varastoprofiili on tapa seurata tietyn nimikkeen tilannetta aikajänteellä. Siitä selviää varaston vaihtelut, vuosikulutus, hinta, kulutuksen arvo, varaston keskiarvo,

aktiivivarasto, passiivivarasto, passiivivaraston osuus ja varaston kierto. Tällaisen profiilin tekeminen vuoden aikajänteelle helpottaa nykyisen ohjauksen toimivuuden tarkkailua. (Sakki 2014)



**Kuva 9.** Varastoprofiili (Sakki 2014)

Kuvassa 9 näemme esimerkin varastoprofiilista. Siinä on oleellisia mittareita, jotka helpottavat nimikkeen hallinnointia. Kuvan 9 tapauksesta huomataan, että kyseistä nimikettä on liikaa varastossa, koska sen passiivivarastonosuus on 70 %.



## 4. OHJAUSTAPOJA

Arvioitaessa yrityksen tilannetta pelkästään statististen tietojen eli taseen perusteella, kaikki vaihto-omaisuus näyttää huonolta. Tämä johtuu siitä, että vaihto-omaisuudessa pääoman tuotto on negatiivista eli yritykseen sijoitettu raha ei tuota. Olisikin mielekäästä ajatella, että toimintaa ohjattaisiin siten, että varastot olisivat mahdollisimman pienet. Kuitenkaan varastojen pieni koko ei korreloi hyvään liiketulokseen, koska pieneen varastoon liittyy myös haasteita. (Sakki 2014)

Materiaalien ohjauksella on monia tavoitteita. Ensisijaiset tavoitteet ovat varmistaa nimikkeiden saatavuus ja myytävien tuotteiden toimituskyky. Oleellista on myös pyrkiä siihen, ettei vaihto-omaisuutta sitoutuisi paljoa ja neuvotella ostettavien nimikkeiden kokonaiskustannukset parhaiksi mahdollisiksi. Materiaalien ohjaus keskittyy työn, pääomatuottavuuden ja tilankäytön tehokkuuteen. (Sakki, 2014)

### 4.1 Yleisimmät ohjaustavat

Yleisimmät ohjaustavat ovat tilaus- ja varasto-ohjaus. Niiden välimalli on kokoonpano-ohjaus. Käsittelen teoriaosuudessa kevyemmin tilausohjausta, koska Leguan Lifts Oy:n tuotanto on kokoonpano-ohjautuva. Kokoonpano-ohjauksen varastojen hallinnassa käytetään samoja työkaluja kuin perinteisessä varasto-ohjauksessa.

Tilausohjaus (MTO = Make To Order) tarkoittaa sitä, että ostojen impulssi syntyy, kun kone on tilattu. Tilausohjaus vaatii lyhyitä toimitusaikoja ja tilauksen kokoisia valmistuseriä. Tilausohjauksen etu on, ettei siinä ole epäkuranttiusriskiä ja se on todella joustava ohjaustapa. (Lapinleimu 2001, s.109) Tilausohjaus sopiikin parhaiten osille, joissa on paljon variantteja, sitoutuu pääomaa ja on pilaantumisvaara (Lapinleimu 2001, s.110). Tilausohjauksen erityistapaus on erikoisohjaus. Sitä käytetään haastavilla nimikkeillä. Haastaviksi nimikkeiksi luetaan kalliit nimikkeet, joiden toimitusaika on pitkä. Näitä joudutaan tilaamaan ennusteiden mukaan, jolloin niiden riittävyttä pitää valvoa. Tällaisesta ohjauttavasta on pyrittävä pois, koska se sitoo paljon resursseja. (Lapinleimu 2001, s.113)

Kokoonpano-ohjauksessa (ATO = Assembly To Order) tuotteen tilausimpulssin jälkeen tuote kokoonpannaan varastossa valmiina olevista komponenteista. Kokoonpano-ohjauksen voi myös toteuttaa siten, että suunnitellaan keskimääräinen menekki, jonka perusteella määritetään kokoonpano-ohjelma. Tilauksen tultua se kiinnitetään

kokoonpano-ohjelmaan. Kokoonpano-ohjaus toimii modulaarisilla tuotteilla, jotka varioidaan perusmallista modulaarisilla lisävarusteilla.

Kun varastosta löytyy komponentit valmiina, toimitusaika on paljon lyhyempi kuin tilausohjatussa systeemissä. Komponenttien epäkuranttiusriski on olemassa, mutta riski on rahallisesti pienempi kuin varasto-ohjatussa systeemissä. (Stevenson 2018, s.673)

Varasto-ohjaus (MTS = Make To Stock) tarkoittaa sitä, että varastossa pidetään tietty taso. Ostoimpulssina toimii hälytysraja, joka on tietyn kappalemäärän alittaminen. Sen suurin etu on valmiiden tuotteiden nopeat toimitukset ja pieni hoitojen määrä, vaikka lopputuotteita ei varastoitaisi. Varastot kuitenkin peittävät tehottomuutta, lisäävät epäkuranttisuuden riskiä, jäykistävät toimintaa ja sitovat pääomaa. Sen takia ohjaustapa ei ole kaikille nimikkeille ideaalinen. (Lapinleimu 2001, s.109)

Varastoihin sitoutuvaan pääomaan vaikuttaa suuresti toimitusajat. Oleellista on neuvotella ostaessa maksuajat mahdollisimman pitkiksi ja myydessä puolestaan mahdollisimman lyhyiksi (Tikka 2016, s.49).

## 4.2 Imuohjaus

Imuohjaus on Just-In-Time (JIT) systeemin tavanomaisin käytännön toteutus. JIT-systeemissä tavoitellaan hukatonta systeemiä. Tällöin pyritään eroon yliprosessoinnista, odottamisesta, kuljetuksista, turhasta työstä, liikkeistä, epäkuranttisuudesta ja varastoista. (Dani 2020, s.61)

Imuohjaus perustuu siihen, että nimikkeille on tietty paikka, jonka tyhjenemisen seurauksena syntyy impulssi uuden kappaleen tai kappale-erän tilaamiseen tai tekemiseen (Lapinleimu 2001, s.112). Tarve siis tekee tilauksen, jolloin varastojen tasot pysyvät mahdollisimman pienenä. Ohjaustapa ei perustu tarpeen ennustamiseen vaan nopeaan reagointiin tarpeeseen. Ennusteita tarvitaan imuohjatussa systeemissä kapasiteetin tarpeen määrittämiseen. Nopeiden toimitusaikojen saavuttamiseksi yhteistyötä ja kommunikaatio on oltava tiivistä toimittajien kanssa. (Dani 2020, s.61) Massaräätälöidyssä sarjatuotannossa imuohjausta käytetään esimerkiksi kokoonpanopuskureissa. Keskeistä on määrittää imupuskurien tyypit, paikat ja koot (Soronen, 1999, s33).

## Kanban

Kanban on yksinkertainen ja toimiva imuohjauksen sovellus. Se on tapa, jolla juuri-oikeaan-tarpeeseen (JOT)(JIT) tuotanto saadaan käytännössä toteutettua. (Leenders et al. 2006, s158) Kanban toimii parhaiten suuren kulutuksen osille. Sen perusajatus on,

että tuotantolinjalta tilataan osia Kanban-kortin avulla, jossa on paikkatieto, varastoastian tyyppi ja varastoitavien komponenttien määrä. Tilausimpulssina toimii esimerkiksi laatikon tyhjeneminen.

Kaksi perinteistä Kanban-systeemiä on yhden- ja kahdenkortin systeemit, joissa on samat toimintasäännöt. Kahdenkortin systeemissä on toimitus- ja tuotantokortit, kun taas yhdenkortin systeemissä on vain toimituskortteja. Tuotannon työntekijät laittavat vain tuotantokortin verran kappaleita standardikuljetusastiaan. On vain yksi toimitus ja tuotantokortti yhtä säilytysastiaa kohden. (Leenders et al. 2006, s.158)

Kanban-systeemissä on paljon etuja: joustavuus, ohjauksen tarkkuus, herkkyys ja varastojen pienentyminen. Tärkein etu Kanban ohjatusta systeemistä on järjestelmän ylös ajon jälkeinen vaivattomuus. Kanban-systeemi on itseohjautuva, eikä päivittäin tarvita toimistotyötunteja. (Huuhka 2017, s.192) Kanban-systeemin määrittämiseen on kaava

$$N = \frac{DT(1 + X)}{C}, \quad (5)$$

jolla saadaan selvitettyä Kanban-korttien/astioiden lukumäärä. Kaavassa D on suunniteltu käyttönopeus, T on keskimääräinen osatäydennyksen odotusaika, johon lisätään valmistukseen kuluva aika, X on systeemin suunnittelijan asettama arvo tehottomuudelle (luvun lähestyessä nollaa tehokkuus kasvaa) ja C on vakioastiankoko. (Stevenson 2018, s.626)

## Hälytysraja

Hälytysraja on ajallinen tai kappalemääräinen raja, joka toimii tilausimpulssina. Se on erityisen hyödyllinen, jos se on mahdollista integroida tietojärjestelmään. Toimivuutta parantaa, jos järjestelmään pystyy integroimaan kaksi eri hälytysrajaa. Tällöin tietojärjestelmä siirtää nimikkeen kappalemäärän alittuessa tai tilausperiodin ylittäessä nimikkeen hälytyslistalle, josta ostajan on helppo niitä seurata. (Tikka 2016, s.54–56)

Hälytysrajat toimivat, jos niiden asettamisessa on käytetty riittävän paljon historiatietoa. Usein rajat asetetaan mututuntumalla, jolloin voi syntyä ylisuuria varastoja. Rajojen päivittäminen on tärkeää, jotta hälytysrajoista on hyötyä. (Tikka 2016, s.56)

## Tilauspiste

Tilauspiste (minimiraja) on sovittu varastomäärä, jonka alittuessa nimikettä tilataan lisää. Tilauspiste on siten määritetty, että nimike ei lopu tuotannosta ennen uuden erän saapumista. Normaaliilla toimitusajalla nimikkeen saapuessa varastossa on vielä varmuusvaraston verran tavaraa jäljellä. Tilauspiste  $T$  määritetään seuraavalla kaavalla

$$T = DL + B. \quad (6)$$

$D$  on keskimääräinen kulutus aikayksikössä,  $L$  on toimitusaika ja  $B$  on varmuusvarasto. Käytännössä tilaukset tehdään määrävälein, jolloin kaikki tilauspisteen alittaneet tilaukset tilataan samalla. Tilauspiste on keskimääräinen kulutus toimitusajan pituiselle periodille. (Tikka 2014)

## Varmuusvarasto

Varmuusvarasto tarkoittaa uuden nimikkeen tilauksen tekohetkellä määritettyä puskuria, jottei tilattava tavara lopu kysynnän vaihtelun tai toimituksen myöhästymisen takia. Kysynnän vaihtelujen historiatiedon pohjalta voidaan määrittää keskihajonta menekille, josta voidaan laskea standardi poikkeaman  $s$ . Toimitusajan  $L$  ja varmuuskertoimen  $k$  pohjalta voidaan laskea varmuusvarasto kaavalla

$$B = ks\sqrt{L}. \quad (7)$$

Varmuuskerroin  $k$  määritetään halutun varmuuden perusteella kuvasta 10. Toimituskykyyn voidaan vaikuttaa myös muillakin tavoilla. Toimitusaikojen lyhentäminen, nopeampi varaston kierto ja yhteistyön lisääminen toimittajan kanssa vaikuttavat suoraan toimituskykyyn. (Sakki 2014)

Haluttu varmuus	50 %	75 %	90 %	95 %	97 %	98 %	99 %	99,5 %	99,9 %	99,99 %
varmuuskerroin $k$	0	0,67	1,28	1,64	1,88	2,05	2,33	2,57	3,09	3,72

**Kuva 10.** Varmuuskerroimen valinta (Sakki 2014)

## Kaksilaatikkosysteemi

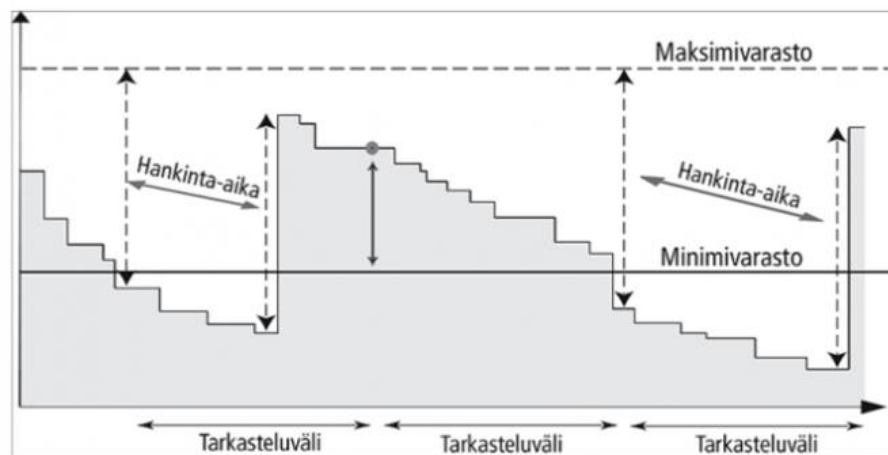
Kaksilaatikkosysteemi toimii siten, että yksi laatikko toimii hälytysrajana ja laatikot ovat toimituserän suuruiset. Se on varasto-ohjattusysteemi, jossa on imuohjauksen piirteitä (Lapinleimu 2001, s.113). Kaksilaatikko toimii parhaiten nimikkeillä, joiden kulutus on

lähellä vakiota. Laatikoihin varastoidaan tilauspisteen suuruinen määrä kappaleita. (Sakki 2014) Systeemin suurimpia etuja on erittäin kevyt varaston seuranta (Stevenson 2018, s.556).

Kaksilaatikkosysteemi on yksinkertaisuudeltaan nerokas. Sen ohjaaminen on helppoa, mutta siihen on työlästä tehdä ajan myötä tapahtuvia muutoksia. Systeemissä tulee ratkaista etukäteen, miten toimitaan poistuvien osien kanssa ja toimitusajan tai kulutuksen muuttuessa. (Sakki 2014) Kaksilaatikkosysteemi ohjaukseen usein käytetään jotain korttisysteemiä esimerkiksi Kanbania. Kortin hukkuminen aiheuttaa systeemin sekoamisen. (Stevenson 2018, s.556)

## Min-maks-menetelmä

Min-maks-menetelmässä määritetään alaraja, jonka alittaessa tilataan sen verran, että saavutetaan maksimiraja. Maksimivarasto muodostuu varmuusvarastosta ja toimitusajan kulutuksesta. Minimivarasto lasketaan samalla tavalla kuin tilauspiste. (Sakki 2014)



**Kuva 11.** Min-maks-menetelmä (Sakki 2014)

Min-maks -systeemi on jatkuvan seurannan systeemin yksi sovellus. Systeemin toimivuuden kannalta tarvitaan kulutuksesta tarkka tieto. Varastojen tarkka seuranta tuo hyvän hallinnan varastoihin. Huono puoli on se, että varastojen jatkuva tarkkailu tuo kustannuksia ja epäkuranttiudet voivat sotkea seurannan. (Stevenson 2018, s.555)

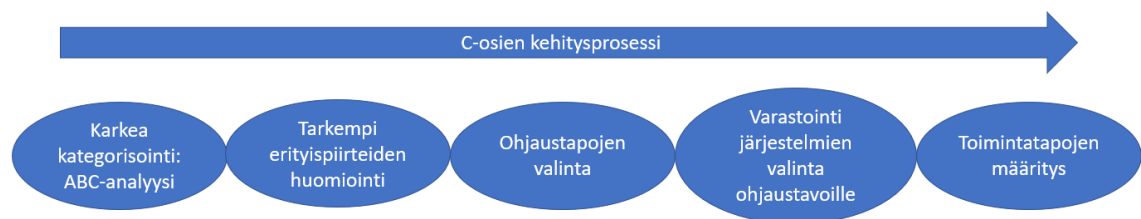
Kuten kuvasta 11 näemme, jatkuvan seurannan systeemi eroaa Min-max -menetelmästä vain tilausmäärissä. Tilaus toteutetaan aina vakiomääräisinä erinä, jolloin optimaalisen eräkoon (EOQ) määrittäminen on tarpeellista. (Stevenson 2018, s.555)

## Hyllylista

Hyllylista on lomake, joka löytyy hyllyistä tai työpisteiltä. Siihen kirjoitetaan tieto, jos komponentti on loppunut ja sitä on jouduttu hakemaan muualta. Hyllylistasta löytyy tiedot: milloin, mitä ja kuinka paljon. Listan idea on kerätä tieto ohjauksen toimimattomuudesta. Hyllylistan voi puoliautomasoida, mutta silloin työntekijöillä pitää olla tietokone työpisteillään käytettävissä. (Mäkinen 2017, s.48)

## 5. TEORIAN SOVELTAMINEN C-OSIIN

Leguan Lifts Oy:llä C-luokan osia seurataan kappaleittain siten, että aina uuden erän tullessa se lisätään Excelissä olevaan saldoon. Saldo vähenee, kun kone valmistuu. Kvartaali-inventaariossa tarkastetaan ja korjataan saldot. Lisäksi suoritetaan satunnaisia inventointeja. Systemi on itsessään toimiva. Ongelmana on monessa kohtaa mahdollisuus inhimilliselle virheelle, sekä C-osien ostoon käytetään sama aika kuin muihinkin osiin. Tämän työn tavoitteena on löytää tapa, jolla saadaan optimoitua toimihenkilön ajankäyttö ja varmistaa C-osien saatavuus.

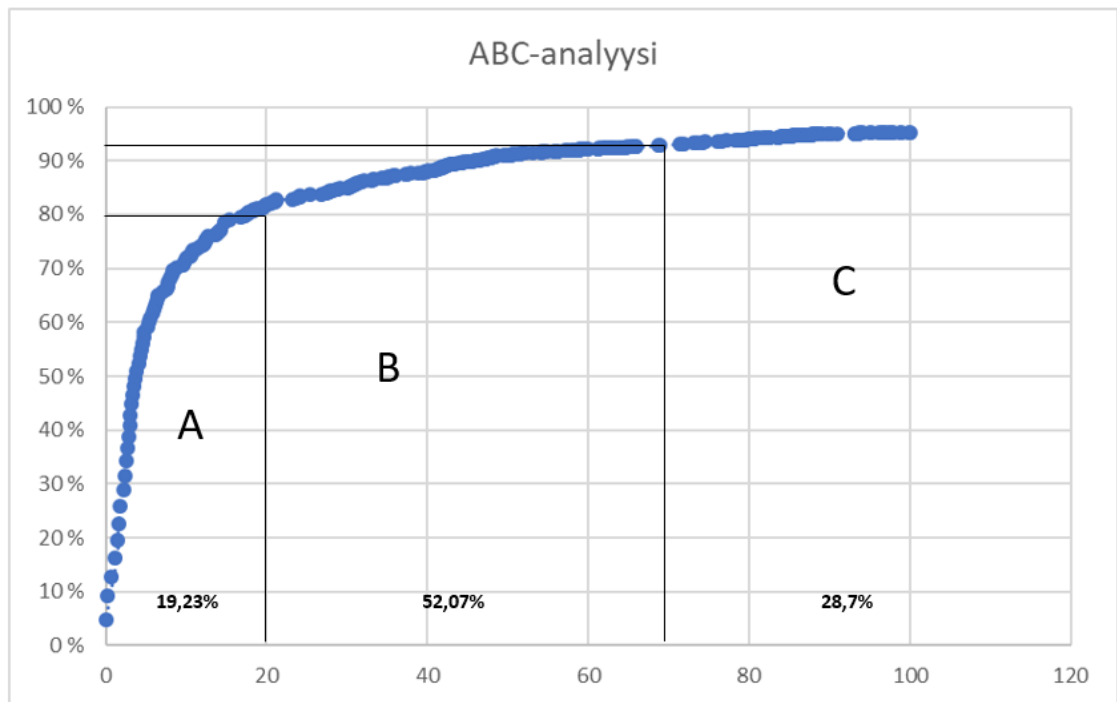


**Kuva 12.** Teorian soveltamisen eteneminen

Kuten kuvassa 12 on kuvattu, kehitysprosessi alkaa C-osien erottelamisesta muista osista. Sen jälkeen kategorisoidaan nimikkeet, huomioidaan niiden erityistarpeet ja -piirteet. Sitten valitaan ohjaustapa tai -tavat, joilla saavutetaan tavoitteet. Ohjaustavan valintaan liittyy oleellisesti myös tehtaasta johtuvat rajoitteet. Ne huomioiden valitaan erilaisista varastointijärjestelmistä parhain vaihtoehto. Lopuksi määritetään toimintatavat, jotta systeemi toimisi reaali-ilanteissa.

### 5.1 ABC-analyysi

Leguan Lifts Oy:n Neo-mallin osille tehtiin ABC-analyysi, jotta voitiin jakaa osat luokkiin. Tämä helpotti niiden kehittämistä. Leguan Lifts Oy:llä määritettiin, että koko koneen kaikkien komponenttien yhteenlasketusta arvosta A-osat muodostivat 80 % kustannuksista ja olivat määrällisesti 20 % koneen osista, B-osat 13 % kustannuksista ja olivat 50 % osista ja C-osat 7 % kustannuksista ja olivat 30 % osista.



**Kuva 13.** ABC-analyysi, jossa Y-akseli on Neon osien kumulatiivinen rahamääräinen kertymä jaettuna kokonaishinnalla ja X-akseli on osien määrällinen kertymä jaettuna kokonaismäärällä.

Kuvassa 13 olevat prosenttiosuudet määräytyivät karkeasti nimikkeiden tarpeiden ja fyysisten ominaisuuksien mukaan. Leguan Lifts Oy:llä on paljon suuria komponentteja, jolloin ajaudutaan pienellä puskurilla toimivaan tilausohjautuvuuteen. Jotain komponentteja joudutaan erikoisohjaamaan, koska ne ovat niin sanottuja pullonkaulahankintoja. B-osien suurta määrää selittää se, että henkilönostimia menee myös jonkin verran erikoisväreillä. Tällöin C-osiksi jätetään vain kaikkiin aina menevät samanlaiset komponentit. Niiden määrä on todellisuudessa suurempi, koska analyysistä jätettiin kaikki kaupintavarastokomponentit pois. Jäljelle jääneiden C-osien yhteismäärä oli 94 nimikettä.

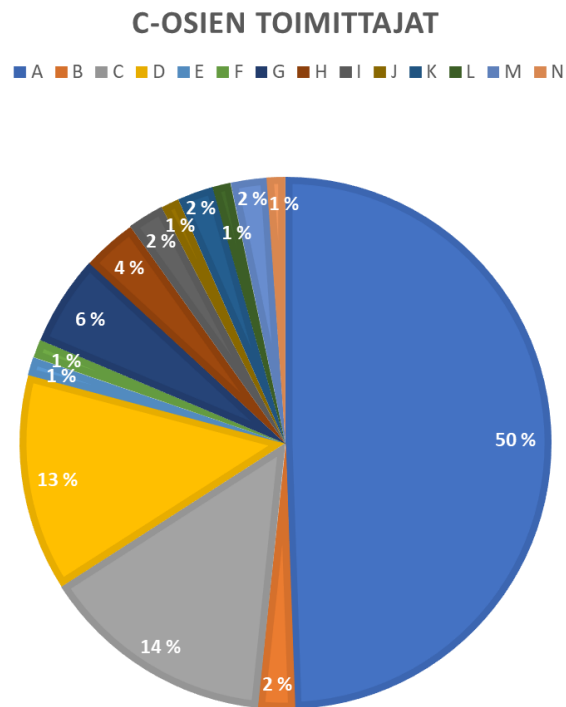
## 5.2 C-osien kategorisointi

C-osien joukkoon mahtuu hyvinkin erityyppisiä osia, joten niiden ominaisuuksia ja tarpeita on hyvä selvittää. Relevantteja ominaisuuksia on paino, koko, tyyppi, valmistusmenetelmä ja toimittaja. Kategorisointi tehdään, koska pelkkä arvo tuotteen hinnasta ei takaa sitä, että osat olisivat samanlaisia. On hyvä tunnistaa eroavaisuudet jo



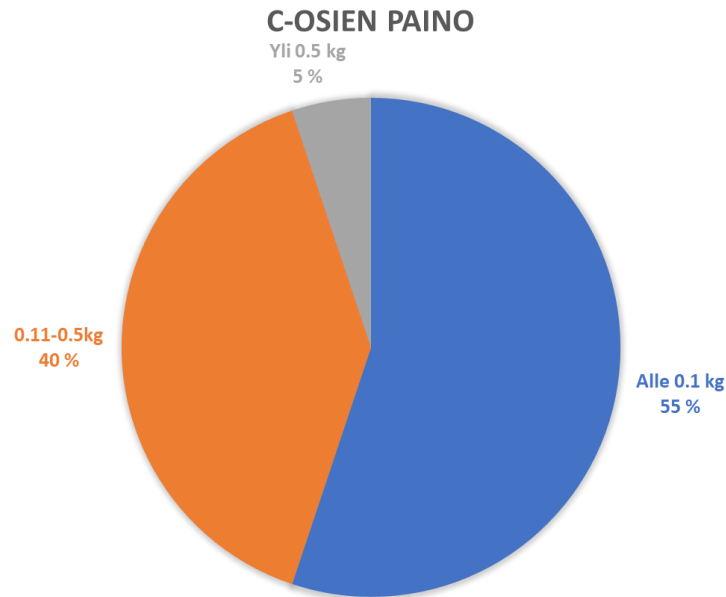
tässä

vaiheessa.



**Kuva 14.** C-osien toimittajat.

Kuvasta 14 näemme, että puolet C-nimikkeistä on laserleikattuja osia. Huomioitavaa näissä komponenteissa on, että ne lähetetään sinkittäväksi saapumisen jälkeen. Osa nimikkeistä vie lisäksi enemmän tilaa, koska ne on kantattu vaikeaan muotoon. Seuraavaksi suurimman joukon muodostavat erilaiset sähkökomponentit. Ominaista niille on epäkuranttiusriski, joka johtuu hapettumisesta ja hapertumisesta. Erityisen oleellista on huomioida, että nämä kuluvat FIFO-menetelmän mukaisesti. FIFO (First in first out) tarkoittaa sitä, että vanhimmat käytetään ensin. Sähkökomponenttien positiivinen puoli on se, että ne pakkautuvat tiiviisti paitsi kotelot. Viimeisen suuren joukon muodostavat tarrat, joille on ominaista suuri epäkuranttiusriski, koska ne helposti vääntyvät, repeävät tai likaantuvat. Suurin osa niistä on lisäksi isokokoisia, jolloin niitä ei voi säilyttää ottolaatikossa. Nämä kolme ryhmää muodostavat n. 80 % kaikista komponenteista. Oleellista on ymmärtää, että eri luokan komponenteissa vaikuttaa eri lainalaisuudet.



**Kuva 15.** C-osien paino.

Kuten kuvasta 15 näemme melkein kaikki C-osat painavat alle 500 g. Yli 500 g painavista osista painavin oli kuitenkin vain 700 g, jolloin ne voidaan käsitellä muiden kanssa. Työterveyslaitos on suositellut, että raskain paino mitä täysi-ikäiset miehet saavat nostaa on 25 kg (TTL, 2001). Paino rajoittaa osien määrää nostettavissa laatikoissa. Alle 100 g kappaleita saa olla laatikossa 250 kappaletta ja alle 500 g painavia 50 kappaletta. Hyllyssä kiinteänä olevissa laatikoissa kappaleita nostetaan yksitellen, jolloin C-osilla ei muodostu ongelmaa.

### 5.3 Tilauskustannukset ja tilauskoko

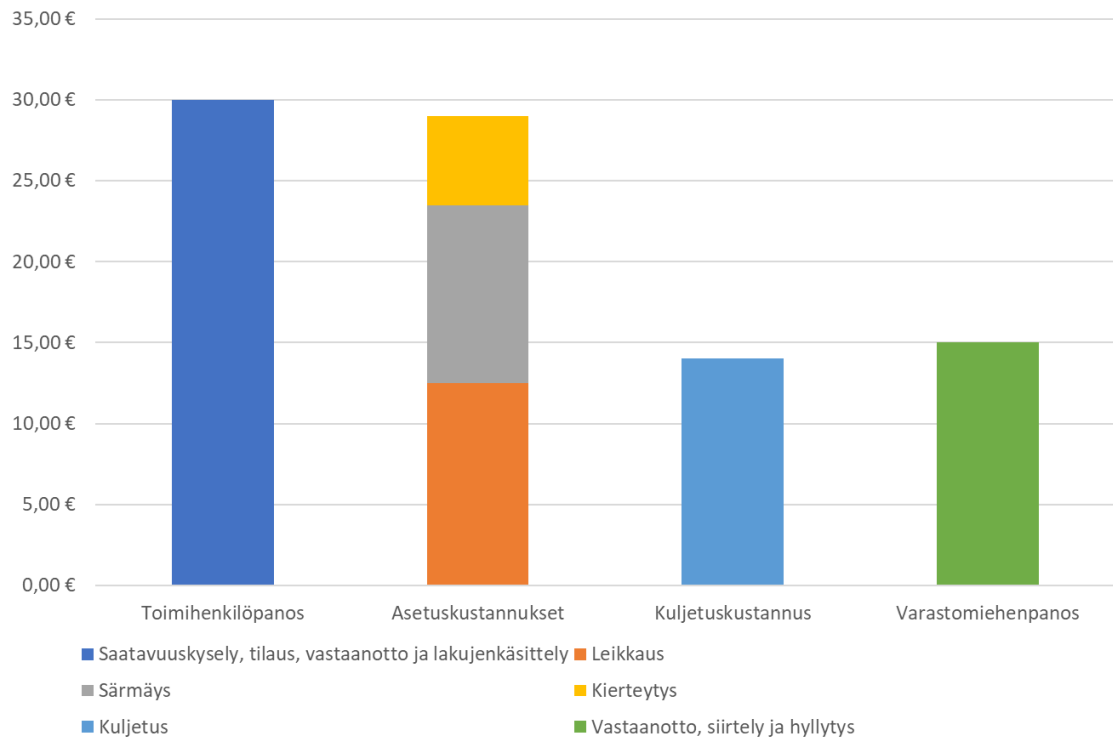
Toimistotyötunteja yhteen tilaukseen kuluu 15-30 min. Ne muodostuvat mahdollisesta saatavuuskyselystä, tilauksesta, vastaanottokäsittelystä ja laskujen käsittelystä. Yritykselle toimihenkilö maksaa n. 60 €/h, jolloin tilauksen hoitaminen Leguan Lifts Oy:ssä maksaa 15-30 €.

Varastomiehen työtunteja nimikkeisiin kuluu hyvin vaihtelevasti. Mitä isompi nimike on, sitä enemmän siirtelyyn kuluu aikaa. Nimikeihin käytettävä työpanos vaihtelee sen mukaan pitääkö ne sinkitä tai maalata. Sinkittävät komponentit nostetaan ensin autosta (5 min), minkä jälkeen ne yksitellen asetellaan sinkittämiseen menevään kuljetuslaatikkoon (5 min) ja nostetaan taas autoon (5 min). Sinkityt osat nostetaan pois autosta (5 min), kun ne saapuvat ja sen jälkeen komponentit hyllytetään (5 min). Sinkittäviin komponentteihin kuluu 20 minuuttia varastomiehen työaika. Maalattavat

komponentit ovat usein A- tai B-osia ja kooltaan isoja. Komponentit nostetaan ensin autosta (5 min). Sitten nostetaan maalausautoon (5 min). Maalatut komponentit nostetaan maalausautosta (5 min) ja viedään hyllyyn (5 min). Tarpeen mukaan nostetaan hyllystä tuotantoon (5 min). Maalattaviin komponentteihin kuluu myös 20 minuuttia työaikaa. Varastomiehen 20 minuutin työ maksaa noin 15 euroa, koska varastomiehen tuntiveloitus on 43 euroa.

Case-esimerkkinä on Neo:n C-osien suurimman toimittajan asetuskustannukset. Toimittaja tekee Leguan Lifts Oy:lle leikkuukomponentteja, joiden työvaiheet ovat nimikkeen mukaan leikkaus, särmäys ja kierteytys. Laserleikkauksessa asetuskustannukset muodostuvat levyjen tuonnista ja piirustuksen asettamisesta koneelle, mihin kuluu aikaa 10-15 minuuttia. Kustannukset jakautuvat useammalle nimikkeelle, jos ne leikataan saman paksuisesta levystä. Mahdollisen särmäyksen asetuksiin menee aikaa noin 10 minuuttia. Asetuskustannukset jakautuvat useammalle nimikkeelle, joilla on samat asetukset. Kierteityksen asetusaika on noin 5 minuuttia, joka myös jakautuu useamman nimikkeen kesken, joilla on samat kierteet. Satunnaisesti lisäkustannuksia muodostuu leikkuureitti dfx-kuvien siivouksesta. Tuntiveloitus riippuu käytettävästä koneesta. Laserilla asetuskustannukset ovat 50 euroa, kun taas porakoneella ja särmillä 65 e. Asetuskustannukset ovat nimikkeelle, joka leikataan, särmätään ja kierteytetään, 26-29 €. (Haapala 2020)

Kuljetuskustannukset vaihtelevat paljon kuljetettavan matkan, kuljetustavan, painon ja koon mukaan. Esimerkkinä 7 kg painavan leikeosapaketin 180 km kuljetus maksoi 14 €.



**Kuva 16.** Tilauksen kustannukset

Lasketaan taloudellinen tilauserä koko kaavalla 1. Kuvasta 16 näemme, että tilauksen kustannukset yhdelle tilaukselle on 70-88 €, vuosikysyntä 60 konetta ja halvimman Neon leikkuukomponentin hinta on 0,81 €/kpl. Varastointikustannus on minimaalinen tällaiselle komponentille, jolloin se arvioidaan yhdeksi euroksi.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * 60 \text{ €} * 88 \text{ €}}{0,81 \text{ €/kpl}}} \approx 114 \text{ kpl}$$

Tilauserä koko on suuri, mutta tämän tyypisees pieneen komponenttiin ei kannata kustannusten kannalta käyttää paljon aikaa per kappale. Kaavalla 3 lasketaan tilausväli

$$\text{Tilausväli} = \frac{114 \text{ kpl}}{60 \frac{\text{kpl}}{\text{vuosi}}} \approx 2 \text{ vuotta.}$$

Tuloksen mukaan pitäisi tilata kyseistä nimikettä kahden vuoden tarpeisiin. Tällaisen sinkityn leikeosan epäkuranttiusriski on pieni. Kappalemäärä mahtuu yhteen tai kahteen laatikkoon. Suuren epäkuranttiusriskin omaavia komponentteja kannattaa tilata tiuhemmalla tilausvälillä. Lasketaan varmuusvaraston koko kaavalla 7

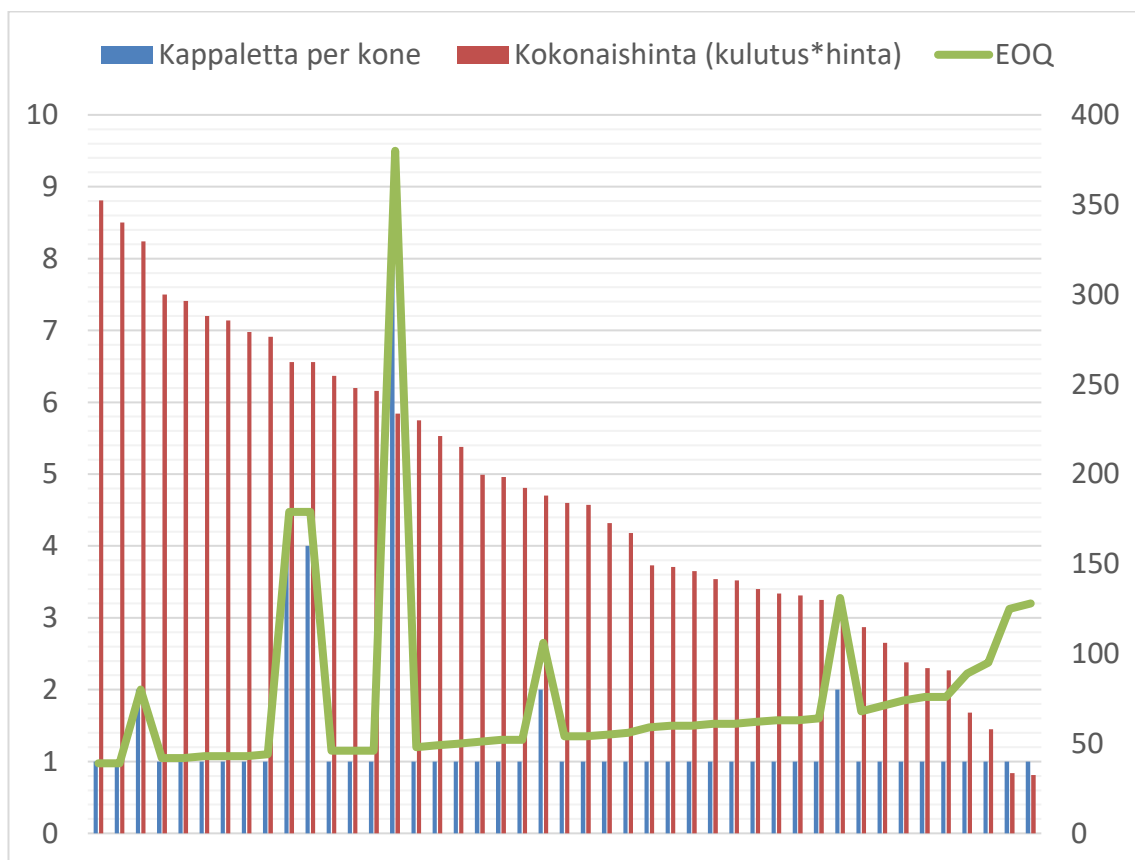
$$B = 2,33 * 0,786 * \sqrt{1} \approx 2$$

Toimitusaika kyseiselle komponentille on yksi viikko. Kulutuksen standardipoikkeama on 0,786. Kuvasta 10 valittiin varmuudeksi 99 %, jolloin varmuuskertoimen arvo on 2,33.

Varmuusvarasto on 2 kappaletta. Tilausvälin ollessa kaksi vuotta on sillä jo varmistettu riittävyys kysynnän vaihteluihin. Lasketaan kaavalla 4 varaston keskimääräinen arvo.

$$CC = \frac{114 \text{ kpl}}{2} * 0,81 \frac{\text{€}}{\text{kpl}} \approx 46 \text{ €}$$

Pääomaa toimituserä sitoo keskimäärin 46 €. Ongelmia ei muodostu Leguan Lifts Oy:ssä. Ongelmaksi voi muodostua toimittajan kapasiteetin epätasainen kuormitus, jos kaikki osat tilataan samana päivänä. Jos käsitellään vain C-luokan osia, tällaista ongelmaa tuskin syntyy. Tilauksien porrastuksella pystytään tasoittamaan toimittajan kapasiteetin tarvetta.



**Kuva 17.** Leikkuuosien taloudellinen eräkoko

Kun kaikille leikkuukomponenttitoimittajalta tuleville C-osille lasketaan EOQ, huomataan tilauserien vaihtelevan 40-380 kappaleen välillä kuten kuvasta 17 näemme. Oleellista on huomioida jatkossa eri nimikkeiden hyvin eri pituinen kierto.

## 5.4 C-osien ohjaustavan valinta

C-osien kohdalla halutaan käyttää mahdollisimman vähän resursseja, jolloin tilausohjautuvat systeemit karsiutuvat pois. Halutaan olla varmoja siitä, että osia on aina hyllyssä. Varasto-ohjautuvajärjestelmä sopii näille osille parhaiten, koska jatkuvasti ei

seurata määriä vaan vain tasoja. Viikkotäytöt ovat käytössä kaupintavarastoissa, mutta säännöttömän toimitusrutiinin varastoissa toimii imuohjaus. Imuohjautuista tasoseuratuista systeemeistä Kanban on ehdottomasti käytetyin.

Kaksilaatikkosysteemi olisi hyvä ja toimiva vaihtoehto C-osien seuraamiseen. Ongelmana on, että laatikkosysteemit toimivat parhaiten läpivirtaushyllyissä ja tehtaalla kaikki pientavarahyllyt ovat seinää vasten. Vaihtoehto on, että hyllyjä otetaan seinästä irti sen verran, että sinne mahtuu täydentämään. Ongelmaksi siinä muodostuu se, että Leguan Lifs Oy:llä käytetään pylväsnostureita. Hyllyjä siirtäessä tuotantotila pienenee.

Läpivirtaushyllyä voi myös täyttää edestä, koska C-osien täydennyssykli on pitkä. Hyllyttäjä joutuu nostamaan ensin edessä olevan vaillinaisen laatikon pois ja lisäämään täyden laatikon taakse.

Kaksilaatikkosysteemiä voi käyttää myös niin, että hyllyssä on kaksi vierekkäistä paikkaa samalle nimikkeelle, jolloin ensin käytetään esimerkiksi vasemmanpuoleinen tai ylempi laatikko tyhjäksi. Tyhjennetyssä laatikossa käännetään lappu tai viedään Kanban-kortti ostoihin. Ongelmaksi tässä muodostuu se, jos asentaja ei noudata kulutusjärjestystä ja systeemi menee sekaisin.

Vaihtoehtona on linjan siirtäminen keskelle pitkää hallia, jolloin kaikki materiaalivirrat paranevat ja kokoonpanossa komponentit ovat kompaktimmin. Ongelmana tässä on se, että on tehtävä isoja investointeja nostureihin. Pelkästään C-osien takia ei tällaista muutosta kannata tehdä, mutta muutos hyödyttäisi kaikkien komponenttien virtausta kokoonpanoon.

Laatikkosysteemin yksi sovellus on sellainen, että toista standardilaatikkoa säilytetään tuotannossa ja toista samanlaista ”keskusvarastossa”. Laatikon tyhjentyessä se asetetaan tiettyyn paikkaan, josta hyllyttäjä sen ottaa, ilmoittaa tyhjentyemisestä, vie täyden laatikon tyhjän tilalle ja kuljettaa tyhjän ”keskusvarastoon”. Aina, kun osia saapuu hyllyttäjä täyttää oikean määrän varastolaatikkoihin. Tämän systeemin heikkoutena on mahdollisuus virheille, jotka sekoittavat systeemin. Virheitä ovat esimerkiksi laatikoiden hukkuminen ja laatikoiden ylitäyttö.

Vaihtoehto on yhdenlaatikon hälytysrajasysteemi. Kun tavaran määrä vähenee laatikossa olevan viivan tai muun hälytysrajana toimivan merkin alapuolelle, tehdään tilaus. Ongelmana on se, ettei se toimi kuin tiiviisti pakkautuville komponenteille. Joistain komponenteista on hyvin vaikea silmämääräisesti arvioida, kuinka paljon niitä on kulunut.

## 5.5 Varastoinnin vaihtoehdot

Kaksilaatikkosysteemissä investointikustannuksia tuovat toiset laatikot ja hyllyt, jossa niitä säilytetään. Trestonin laatikot, joita Leguan Lifts Oy:llä jo käytetään maksavat 5,37 €/kpl. Toisien laatikoiden ostaminen tulisi maksamaan 504,78 €. Laatikoiden säilyttämistä varten pitäisi rakentaa keskitetty hyllykkö. Sen voi toteuttaa asettamalla varastolaatikot käsin nostokorkeudelle tai määrittämällä hyllyjen laatikoille tietty trukkilavapaikka. Trukilla voi nostaa korkeammallakin olevat osat. Jälkimmäisen vaihtoehdon vahvuus on se, että hallin korkeus saadaan tehokkaampaan käyttöön. Silloin vain varastomies voi hakea täydennyksiä nimikkeen loppuessa.



**Kuva 18.** Trestonin läpivirtaushylly (Intolog 2020).

Jos toteutettaisiin vaihtoehto, jossa kaksilaatikkosysteemi toimii läpivirtaushyllyllä, oleellisinta on hyllyn mahdollisimman pieni syvyys. Kuvan 18 mukainen hylly on hyvä vaihtoehto kaksilaatikkosysteemin toteuttamiseen, koska sen syvyys on 825 mm. Sen hinta on 667,12 €/kpl, jolloin C-osille hyllyjen kokonaiskustannukseksi tulee 2668,48 € (Intolog 2020). Hyllyn taakse on jätettävä pieni käytävä. Jos hyllyssä on renkaat, käytävää ei tarvitse jättää. Hyllyn siirtely saattaa olla raskasta varsinkin, jos lattialla on sinne kuulumattomia kappaleita, jotka jäävät renkaan väliin.



**Kuva 19.** Trestonin hylly (Intolog 2020).

Kuvan 19 hyllyllä vierekkäisen paikan kaksilaatikkosysteemissä tarvitsee ostaa lisää hyllyjä, joiden hinta on 570 € kappaleelta laatikoiden kanssa (Intolog 2020). Siihen mahtuu kolmekymmentä laatikkoa ja tarve on neljä hyllyä. Niiden hinta on 2280 € (Intolog 2020).

## 5.6 Seuraavat askeleet

Ensimmäinen askel on käydä kaikki toimittajat läpi, tutkia heiltä hankittavien komponenttien tarpeet esimerkiksi epäkuranttiusriski. Keskustella asetuskustannuksista ja muista rajoittavista tekijöistä esimerkiksi toimitusaika ja pakkauskoko. Tämän jälkeen määritetään helpoille nimikkeille taloudellinen tilauserä koko aiemmin käsitteilytellyn levyleikkuufirma esimerkin tavoin. Tarkastellaan eräkojen toimivuutta ja tehdään tarvittavat muutokset. Vaikka nimikettä kuluisi vähän, se ei tarkoita sitä, että sitä pitäisi tilata pienissä erissä. Volyymin kasvaessa ei enää pysty korjaamaan puutetilanteita kiiretilauksilla. Kiiretilauksista aiheutuu aina ylimääräisiä kustannuksia ja pahimmillaan pysäyttää kokoonpanon. On oleellista tutkia tilattavia määriä.

Toinen askel on ohjaustavalla C-osien saatavuuden varmistaminen. On tehokkaampaa, jos C-osia ei seurata määrällisesti millään tietokoneohjelmalla vaan niiden tasoja esim. laatikkotasolla tai nipputasolla. Pienissä komponenteissa on aina suurempi riski katoamiseen, jolloin saatetaan seurata väärää määrää tarkasti. Lisäksi arvoltaan merkityksettömien komponenttien seuraamiseen ei kannata käyttää liikaa resursseja. Oleellista on vain, että niitä on aina saatavilla. Kaksilaatikkosysteemissä seurataan määriä tasoittain, jolloin se helpottaa ostajien toimintaa. Erityisen toimivaksi siitä tekee



se, että Leguan Lifts Oy:llä on jo valmiiksi kehitetty mobiiliapplikaatio, jolla pystytään lukemaan nimikekortteja. Asentaja lukee laatikon tyhjentyessä viivakoodin, joka lähtee ostajalle. Hyllypaikkatieto menee myös toimittajalle ja se vaaditaan toimituksen mukaan. Asentaja asettaa tyhjän laatikon täyden taakse ja kääntää lapun tilattu asentoon. Kenenkään ei tarvitse kävellä mihinkään ja lapun hukkumisen riski on minimaalinen. Kun tilauskoot määritetään suuremmiksi, hyllytys tapahtuu harvemmin. Silloin ei ole merkitystä joutuuko hyllyttäjä nostamaan edessä olevan laatikon, että pääsee täyttämään takana olevan. Kaksilaatikkosysteemin voi toteuttaa myös muullakin tapaa, mutta tämä on yksinkertaisin ja siten varmin.

Kolmas askel on varastomiehen toiminnan helpottaminen. Toimitusten mukana tulee hyllypaikka tieto mihin nimikettä kuuluu viedä ja kuinka paljon, jos nimikettä kuluu monessa eri paikassa. Eri paikkoihin menevät määrät erotellaan toimittajalla valmiiksi pusseihin tai vastaaviin. Näin varmistetaan se, että tavara menee sinne mihin se on suunniteltu.

Neljäs askel on erityistapausten huomiointi. Esimerkiksi logiikkakaapelit tulevat valmiiksi sopivan kokoisissa laatikoissa. Ei ole kannattavaa alkaa niitä sieltä repimään, vaan toteuttaa ne omanlaisenaan monilaatikkosysteeminä. Hyllyssä on viivakoodi ja laatikon tyhjennyttyä asentaja laittaa impulssin menemään ostajalle. Ostaja voi tehdä laatikko kerralla tilauksen tai tietyn määrän impulsseja saavuttua tekee tilauksen. Tarrat ovat suurin erikoistarkastelua tarvitseva ryhmä C-osien joukossa. Niillä ohjaus voi tapahtua niin, että jokaisen tilatun nipun lopussa on viivakoodin omaava kortti. Kun nippu tyhjenee, viivakoodi tulee näkyviin ja asentaja laittaa impulssin liikkeelle ostajalle. Tietenkin on olemassa muitakin erityistapauksia, jotka kukin on käytävä tapauskohtaisesti lävitse.

Luvuilla pystytään esittämään eri tilaussykliä erot kustannuksissa, mutta kokonaisvaikutuksen säästöjä on vaikeampi esittää. Säästöjä tulee toimihenkilöpanoksen vähentyessä, kun kiire ja normaalit tilausten määrät vähenevät. Karkeasti nimikkeen loputtua 1-4 asentajaa tulee siitä ilmoittamaan, varastomies ja ostaja selvittävät onko nimikettä joissain. Tämä kaika on pois arvoa tuottavammalta tekemiseltä. Ehdotuksesta syntyy kustannuksia toimihenkilöpanoksen ja hyllysystemin muodossa. Toimihenkilökustannuksia syntyy eräkokojen selvittelystä ja yhteistyön tiivistämisestä toimittajan kanssa. Hyllysystemin kokonaiskustannus on esitettyä suurempi, koska ohjaustavan muutos todennäköisesti tehtäisiin kaikkien koneiden nimikkeille. Kummatkin kustannustyyppit ovat kertaluontoisia.

## 6. YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli selvittää mistä ostojen kokonaiskustannukset muodostuvat ja miten voitaisiin parantaa Leguan Lifts Oy:n ostotoimintaa siten, että C-osia on aina käytettävissä tuotannossa. Ostojen kokonaiskustannukset muodostuvat toimihenkilöpanoksesta, kuljetuskustannuksista, varastointikustannuksista ja asetuskustannuksista. Niiden välillä tasapainottelu on haastavaa, mutta taloudellisen tilaukseen kaavalla saadaan pelkistetty vastaus siitä mikä olisi optimaalinen tilauserä. Tilauserään vaikuttavia tekijöitä on paljon muitakin kuten toimitusaika, toimittajan neuvotteluvoima ja pakkauskoot.

Kandityössä oli esimerkkinä leikkuuosatoimittaja, josta selvisi, että halpoja osia kannattaa tilata suurissa erissä ja saman paksuiset leikkuut kannattaa laittaa samaan tilaukseen. Kokonaiskustannusten kannalta on järkevää tilata vähän tilaa vievät pienen epäkuranttiusriskin omaavat nimikkeet suuremmissa erissä. Näiden kiertonopeus voi olla jopa kaksi vuotta. Ostoprosessia pystytään optimoimaan paremmin, kun tunnetaan kustannukset omassa ja toimittajan päässä. Kustannuksia syntyy tilaajan päässä esimerkiksi tilausimpulssin tunnistamisesta, tilauksesta ja vastaanotettavan tavaran käsittelystä. Toimittajalla kustannuksia syntyy erilaisista asetuskustannuksista. Toimittajan toiminnan tunteminen parantaisi huomattavasti omaa toimintaa.

Lisäksi työssä tarkasteltiin erilaisia ohjaustapoja, joilla käsittelyt vähenisivät ja saatavuus paranisi. Nykyinen ottolaatikkotavaroiden ohjaussysteemi ei ole optimaalinen, koska siinä on loppumisen riski ja vaatii asentajilta oma-aloitteisuutta sekä ostajalta selvittelemistä. Kiiretilauksilla pystytään kuitenkin korjaamaan puutetilanteet. Tämä aiheuttaa tuotannon keskeytymisen ja epästabilisuuden sekä turhia lisäkustannuksia. Epäharmooninen tuotantoprosessi ei ole toimiva volyymin kasvaessa. Tilannetta helpottaisi taloudellisten tilauseräkoon tutkimista kaikilla C-osilla. Isommilla erillä tilaussykli olisi pidempi, jolloin osat loppuvat harvemmin. Kaksilaatikkosysteemi olisi järkevintä ottaa käyttöön volyymin kasvaessa, ettei muutaman euron komponentin aiheuta kokoonpanon pysäytyksiä.

## LÄHTEET:

- Dani, S. (2020). Strategic supply chain management: creating competitive advantage and value through effective leadership. London: Kogan Page.
- Fonecta (2020). Taloustiedot Leguan Lifts Oy. Saatavissa (5.3.2020): <https://www.finder.fi/Nosturit+ja+nostolaitteet/Leguan+Lifts+Oy/YI%C3%B6j%C3%A4rv/i/yhteystiedot/137178>
- Haapala, J. (2020). Asiantuntija haastattelu.
- Huuhka, T. (2017). Tehokkaan hankinnan työkalut. 2. uudistettu painos. Helsinki: BoD - Books on Demand.
- Intolog. (2020) Hinnasto. Saatavissa (5.4.2020): <https://www.intolog.fi/>
- Kaasalainen, N. (2020). Asiantuntija haastattelu.
- Lapinleimu, I. (2001). Ideaalitehdas: tehtaan suunnittelun teorian kiteytys. 2. hiukan korj. p. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu.
- Leenders, M. R. (2006). Purchasing and supply management: with 50 supply chain cases. 13th ed. New York, N.Y: McGraw-Hill.
- Lockyer, K. Muhlemann, A. & Oakland, J. (1988). Production and Operations Management. London: Pitman.
- Mäkinen, A. (2017). Kaksilaatikkojärjestelmän kehittäminen. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu.
- Ritvanen, V. & Koivisto, E. (2007). Logistiikka PK-yrityksissä: hankinta kilpailutekijänä. Porvoo: WSOY Oppimateriaalit.
- Sakki, J. (2014). Tilaus-toimitusketjun hallinta: digitalisoitumisen haasteet. 8. uudistettu painos. Vantaa: Jouni Sakki Oy.
- Soronen, O. (1999). Massaräätälöinti asiakasmyötäisessä tuotannossa. Helsinki: MET.
- Stevenson, W. J. (2018). Operations management. 13th edition. New York, NY: McGraw Hill.
- Tikka, J. (2016) Logistiikan perusteet. Helsinki, Suomi: BoD - Books on Demand.
- Työterveyslaitos. (2001). Työpaikan ergonomian tarkastusohje. <https://www.ttl.fi/>