

Opinnäytetyö (AMK)

Tekniikka ja liikenne

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Kevät 2015

Paula Ojala

# KOKOONPANON KERÄILYPROSESSIN TEHOSTAMINEN

– HögforsValves



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Paula Ojala

## KOKOONPANON KERÄILYPROSESSIN TEHOSTAMINEN

Opinnäytetyö tehtiin Högfors Oy:lle, joka on suomalainen pääasiassa venttiilien valmistamiseen, myyntiin ja markkinointiin keskittyvä yritys. Työ toteutettiin Högfors Oy:n Salon toimipisteessä. Työn tavoitteena oli kehittää tuotannon kokoonpanolinjan keräilyprosessia. Keräilyprosessia oli tarkoitus kehittää lyhentämällä keräilyn suoritusajkoja. Työn lähtökohtana oli tyytymättömyys vuonna 2010 hankitun Tornado-varastoautomaatin suorituskykyyn, sillä varastoautomaatin paletin noutoajat olivat odotettua pidempiä. Varastoautomaattiin on varastoitu suurin osa tuotannon kokoonpanoprosessissa käytettävistä nimikkeistä. Tämän työn tavoite oli tarkoitus saavuttaa järjestelemällä uudelleen varastoautomaatissa olevat nimikkeet. Varastoautomaatin kehittämisen lisäksi oli tarkoitus tutkia muut varastojärjestelmän osat ja kehittää niiden osalta tapahtuvaa keräilyä.

Työn tekeminen aloitettiin perehtymällä työn aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen, josta muodostettiin pohja työn suunnittelulle. Työssä perehdyttiin Lean-ajatteluun sekä materiaalin ohjaukseen ja varastohallintaan. Ennen suunnitelman laatimista oli perehdyttävä Högforsin tuotannon toimintaan, varastoautomaattiin ja uudelleen sijoiteltaviin nimikkeisiin sekä kartoittaa työn lähtötilanne. Varastoautomaatin lähtötilanne arvioitiin mittaamalla sen hetkisen keräilyprosessin suoritusajkoja. Suunnitelma nimikkeiden uudelleen sijoittelusta tehtiin kirjallisuuskatsauksen ja lähtötilanneselvityksen pohjalta.

Työn toteutus aloitettiin tyhjentämällä varastoautomaatti ja jakamalla nimikkeet ryhmiin, joiden mukaan ne varastoidaan. Tämän jälkeen ryhmät sijoitettiin yksitellen varastoautomaatin paleteille suunnitelman mukaisessa järjestyksessä. Nimikkeiden sijoittamisen aikana tehtiin tarvittavat muutokset varastoautomaatin tietojärjestelmään. Myös noutokäskyn lähettämistä varastoautomaattiin muutettiin yksikertaisemmaksi. Lopputulos oli onnistunut ja tavoitteisiin päästiin. Kokoonpanon keräilyprosessin suoritusajat pienenevät noin 50 prosenttia. Uudistuksen johdosta keräilyprosessi voidaan nyt suorittaa kustannustehokkaammin ja mahdollisimman vähillä virheillä.

### ASIASANAT:

materiaalinkäsittely, keräily, varastointi, nimikesijoittelu

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Industrial Management

2015 | 61 pages

Rauni Jaskari

Paula Ojala

## OPTIMIZATION OF PICKING PROCESS IN PRODUCTION ASSEMBLY LINE

This thesis was made for Högfors Ltd which is a Finnish company that concentrates on manufacturing, selling and marketing of valves. The thesis was implemented in Högfors Ltd.'s factory in Salo. The aim of the thesis was to increase the performance of the picking process in the production assembly line. Picking process was meant to be developed by shortening the cycle times of the picking operation. Topic of the thesis was found because of the dissatisfaction towards their storage carousel, Tornado, which was bought on 2010. The performance of this system wasn't as good as it was supposed to be, because the storage pallet pick-up times were longer than expected. The automated storage system holds majority of the SKUs used in production assembly process. The aim of this project was intended to be achieved by rearranging the SKU's stored in the automated storage. In addition to the development of the automated storage system it was also intended to explore the other parts of the storage and to develop the picking process for those as well.

Thesis work was started by studying the relevant literature related to this project, which formed the base for the planning work. The main topics of the literature review were lean thinking, material handling and inventory management. Before starting to develop the plan it was essential to get familiar with Högfors Ltd.'s operations in production, their automated storage system, the SKU's about to be rearranged and to define the starting situation of the project. The initial situation was assessed by measuring the current cycle times of the picking process and studying the measurements in order to define temporal proportions of the steps in the whole process. The plan on re-placement of SKU's was made on the basis of the literature review.

Implementation of the project began by emptying the automated storage and dividing the SKU's into groups according to the plan. Then the groups were placed one by one to the storage pallets by following the plan. The necessary changes to the Tornado's information system were made during the placement. Sending the pick-up command during picking process was also simplified. The results of this thesis were successful and the objectives were achieved. The execution times of the picking process decreased approximately 50 percent. Due to this revision the picking process can be carried out more cost-effectively and with fewer errors.

### KEYWORDS:

Material handling, picking, warehousing, warehouse slotting

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
1.1 Högfors Oy	7
1.2 Työn tavoite	8
1.3 Työn rajaus	9
1.4 Työn toteutus	9
<b>2 LEAN</b>	<b>10</b>
2.1 Lean-filosofia	10
2.2 Make-to-order-tuotantomuoto	11
2.3 Hukka	12
<b>3 MATERIAALINOHJAUS JA VARASTONHALLINTA</b>	<b>14</b>
3.1 Varastoinnin merkitys	14
3.2 Varastoinnin kustannukset	14
3.3 Varastoinnin kalusteet	16
3.4 Varaston toiminnot	19
3.4.1 Keräily	19
3.5 Nimikkeiden sijoittelu varastossa	21
3.5.1 Volume based storage	21
3.5.2 ABC-analyysi ja pareto-ajattelu	22
3.6 Teorian pohdintaa	22
<b>4 TYÖN LÄHTÖTILANNE</b>	<b>23</b>
4.1 Venttiilimallit ja sijoitettavat nimikkeet	23
4.2 Kokoonpanoprosessi	24
4.3 Tornado-varastoautomaatti	24
4.4 Lähtötilanteen arviointi	26
<b>5 TYÖN TOTEUTUS</b>	<b>29</b>
5.1 Nimikkeiden tietojen keräys ja luokittelu	29
5.2 Työn toteutussuunnitelman laatiminen	30
5.3 Nimikkeiden uudelleen sijoittaminen	32
5.4 Tornadon uudelleen ohjelmointi	35

5.5 Tornadon ulkopuolisten nimikkeiden sijoittelu	37
<b>6 TYÖN LOPPUTULOS JA ARVIOINTI</b>	<b>38</b>
<b>7 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>41</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>43</b>

## LIITTEET

- Liite 1. Venttiilimallien räjähdyskuvat ja osaluettelot
- Liite 2. Tornadon hissikartta
- Liite 3. Suunnitelman mukaiset venttiiliryhmät
- Liite 4. Tornadon palettien sisältämät nimikkeet

## KUVAT

Kuva 1. Vasemmalla Blue line -tuotteita ja Oikealla Silver line -tuotteita.	8
Kuva 2. Lean-ajattelun seitsemän hukkaa.	13
Kuva 3. Vasemmalla on vertikaalinen ja oikealla horisontaalinen karuselli.	17
Kuva 4. Nimikkeiden varastointi karuselliin.	18
Kuva 5. Vasemalla perinteinen paternoster ja oikealla hissiperiaatteella toimiva Tornado.	25
Kuva 6. Tornadon tyhjentäminen ja nimikkeiden jakaminen ryhmiin.	33
Kuva 7. Tornadon tietojärjestelmä.	36

## TAULUKOT

Taulukko 1. Keräilyn työvaiheiden osuudet sekunteina ja prosentteina.	27
Taulukko 2. Keräilyprosessin vaiheiden osuudet prosentteina.	39
Taulukko 3. Keräilyn suoritusaikojen lopputulokset sekunteina ja prosentteina.	40

## KÄYTETYT LYHENTEET

SKU	Stock keeping unit eli lyhenne varastoidulle nimikkeelle
VBS	Volume based storage eli volyymiin pohjautuva varasto
ASRS	Automated storage and retrieval system
MTO	Make-to-order eli tilausohjautuva tuotantomuoto

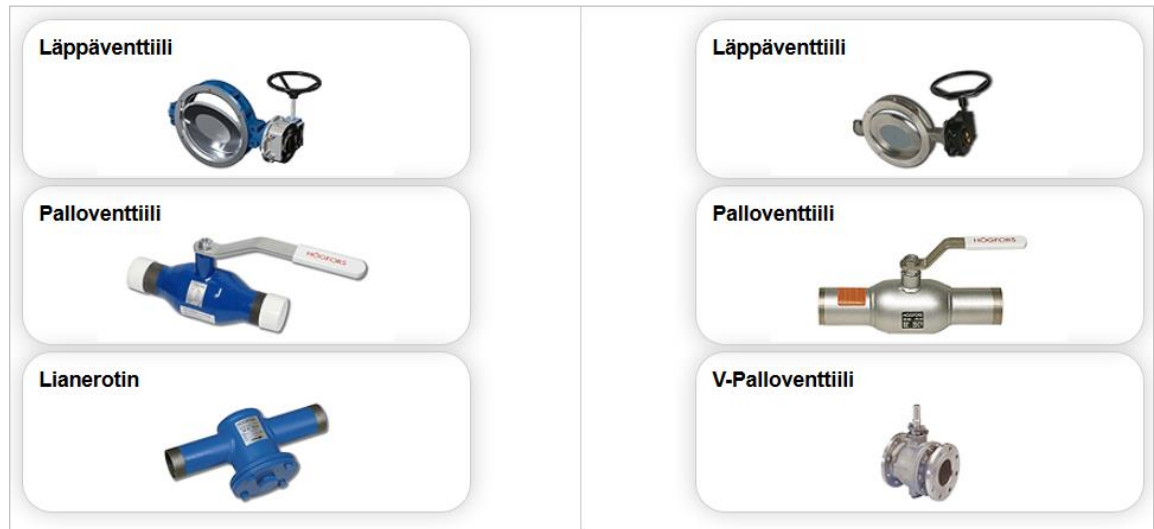
# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aihe ja kehityskohde löytyivät Högfors Oy:n tuotannon kokoonpanovaiheen keräilyprosessista. Kokoonpanon keräilyä ja varastointia tehostamaan oli hankittu varastoautomaatti, johon varastoitii kaikki kokoonpanossa tarvittavat pienkomponentit. Varastoautomaatti ei kuitenkaan ollut täyttänyt sen kaikkia odotuksia, ja syitä siihen haluttiin lähteä etsimään. Näin ollen aiheeksi muodostui kokoonpanon keräilyprosessin tutkiminen ja sen tehostaminen.

## 1.1 Högfors Oy

Högfors Oy on metalliteollisuuden yritys, joka on pääosin erikoistunut venttiilien suunnitteluun, valmistukseen ja markkinointiin. Högforsin toiminta alkoi vuonna 1927, ja yrityksen kilpailuetuna ovatkin pitkä historia, tekninen erikoisosaaminen sekä korkea laatu. Högforsilla on toimipiste Kiinassa, Pekingissä, jossa hoidetaan osa yrityksen myynnistä ja varastoinnista. Toinen toimipiste on Suomessa, Salossa, jossa sijaitsee yrityksen koko tuotanto sekä loput hallinnosta ja varastoinnista. Högfors Oy:n tärkeimmät asiakkaat sijaitsevat ulkomailla, ja tuotteista 80 prosenttia meneekin vientiin. Yrityksen tärkeimpiä vientimaita ovat Skandinavian ja Baltian maat, Venäjä sekä Kaukoidän maat. (HögforsValves 2015b.)

Högfors Oy:n tuotevalikoimaan sisältyy kaksi tuoteryhmää, jotka on suunniteltu erilaisiin käyttökohteisiin. Blue line -tuoteryhmän venttiilit on suunniteltu energiasektorin eri käyttöratkaisuihin ja Silver line -tuoteryhmän venttiilit on tarkoitettu käytettäväksi prosessiteollisuudessa. Kuvassa 1 on esitetty näiden kahden tuoteryhmän sisältämät tuotteet. (HögforsValves 2015a.)



Kuva 1. Vasemmalla Blue line -tuotteita ja Oikealla Silver line -tuotteita. (HögforsValves 2015a)

## 1.2 Työn tavoite

Tämän työn tavoitteena on tehostaa Högforsin venttiilien tuotantoprosessiin sisältyvän kokoonpanovaiheen keräilyä. Keräilyn tehostamisen tavoitteena taas on ajan säästäminen ja sitä kautta kustannusten vähentäminen. Keräilyä on tarkoitus tehostaa lyhentämällä keräilyprosessin suoritusajoja nykyistä lyhyemmiksi. Kokoonpanoprosessissa käytettävillä materiaaleilla on oma varastointijärjestelmä, joka on sijoitettu kokoonpano-osaston ympärille erilleen yrityksen muista varastoista. Jotkin nimikkeet on kuitenkin varastoitu eri puolille tehdasta, niiden varastointivaatimusten tai nimikkeen valmistusprosessin sijainnin mukaan. Kokoonpanon varastointijärjestelmän keskeisin osa on automaattivarasto, jossa sijaitsee suurin osa pienkomponenteista. Tornado-automaattivarasto on tämän työn pääasiallinen kehityskohde. Työn tarkoituksena on kartoittaa työn lähtökohdat ja tunnistaa keräilyprosessiin sisältyvä hukka. Saatujen tietojen pohjalta suunnitellaan sekä toteutetaan hukan poistaminen parhaiksi todetuilla menetelmillä.



### 1.3 Työn rajaus

Työn kehityskohteeksi on rajattu Salon yksikön tuotannon pienkomponenttien varastointijärjestelmä, johon sisältyy automaattivarasto ja muut kokoonpanolinjan käytössä olevat varastointiratkaisut. Työn halutaan keskittyvän erityisesti automaattivaraston käytön kehittämiseen, sillä valtaosa komponenteista on varastoitu sinne. Tähän rajaukseen päädyttiin, koska pienkomponenttien varastointiratkaisut eroavat suurempien komponenttien varastointiratkaisuista eikä niihin siksi välttämättä voida soveltaa menetelmiä, joihin tässä työssä päädytään. Lisäksi automaattivaraston toiminnan kehittäminen eroaa perinteisen varastojärjestelmän kehittämisestä, joten tämän työn tuloksia ei voida soveltaa muissa yrityksen varastoissa. Näin ollen ajateltiin olevan järkevämpää ja tehokkaampaa keskittyä yhdenlaisen varastointijärjestelmän kehittämiseen kerralla.

### 1.4 Työn toteutus

Työn toteutus aloitetaan tutustumalla työn aiheesta kertovaan kirjallisuuteen, jonka perusteella voidaan rakentaa työlle teoreettinen pohja. Pohjan avulla voidaan muodostaa näkemys projektin mahdollisesta toteutustavasta. Kirjallisuustutkimuksen jälkeen selvitetään keräilyn ja varaston toiminnan nykyinen tilanne, mikä toteutetaan haastattelemalla sekä seuraamalla työntekijöitä ja heidän toimintaansa. Varastoautomaatin nykyinen suorituskyky selvitetään mittauksilla, joista saadaan selville arvoa tuottavien ja arvoa tuottamattomien vaiheiden kestot. Selvittämällä nykytilanne voidaan määrittää tarkemmin työn tutkimus- ja kehityskohteet sekä suunnitella jatkossa käytettävät tutkimusmenetelmät. Keräilyprosessin tehostaminen on tarkoitus toteuttaa pääosin järjestelemällä uudelleen kokoonpanon käytössä olevan automaattivaraston sisältö, mutta myös muista kehitysvaihtoehtoista on tarkoitus ottaa selvää. Keinoja uuden järjestyksen suunnittelemiseen ja kehitysideoihin haetaan aiemmin muodostetusta teoriapohjasta.

## 2 LEAN

Högfors on soveltanut Lean-ajattelua omaan toimintaansa ja pyrkii kehittämään toimintojaan niin, että yritys onnistuisi olemaan mahdollisimman Lean. Myös tämän työn toteutuksen osalta toivottiin, että Leanin periaatteita otetaan huomioon. Näin ollen työn yhdeksi näkökulmaksi päätettiin valita Lean-filosofia. Tämä osio on rajattu yleiseen Lean-katselmukseen sekä niihin Lean-ajatuksiin, jotka liittyvät tämän työn toteutukseen.

### 2.1 Lean-filosofia

Lean-filosofia on kehitetty Toyotan tehtaassa Japanissa toisen maailman sodan jälkeen, jolloin maassa vallitsi valtava resurssipula. Tilanne ajoi Toyotan keskittymään toiminnassaan virtaustehokkuuteen ja asiakaslähtöisyyteen. Lean-filosofiasta kehittyikin prosessijohtamisen malli, joka perustuu hukun, eli kaiken arvoa tuottamattoman toiminnan, poistamisen avulla virtauksen maksimointiin. Leanin perimmäinen tavoite on läpimenoaikojen lyhentäminen ja tuottavuuden lisääminen. (Modig & Åhlström 2013, 70–74.)

Lean-ajattelun ammattilainen Jamie Flinchbaugh on muodostanut viisi avainkäsitettä, jotka olisi hyvä ottaa huomioon Leanin integroinnissa organisaation materiaalin ohjaukseen. Yksi niistä on *informaatiovyöryn välttäminen*. Nykyaikaisten välineiden ja järjestelmien avulla on mahdollista saada valtavia määriä reaaliaikaista informaatiota, jonka kerrotaan mahdollistavan nopeamman ja tehokkaamman reaktiovalmiuden. Todellisuudessa tehokkaiden päätösten tekemiseen tarvitaan kuitenkin vain muutama oleellinen informaatio. (Flinchbaugh 2005)

Toinen huomioitava käsite on *hukan (white space) eliminointi*. Teollisuuden kaikki prosessit sisältävät viisi osaa: jonotus, asetus, suorittaminen, odotus ja liikkuminen. Usein organisaatioissa keskitytään vain suorittamisen kehittämiseen, vaikka suurin osa hukasta sijaitsee neljässä muussa osassa. (Flinchbaugh 2005)

Se, että muistaa *suhteuttaa kaiken*, on myös oleellista Lean-ajattelussa. Organisaation ei ole kannattavaa investoida kalliisiin järjestelmiin ja laitteisiin saadakseen lisää toimintoja, jos toiminnot eivät tuota arvoa organisaation toiminnalle. Lean korostaakin luovuuden käyttämistä ennen pääomaa. (Flinchbaugh 2005)

On myös hyvä muistaa, että *yksi senttikin on kuljetusta*. Organisaatioissa voi usein kohdata ”viimeisen metrin ongelman”. Sillä tarkoitetaan, että esimerkiksi materiaalien pidemmät kuljetusmatkat on suunniteltu tehokkaiksi ja sujuviksi, mutta varaston puolella materiaaleja käsitellään turhaan ja tehottomasti. (Flinchbaugh 2005)

Viidentenä käsitteenä *käytännön kapeakatseisuus tulisi eliminoida*. Organisaation ei tulisi keskittyä vain Leanin työkaluihin vaan kokonaiskuvaan siitä, mihin Lean-filosofian noudattamisella pyritään. Tämä on erityisen tärkeää materiaalin hallinnassa, sillä se on informaatiokeskus, joka on yhteydessä koko muuhun organisaatioon. (Flinchbaugh 2005.)

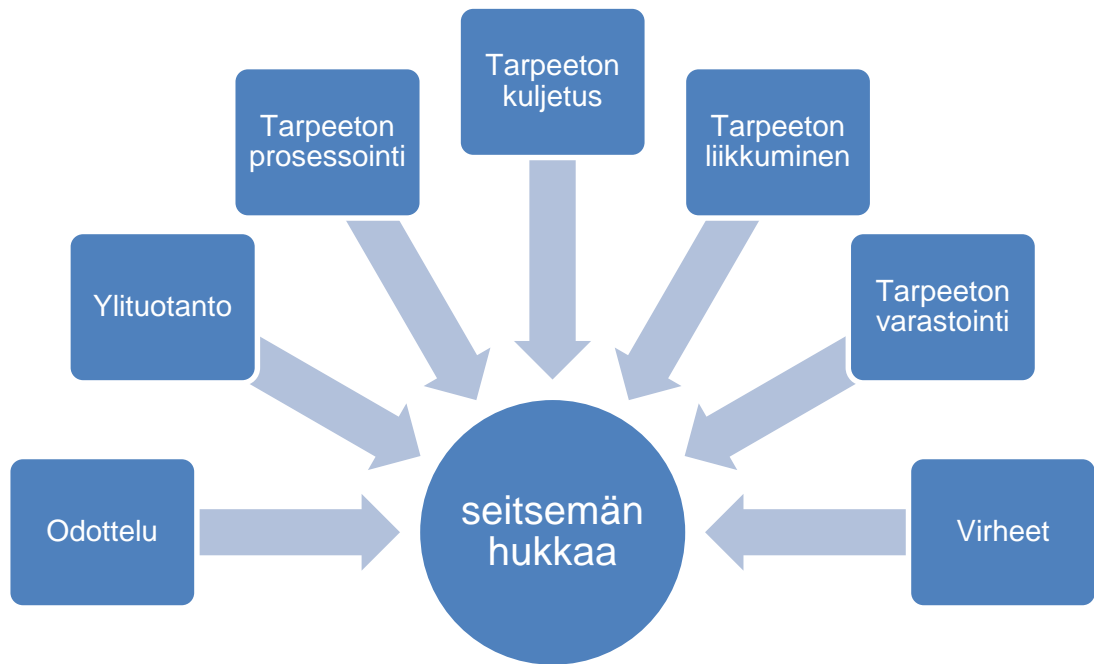
## 2.2 Make-to-order-tuotantomuoto

*Make-to-order* (MTO) on termi, joka tarkoittaa suomeksi tilausohjautuvaa tuotantoa. MTO-tuotantomuotoa käytetään yleensä, kun valmistetaan tuotteita, joiden kysyntä on melko alhainen ja hinta korkea. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tuotteen valmistusta ei aloiteta ennen kuin asiakkaan tilaus on vastaanotettu. Lopullinen tuote on yleensä valmistettu standardimateriaaleista, mutta tuotetta saatetaan muunnella asiakkaan vaatimusten mukaan. Tuotteiden toimitusajat saattavat olla melko pitkiä, sillä MTO-tuotteiden suunnittelu voi vaatia aikaa ja ne valmistetaan raakamateriaaleista eikä esimerkiksi puolivalmisteista. (Ritvanen ym. 2011, 48–49; Arnold ym. 2012, 3.) Högforsilla on käytössä pääosin tilausohjautuva tuotantomuoto, lukuun ottamatta muutamaa venttiilimallia, joita on pakko valmistaa varastoon niiden suuren menekkin vuoksi.

## 2.3 Hukka

*Hukka*, japaniksi *muda*, on yksi Lean-filosofian keskeisimmistä käsitteistä. Leanin tärkeimpänä periaatteena on kitkeä pois kaikki tehottomuuden muodot, jotka estävät hyvän virtaustehokkuuden saavuttamista. Toyota on määritellyt seitsemän pääasiallista hukan lähdettä organisaatioiden tuotantoketjussa, joita kaikkia yhdistää tuotantovirtauksen hidastaminen ja se, että ne eivät tuota arvoa tuotantoprosessille. (Modig & Åhlström 2013, 74–76.) Tämän työn tavoitteen, keräilyn tehostamisen, yksi keskeisimmistä lähtökohdista on hukan poistaminen.

Kuvassa 2 näkyvistä seitsemästä hukasta tämän työn kannalta oleellisia ja varastointiin liittyviä hukkia ovat odottelu, kuljetus, tarpeeton liikkuminen ja virheet. Odottelu johtuu yleensä varaston huonosti suunnitellusta layoutista tai kysynnän ja tuotantomäärien yhteensopimattomuudesta. Materiaalien tarpeeton kuljettelu nostaa kustannuksia ja lisää riskiä materiaalien vahingoittumiselle, eikä lisää arvoa tuotantoprosessiin. Tarpeeton liikkuminen käsittää kaikki turhat liikkeet, joita työntekijät joutuvat tekemään. Se on aina arvoa tuottamatonta työtä, ja sen aiheuttavat huonosti suunnitellut prosessit. Virheet kuluttavat ylimääräistä kapasiteettia, sillä viallisten tuotteiden uudelleenvalmistus, hävittäminen ja tarkastelu ovat kaikki arvoa tuottamatonta työtä. (Bozarth & Handfield 2008, 528–529.) Tässä työssä on tarkoitus keskittyä erityisesti edellä mainittuun neljään hukkaan ja niiden eliminointiin.



Kuva 2. Lean-ajattelun seitsemän hukkaa. (Ojala 2015)

### 3 MATERIAALINOHJAUS JA VARASTONHALLINTA

Tämän opinnäytetyön aiheena on tutkia keräilyn tehostamismahdollisuuksia. Materiaalinohjauksesta ja varastohallinnasta kertova kirjallisuus pystyy parhaiten tukemaan työn aihetta ja alustamaan työn toteutusta. Tässä luvussa käsitellään niitä materiaalinohjauksen ja varastohallinnan aihealueita, joista koetaan olevan hyötyä tämän projektin suunnittelussa. Luvun on myös tarkoitus esitellä materiaalinohjauksen ja varastohallinnan keskeisiä käsitteitä ja teorioita, joita voidaan hyödyntää työn toteuttamisessa.

#### 3.1 Varastoinnin merkitys

1980-luvun jälkeen monet yritykset ovat painottaneet toiminnassaan varastotasojen minimointia, joka on johtanut ihmisiä ajattelemaan varastojen olevan vain materiaalien säilytyspaikkoja. Totuus on kuitenkin toinen. Varastoinnilla on merkittävä rooli organisaation toiminnassa ja toimitusketjun strategisessa hallinnassa. Varastoinnin kehittämisen avulla voidaan muun muassa laskea kuljetuskustannuksia, parantaa toiminnallista joustavuutta, lyhentää läpimenoaikoja sekä laskea varastointikustannuksia. (Bozarth & Handfield 2008, 369.) Logistisen ketjun toiminnoista optimoitu varastointi on yksi tärkeimmistä tekijöistä hyvän asiakaspalvelun luomisessa. Pitääkseen asiakkaat tyytyväisenä organisaation on pystyttävä tarjoamaan asiakkailleen hyvä toimitusvalmius, mutta kuitenkin pidettävä varastoon sidottu pääoma kohtuullisella tasolla, jotta varastokustannukset pysyvät kurissa. (Ritvanen ym. 2011, 92–93.)

#### 3.2 Varastoinnin kustannukset

Logistiikkakustannukset koostuvat pääosin kuljetuksesta, tavarankäsittelystä, varastoinnista, asiakaspalvelusta ja pääomakuluista. Varastoinnista aiheutuvat kustannukset voivat kattaa jopa yli puolet kaikista logistiikkakustannuksista. Näin

ollen varastoinnin kustannukset ovat merkittävä osa organisaation kokonaiskustannuksista. Varaston toiminnan kehittämisen avulla saadaan kuitenkin kehitettyä organisaation kustannustehokkuutta. Varastossa kustannuksia aiheuttavia osatekijöitä ovat henkilöstökulut, jotka aiheuttavat noin puolet kustannuksista, tontti, koneet, laitteet, kalusteet sekä IT-laitteet ja -ohjelmistot. Myös varaston ohjauksesta aiheutuu kustannuksia, jotka jakautuvat puutekustannuksiin, täydennyseräkustannuksiin, materiaalin hankinnasta aiheutuviin kustannuksiin sekä varastonpitokustannuksiin. (Ritvanen ym. 2011, 91; Solakivi ym. 2012, 28.)

Varastokustannuksia on mahdollista pienentää monilla eri menetelmillä. On kuitenkin olemassa joitain keinoja, jotka on todettu tehokkaimmiksi ja joita pääasiallisesti neuvotaan käyttämään. Eräs tällainen keino on työntekijöiden aktiivinen tiedottaminen ja valvominen. On olennaista, että jokainen työntekijä tietää oman työtehtävänsä sisällön ja ymmärtää, mitä häneltä vaaditaan. Johtajan tehtävä on valvoa, tehdäänkö työt vaatimusten mukaisesti, sekä motivoida työntekijöitä ja luoda heille samat tavoitteet kuin koko organisaatiolla on. Näin resurssit on kohdistettu oikeisiin kohteisiin eikä niitä mene hukkaan. (Barry 2010.)

Toinen suositeltava keino vähentää varastokustannuksia on nimikkeiden sijoittelu varastossa. Oikeanlaisen nimikkeiden sijoittelun avulla voidaan optimoida varaston kapasiteetin käyttöä sekä materiaalin käsittelyä. Kustannusten vähenemisen lisäksi sijoittelu vähentää tuotteiden vaurioita, nopeuttaa suoritusajoja sekä pienentää kulkemismatkoja. (Barry 2010.)

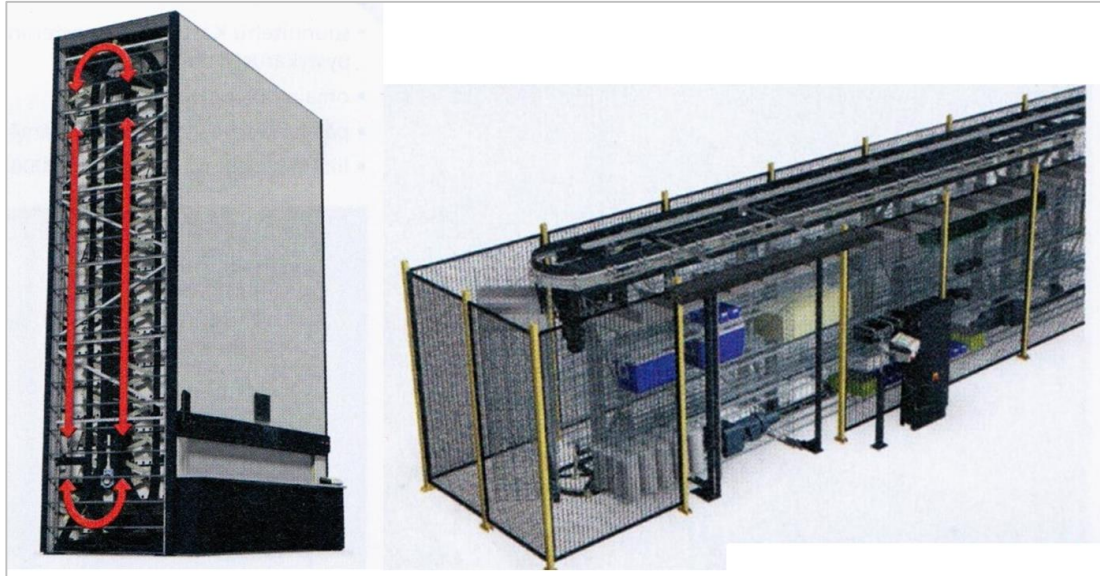
Toimivaksi kustannusten vähentämistavaksi on myös todettu viivakoodien käyttöönotto. Niitä voidaan käyttää mm. tuotannossa, toimistotöissä sekä tapahtumien, tuotteiden tai lavojen jäljittämisessä. Viivakoodien hyvä käytännön hyöty perustuu niiden lukemattomiin soveltamismahdollisuuksiin yrityksen eri osa-alueilla. Viivakoodeista aiheutuvat säästöt koostuvat virheiden vähenemisestä, lisääntyvästä tarkkuudesta, aikataulutuksen parantamisesta sekä paperitöiden vähenemisestä. (Barry 2010.) Edellä mainitut ovat sellaisia

keinoja, joita voidaan mahdollisesti soveltaa Högfors Oy:n toimintaan ja jotka liittyvät läheisesti tämän työn suunnitteluun ja toteuttamiseen.

### 3.3 Varastoinnin kalusteet

Tässä luvussa keskitytään pienten ja keskikokoisten komponenttien varastointiratkaisuihin, sillä ne liittyvät läheisesti tämän työn aiheeseen. Tavallisin varastointikaluste on normaali varastohylly, johon tavarat on sijoitettu nimikkeittäin. Normaaleista hyllyistä automatisoidumpi vaihtoehto on karusellien eli varastoautomaattien käyttö. Karuselleissa tavarat on varastoitu paleteille, joita ohjailaan varastohallintaohjelmiston avulla. Keräilijä siis syöttää koneeseen keräilypyynnön ja järjestelmä noutaa oikean paletin käyttöaukolle. Järjestelmä helpottaa keräilijän työtä, vähentää liikkumismatkoja ja säästää lattiatilaa. Karuselleja saa eri kokoisina, ja ne voivat olla horisontaalisia tai vertikaalisia. Vertikaalisia varastokaruselleja kutsutaan usein paternostereiksi. Kuvassa 3 näkyy horisontaalisen ja vertikaalisen karusellin ero. Tämän työn kehityskohde, varastoautomaatti Tornado, on vertikaalinen karuselli. *Automatic storage and retrieval system* (ASRS) -laitteiston periaate on sama kuin karusellin. Tietokoneelle esitetystä keräilypyynnöstä se hakee nimikkeet ja tuo ne keräilijälle. ASRS on kuitenkin paljon isommassa mittakaavassa kuin karuselli, ja se on tarkoitettu yleensä suurien lavojen varastoimiseen. Näin ollen se ei sovellu kovin hyvin yksittäisten kappaleiden keräilyyn. Täysin automatisoitu keräilyjärjestelmä on automatisoitu vielä pidemmälle, sillä se pystyy hoitamaan keräilyprosessin ilman ihmisiä. Nämä järjestelmät ovat kuitenkin harvinaisia, ja niitä käytetään vain massatuotannossa. (Piasecki 2000; THTT 2014.)





Kuva 3. Vasemmalla on vertikaalinen ja oikealla horisontaalinen karuselli. (THTT 2014)

Jotta työn taustasta saataisiin parempi kuva, käydään vielä tarkemmin läpi karusellin ominaisuuksia, mahdollisuuksia ja kompastuskiviä. Karusellit ovat siis yksi suosituimmista keräilyratkaisuista. Karusellien suosion syynä pidetään niiden luotettavuutta, kustannustehokkuutta sekä kykyä nostaa merkittävästi suoritustehoa ja -tarkuutta keräilyprosesseissa. Jotta organisaatio voisi saada karusellista irti kaikki hyödyt, niitä on ostettava käyttää oikein. On olemassa joitain kompastuskiviä, jotka voivat muuttaa karusellin käytön kannattamattomaksi. Karuselliin on osattava varastoida oikeat nimikkeet. Kuvassa 4 on osoitettu nimikkeiden sopivuus karuselliin, niiden ominaisuuksien ja käytön tiheyden mukaan. Suuria tuotteita ei neuvota varastoimaan karuselliin lainkaan, ja pienien sekä keskikokoisten tuotteiden varastointi täytyy arvioida niiden käytön tiheyden mukaan. Nimikkeiden varastoinnin ydin on se, että karusellissa sijaitsevat tuotteet olisivat kooltaan ja käytön tiheydeltään mahdollisimman samanlaisia, jotta voidaan maksimoida keräilytapahtumien määrät ja minimoida täydennystapahtumien määrät. (Diebold 2013.)

		ORDER LINE VELOCITY		
		LOW ACTIVITY	MEDIUM ACTIVITY	HIGH ACTIVITY
ORDER LINE UNIT VOLUME	LARGE PIECE (BEACH BALL)	NO	NO	NO
	MEDIUM (BASEBALL)	MAYBE	YES	MAYBE
	SMALL PIECE (MARBLE)	MAYBE	YES	MAYBE

Kuva 4. Nimikkeiden varastointi karuselliin. (Diebold 2013)

Karuselliin yhdistetyn hallintaohjelmistojen käyttäminen väärin tai sen päivittämättä jättäminen voi aiheuttaa järjestelmän kaatumisen tai johtaa sen hitaaseen ja epäluotettavaan toimivuuteen. On olennaista pitäytyä niissä järjestelmissä, mitkä palvelun tarjoaja tai asiantuntija on asentanut sekä muistaa päivittää niitä tasaisin väliajoin. Palvelun tarjoajan puolelta on tärkeää perehdyttää organisaation työntekijät kunnolla järjestelmän käyttöön, sillä karusellin epäonnistunut käyttö johtuu usein huonosta kommunikaatiosta ja informaation kulusta palvelun tarjoajan ja organisaation välillä. (Diebold 2013.)

Karusellissa nimikkeiden oikeanlainen sijoittelu ei ole niin tärkeää kuin manuaalisessa varastossa, sillä karusellissa ei tarvitse ottaa huomioon hyllytasojen korkeuksia ja keräilijän kulkemaa matkaa, käyttöaukon ollessa aina samalla korkeudella ja samassa paikassa. Tästä huolimatta optimoidulla nimikkeiden sijoittelulla voi karusellinkin käytössä olla huomattavia vaikutuksia organisaation tuottavuuteen ja tehokkuuteen. Olennaisin asia, joka täytyy ottaa huomioon, on hyllypaikkojen ominaisuudet eli niiden oikeanlainen sijainti ja riittävä koko. Keräilyn sujuvuuden takaamiseksi palettien sisäinen layout on järkevä pitää mahdollisimman yksinkertaisena ja hyllyjen täydentämistä ajatellen on suositeltavaa suunnitella hyllypaikat riittävän suuriksi, jotta täydentäminen tapahtuisi mahdollisimman sujuvasti ja nopeasti. Kun hyllypaikat on suunniteltu niin, että ne vastaavat kaikkien nimikkeiden vaatimuksia, mutta kompleksisuus

on minimoitu, keräilijöiden on helppo käyttää järjestelmää ja näin lisätä organisaation tuottavuutta. (Diebold 2013.) Mainitut mahdollisuudet ja kompastuskivet on syytä ottaa huomioon myös tämän työn suunnittelussa ja toteuttamisessa, jotta saadaan aikaiseksi paras mahdollinen lopputulos.

### 3.4 Varaston toiminnot

Varastointi koostuu monista eri työtehtävistä, joiden avulla pyritään pitämään kiinni toimitusten oikeellisuudesta, aikatauluissa pysymisestä ja optimaalisesta varastotasosta. Varaston päätoiminnoiksi määritellään hyllytys, keräily, inventointi, pakkaaminen, sekä tulo- ja lähtölogistiikkaan liittyvät työtehtävät. Kaikista varaston toiminnoista keräilyn arvioidaan olevan niistä tärkein, sillä sen kustannukset ovat suuri osa varastoinnin toimintojen kustannuksista ja se vaikuttaa merkittävästi toimitusaikojen pitävyyteen ja oikeellisuuteen. Varaston toiminnoista keräilyä käsitellään seuraavassa luvussa vielä tarkemmin, sillä se on tämän opinnäytetyön keskeisin osa-alue. (Logistiikan Maailma 2014b; Milk Works 2015)

#### 3.4.1 Keräily

Keräily tarkoittaa prosessia, jossa materiaaleja haetaan varastosta tyydyttämään asiakkaiden tilauksia. Tilauksen keräilymetodeja on monenlaisia, ja ne kaikki on suunniteltu erilaisiin keräilytilanteisiin. Yleisin keräilymetodi on *basic order picking*, joka tarkoittaa että nimikkeet on varastoitu varastohyllyille ja keräilijä käy järjestäen hyllyt läpi ja keräilee yhden tilauksen kokonaan. Toinen melko yleinen keräilymetodi on *batch picking*, joka tarkoittaa monen eri tilauksen keräilyä samalla keräilykerralla. On olemassa myös *zone picking* ja *wave picking*, jossa jokaisella keräilijällä on oma alue, josta he keräilevät oman osansa tilauksesta. Högforsin kokoonpanolinjalla tilaukset kerätään yksitellen, mikä on looginen ratkaisu MTO-tuotantomuodossa. (Piasecki 2000; Petersen ym. 2004, 1.)

Keräilyprosessin tehokkuutta parantamalla organisaation on mahdollista laskea merkittävästi varastointi- ja toimituskustannuksiaan. Keräilystä aiheutuvien kustannusten määrä kaikista varaston käsittelykustannuksista on arvioitu olevan jopa 65 %. (Petersen ym. 2004, 1.) Keräilyprosessin kehittämisessä pitäisi ensisijaisesti pyrkiä eliminoimaan kaikki turhat tai itseään toistavat vaiheet nykyisestä järjestelmästä, sillä ne vaativat vääjäämättä ylimääräistä aikaa ja käsittelyä. Turhien vaiheiden karsimiseen on suunniteltu eri käyttökohteisiin sopivia ratkaisuja. Tällaisia sovelluksia ovat muun muassa puheohjattu keräily, viivakoodilukijat, RFID-teknologia sekä erilaiset varastojen automaatioteknologiat. (Picking strategies 2011, 2–3.)

Kun keräilyprosessia lähdetään suunnittelemaan tai tehostamaan, on hyvä muistaa sen olevan prosessi, joka vaikuttaa kaikkiin varaston toimintoihin. Näin ollen suunniteltaessa on hyvä tarkastella

- tilauksien profilointia
- keräilymetodeja
- keräilysovelluksia
- varaston layoutia
- sijoittelustrategiaa
- varastojen täydentämistä.

Tilauksien profilointi kertoo kerättävien nimikkeiden ominaisuuksista ja keräilytiheydestä, joten sen kautta voidaan määrittää millaisen varastointipaikan nimike vaatii ja mihin se olisi hyvä sijoittaa. Profiloinnin perusteella voidaan myös päättää, millaisia keräilymetodeja halutaan käyttää. Nimikkeiden ominaisuuksien perusteella voidaan arvioida, minkälaisen keräilysovellusten avulla keräilyä voidaan kehittää tehokkaammaksi ja sujuvammaksi. Keräilysovelluksista ja varastointijärjestelmistä pitää kehitellä organisaation tiloihin toimiva layout. Hyvä layout minimoi materiaalin käsittelyn ja optimoi tilankäytön sekä keräilyreitit. Kun varastointijärjestelmien rakenne ja layout on selvillä, voidaan laatia suunnitelma nimikkeiden sijoittelusta varastoon. Sijoittelussa pitää ottaa huomioon sujuvan keräilyn lisäksi myös nimikkeiden hyvät täydentämismahdollisuudet. (Saenz 2000, 36–38.)

### 3.5 Nimikkeiden sijoittelu varastossa

Varastoa suunniteltaessa on tärkeää ottaa huomioon materiaalien sijoittelu, sillä keräilijät käyttävät suurimman osan ajastaan keräiltävien materiaalien luokse siirtymiseen. Näin ollen tavaroiden loogisempi sijoittaminen pienentää kävelymatkoja, mikä taas parantaa prosessin tehokkuutta ja tuottavuutta. (Manning 2008, 1.) Vaikka varaston suunnittelu on aina yksilöllistä jokaisen yrityksen kohdalla, on kuitenkin joitain universaaleja ohjeita, jotka on hyvä ottaa huomioon. Esimerkiksi materiaalit, joiden myyntitapahtumien määrät ovat suuria, on hyvä sijoittaa lähelle lähettämöä ja helposti keräiltäväksi. Materiaalit, jotka myydään yhdessä, tulee sijoittaa ryhmiin, lähelle toisiaan. Fyysisesti samanlaiset materiaalit sijoitetaan samaan paikkaan, sillä niiden säilytysvaatimukset ovat samanlaisia. Aktiivivarasto eli keräilyvarasto ja mahdollinen varmuusvarasto on hyvä sijoittaa erilleen, jotta aktiivivaraston materiaalit saadaan tehokkaampaa käyttöön. (Arnold ym. 2012, 265-266.) Nimikkeiden sijoittelun suunnitteluun vaikuttavat myös keräilyprosessin ominaisuudet eli keräilläänpö tilaus kokonaan vai yksi nimike kerrallaan ja liikkuuko keräilijä kävellen, trukin kanssa vai onko käytössä automatisoitu varasto. Kaikki nämä nimikkeiden ja keräilyprosessin ominaisuudet on otettava huomioon nimikkeiden sijoittelua suunniteltaessa. (Piasecki 2000.)

#### 3.5.1 Volume based storage

Volume based storage (VBS) tarkoittaa volyymiin perustuvaa varastoa. Teorian ideana on sijoittaa sellaiset nimikkeet, joiden volyymi on suuri, mahdollisimman helposti ja läheltä kerättäväksi. Teorian ideana on vähentää keräilijän kulkema matka niin pieneksi kuin mahdollista. (Petersen ym. 2004, 1.) Varastoautomaatin käytössä VBS-menetelmä ei saa aikaiseksi yhtä suurta hyötyä kuin perinteisessä varastossa. Sitä voidaan kuitenkin soveltaa myös automaattivarastoissa, sillä keräilijän kulkema matka voidaan rinnastaa keräilyhissin kulkemaan matkaan.

### 3.5.2 ABC-analyysi ja pareto-ajattelu

ABC-analyysiä käytetään tuotenimikkeiden luokitteluun. Luokittelu voidaan tehdä nimikkeen euromääräisen myynnin tai kulutuksen mukaan, ja jako tehdään yleensä kolmesta viiteen luokkaan. ABC-analyysi on kehitetty Vilfred Pareton kehittämän 20/80-säännön pohjalta, jonka mukaan A-luokkaan kuuluu 20 % nimikkeistä ja nämä nimikkeet tuovat 80 % myyntikatteesta. B- ja C-luokat sen sijaan sisältävät 80 % nimikkeistä, mutta ne tuovat vain 20 % myyntikatteesta. Luokittelua käytetään, koska sen avulla on mahdollista saada selkeämpi kuva nimikkeistä ja materiaalinohjauksen kehittämistarpeista. Luokitusta tehdessä on tärkeä saada tiedot jokaisesta tuotteesta, jotta analyysin tulokset pitävät paikkaansa. Kun tehdään suunnitelmaa nimikkeiden sijoittelusta, se voi pohjautua esimerkiksi ABC-analyysin pohjalta tehtyyn luokitteluun. (Sakki 2003, 91; Logistiikan Maailma 2015a)

### 3.6 Teorian pohdintaa

Kirjallisuutta tutkiessa otettiin huomioon kaikki teoria, joka voisi auttaa tämän työn suunnittelussa ja toteuttamisessa. Lean-teorian avulla voitiin muodostaa raamit koko teoriapohjalle ja sen avulla määritetään lähtökohdat koko projektille. Lean-teorian avulla ei kuitenkaan löydetä konkreettisia keinoja työn toteuttamisen avuksi. Käytännönläheisempiä menetelmiä lähdettiin etsimään materiaalinohjaukseen ja varastonhallintaan liittyvästä kirjallisuudesta. Menetelmiä etsittiin sekä opetusmateriaaliksi tarkoitettusta kirjallisuudesta että ajankohtaisista verkkojulkaisuista. Näin saatiin monipuolisesti tietoa mahdollisista toteutustavoista. Kirjallisuuskatsausta tehtäessä tutkittiin avoimesti kaikkia teorioita ja mahdollisuuksia lähteä kehittämään työn kehityskohdetta, ja vasta suunnitteluvaiheessa osa menetelmistä rajattiin pois.

## 4 TYÖN LÄHTÖTILANNE

Tässä kappaleessa kuvaillaan työn taustaa, jotta saataisiin muodostettua parempi kuva opinnäytetyön yksityiskohdista. Kappaleessa kerrotaan järjesteltävien nimikkeiden ja varastoautomaatin ominaisuuksista sekä venttiilien kokoonpanoprosessin vaiheista. Lopuksi arvioidaan vielä työn lähtötilanne, jonka pohjalta työtä aletaan toteuttaa.

### 4.1 Venttiilimallit ja sijoitettavat nimikkeet

Högfors Oy valmistaa kahta eri tuoteryhmää, Blue line ja Silver line, jotka mainittiinkin jo aikaisemmin. Blue line -tuoteryhmä koostuu läppäventtiileistä, palloventtiileistä ja linjaerottimista. Silver line -tuoteryhmä koostuu läppäventtiileistä, palloventtiileistä sekä V-palloventtiileistä. Näistä kaikista tuotteista on saatavilla eri kokoja ja niitä voidaan muunnella hieman käyttötarkoitusten mukaan, mutta tuotteen toiminnallinen periaate pysyy samana. Blue linen palloventtiiliä ja linjaerotinta sekä Silver linen palloventtiiliä ei valmisteta kokoonpanolinjalla, jota tämä työ käsittelee, joten niihin kuuluvia nimikkeitä ei myöskään ole varastoitu Tornadoon. Tässä työssä keskitytään siis molempien tuoteryhmien läppäventtiileihin sekä Silver linen V-palloventtiiliin. Liitteessä 1 on kaikkien tässä työssä käsiteltävien venttiilimallien räjähdyskuvat ja osaluettelot kyseisen venttiilin valmistamiseen tarvittavista nimikkeistä. Komponentit, jotka liitteessä esitetään, ovat juuri niitä nimikkeitä, joita tämän työn tarkoituksena on sijoitella uudelleen varastoautomaattiin. Tuotemallit 311000, 31300, 31500 sekä 411 ovat sisällöltään lähes identtiset, sillä ne ovat kaikki läppäventtiilejä. Niissä on kuitenkin rakenteellisia eroja, sillä ne on suunniteltu eri käyttötarkoituksiin. Silver linen V-palloventtiilin mallit 455 ja 465 ovat myös rakenteeltaan hyvin samanlaiset. Venttiilien halkaisijan kokostandardit vaihtelevat 25 millimetristä 1 600 millimetriin. Kaikkia venttiilejä ei kuitenkaan ole saatavilla kaikissa ko'oissa, vaan kokohajonta on venttiilimallikohtaista. (HögforsValves 2015a)

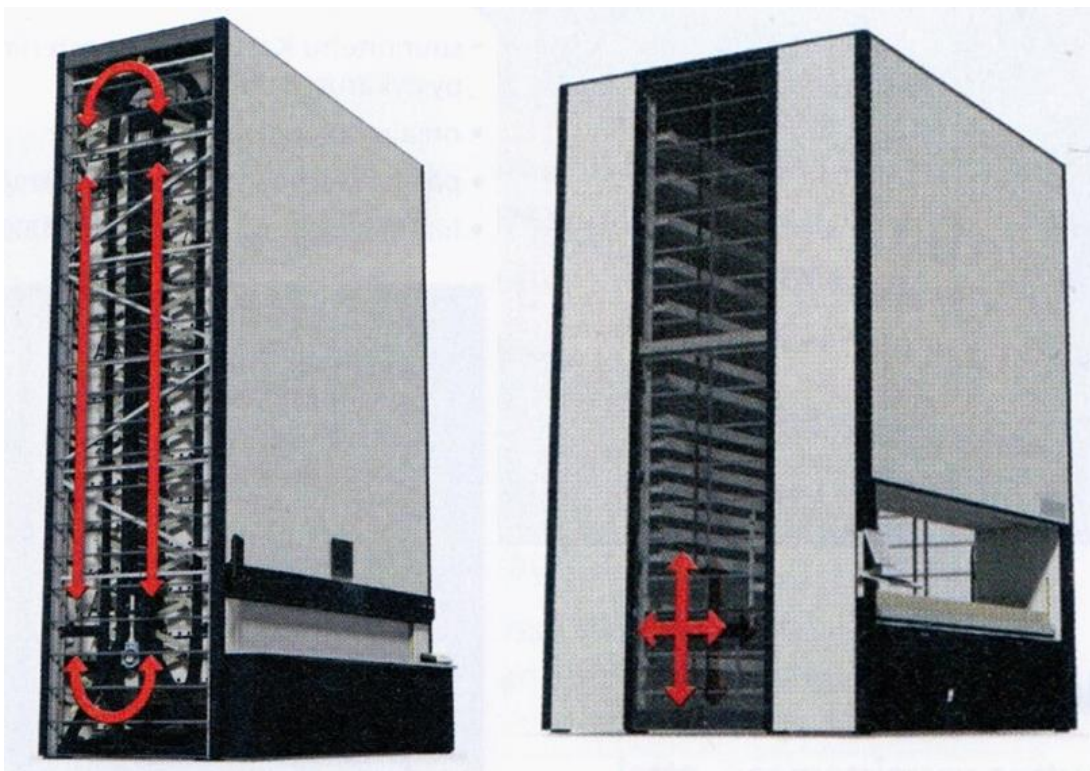
## 4.2 Kokoonpanoprosessi

Högforsin venttiilien kokoonpano suoritetaan aina yksi venttiili kerrallaan. Kokoonpanoprosessi koostuu kahdesta kasausvaiheesta, esikasauksesta ja loppukasauksesta. Kokoonpanoprosessi on jaoteltu tällä tavalla, koska näiden kahden vaiheen väliin kuuluu joitakin työvaiheita, kuten hitsaaminen ja koeponnistus. Kasauksien välissä olevien työvaiheiden jälkeen loppukasauksen suorittaa yleensä eri henkilö kuin esikasauksen. Kokonaisuudessaan kokoonpanoprosessi sisältää kolme päävaihetta, ja yleensä vaiheet suoritetaan kolmen eri henkilön toimesta. Kaksi näistä vaihteista, esi- ja loppukasaus, sisältävät keräilytapahtuman. Jokaisen venttiilin kokoonpano sisältää siis kaksi keräilyprosessia. Näin ollen keräilyprosessin kehittäminen ja keräilyn suoritusajojen lyhentäminen voivat vaikuttaa merkittävästi koko kokoonpanoprosessin suoritusajoihin.

## 4.3 Tornado-varastoautomaatti

Aikaisemmassa luvussa kerrottiin jo teoriaa karuselleista ja niiden käyttötarkoituksista. Tässä luvussa keskitytään vielä tarkemmin työn kohteeseen Tornadoon. Tornado on siis vertikaalinen karuselli. Se ei kuitenkaan toimi karusellin omaisesti kuten normaali paternoster, vaan se toimii hissiperiaatteella. Kuvasta 5 voidaan nähdä näiden kahden varastoautomaatin toimintaperiaatteiden erot. Tornadossa etu- ja takaseinällä on paletteja päällekkäin ja hissi kulkee keskellä varastoautomaattia. Tornadon palettipaikat ovat säädettävissä eri korkeuksille riippuen siitä, kuinka korkeita palettipaikkoja halutaan luoda. (THTT 2014.) Liitteessä 2 on kuva Tornadon hissikartasta, josta voidaan nähdä Högfors Oy:n käytössä olevan Tornadon sisärakenne, kuten palettien määrä ja palettipaikkojen korkeudet.





Kuva 5. Vasemalla perinteinen paternoster ja oikealla hissiperiaatteella toimiva Tornado. (THTT 2014)

Tornadon käyttö on pääosin melko yksinkertaista. Tornadon yhteydessä on tietokone, joka pyörittää varastohallintaohjelmistoa. Tietokoneella on näkymät kaikista paleteista ja niiden sisällöistä sekä tuotteiden saldoista. Koneen kautta hoidetaan myös keräilyprosessi eli tarvittavien palettien noutaminen varastosta. Kun keräilijä haluaa keräillä tietyn venttiilin osat, hän menee keräilynäkymään ja näppäilee erikseen kaikkien työkortissa olevien nimikkeiden nimikekoodit koneelle. Kun kaikki koodit on näppäilty, voidaan aloittaa keräily. Tornado hakee paletit, joihin keräiltävät nimikkeet on varastoitu, ja opastaa käyttöaukossa olevilla valoilla, missä kohtaa palettia kerättävä nimike on. Kun paletilta on keräilty kaikki tarvittavat nimikkeet, se kuitataan tietokoneelle ja Tornado hakee seuraavan paletin.

Tornadon hyviä puolia on sen yksinkertainen käyttö, nopeus sekä mahdollisuus varastoida hyvinkin eri kokoisia komponentteja. Se soveltuu hyvin sellaiseen käyttöön, jossa varastoitavien komponenttien koko vaihtelee paljon. Venttiilien kokojen laajan hajonnan takia Högforsin varastoittavat nimikkeet ovat hyvin eri

kokoisia ja vaativat joustavan varastointiratkaisun, ja siksi Tornado soveltuu hyvin Högforsin tuotantoon. (THTT 2014.)

#### 4.4 Lähtötilanteen arviointi

Vuonna 2010 Högforsilla otettiin käyttöön Kastenin Tornado-varastoautomaatti, joka sijoitettiin kokoonpanolinjan yhteyteen. Tietokoneohjattavan varastoautomaatin oli tarkoitus säästää lattiatilaa, eliminoida keräilyprosessin virheitä sekä parantaa keräily tehokkuutta. (Kasten 2015.) Automaatin oli luvattu olevan niin nopea, että komponenttien sijoittelulla ei ole vaikutusta keräilyaikojen pituuteen. Näin ollen varastoautomaatin käyttöönoton yhteydessä komponentit sijoitettiin paaleille täysin satunnaiseen järjestykseen. Viiden vuoden aikana on kuitenkin huomattu varastoautomaatin olevan hitaampi kuin mitä oli odotettu, ja siitä johtuen keräilyprosessin suoritusajat ovat tarpeettoman pitkiä.

Högforsin kokoonpanon keräilyprosessiin kuuluu tilauksen työkortin noutaminen kokoonpanolinjan vieressä olevasta hyllyköstä, johon tuodaan kaikki koottavat tilaukset. Tämän jälkeen työkortissa olevien nimikekoodien syöttäminen varastoautomaattia ohjaavalle koneelle ja lopulta komponenttien keräily varastoautomaatista. Kuten aikaisemmin mainittiin, yhden tuotteen kokoonpanoprosessiin sisältyy kaksi keräilytapahtumaa, joten tämä prosessi tehdään kahteen kertaan jokaisen tuotteen kohdalla. Prosessiin sisältyvää arvoa tuottamatonta hukkaa ovat siirtyminen ja odottelu, joita Lean-filosofian mukaan pitäisi pyrkiä eliminoimaan. Siirtymiseen kuluva aika on jo minimoitu melko optimaaliseksi, sillä kaikki kokoonpanossa tarvittavat pienkomponentit sijaitsevat varastoautomaatissa tai sen ympärillä olevissa hyllyissä. Suurempien nimikkeiden, kuten akseleiden ja kiinnitysrenkaiden, keräilymatkaa pyritään kuitenkin vielä lyhentämään. Kuten aikaisemmin mainittiin, komponentit on sijoitettu varastoautomaatissa paaleille epäloogisesti, minkä takia yhden venttiilin komponentit voivat sijaita jopa yli viidellä paletilla. Tämän takia keräilijä joutuu kulkemaan turhia matkoja paletin ja tietokoneen välillä, joten vaikka keräilijän askelia on vähän, parannettavaa on vieläkin. Eniten huonosti sijoitetut

nimikkeet vaikuttavat kuitenkin keräilyn vaiheista odotusaikojen pituuteen. Odottelu onkin se osa keräilyprosessista, jossa on eniten parannettavaa.

Lähtötilanteen keräilyprosessiin sisältyvän hukan määrittämiseksi prosessia tutkittiin kellottamalla muutamia keräilytapahtumia. Kellottaminen tehtiin videoimalla haluttu tapahtuma, jotta voitaisiin nähdä kuinka paljon aikaa kuluu mihinkin vaiheeseen. Videomateriaalista voitiin laskea hukan osuus koko keräilyprosessiin käytettävästä ajasta. Taulukossa 1 on esitetty kellotettuihin keräilytapahtumiin sisältyvien osuuksien kesto sekä ajallisesti että prosentuaalisesti. Odotus on kolmesta keräilytapahtuman osuudesta ainoa täysin arvoa tuottamaton vaihe ja kuten taulukosta voidaan nähdä, sen ajallinen osuus on kuitenkin noin puolet koko keräilytapahtumasta. Keräilyn osuus on prosessista vain noin 20 %, vaikka sen on keskeisin vaihe näistä kolmesta. Myös numeroiden syöttämiseen kuluu yllättävän kauan aikaa.

Taulukko 1. Keräilyn työvaiheiden osuudet sekunteina ja prosentteina.

#### ENSIMMÄINEN MITTAUS

Nimike	koko kesto	näppäily	odotus	keräily
411 CS 100z EX	309 s	66 s	161 s	82 s
313 CS 500 MGS	266 s	59 s	156 s	51 s
455 KC DN65	292 s	102 s	127 s	63 s

Nimike	koko kesto	näppäily	odotus	keräily
411 CS 100z EX	100 %	21 %	52 %	27 %
313 CS 500 MGS	100 %	22 %	59 %	19 %
455 KC DN65	100 %	35 %	43 %	22 %

Kaikkia nimikkeitä ei ole mahdollista varastoida Tornadoon, mutta myös niiden nimikkeiden varastoinnissa voisi olla parannettavaa. Kaikki kokoonpanossa käytettävät Tornadon ulkopuoliset nimikkeet paikannettiin, jotta niiden tilanne voitaisiin avioda. Pultit, mutterit ja osa kiiloista oli sijoitettu erilliseen hyllyyn, sillä niiden toimittaja hoitaa hyllyjen täydennyksen ja ne haluttiin siksi erilleen muista nimikkeistä. Laakerit ja suuret metallitiivisteet oli sijoitettu Tornadon vieressä

sijaitsevalle hyllylle, sillä ne eivät mahtuneet suuren kokonsa takia Tornadoon. Kiinnitysrenkaat ja akselit oli varastoitu kauempana olevaan varastoon niiden suuren massan vuoksi.

## 5 TYÖN TOTEUTUS

Työn toteutusosiossa on esitelty työn toteutussuunnitelman tekeminen ja suunnitelman mukainen toteutus käytännössä. Kaikki työn toteutuksen vaiheet on selitetty yksityiskohtaisesti ja painottaen työn keskeisimpiä osa-alueita.

### 5.1 Nimikkeiden tietojen keräys ja luokittelu

Tämän työn ensimmäisiin tehtäviin kuului kaikkien Tornadossa olevien nimikkeiden kartoittaminen. Högforsilla ei ollut olemassa luetteloa, jossa olisi ollut listattuna kaikki Tornadoon varastoidut nimikkeet. Oli vain kirjoittamaton sääntö siitä, mitkä nimikkeet on mahdollista laittaa Tornadoon ja mitkä ovat liian kookkaita tai painavia sinne sijoitettavaksi. Nimikkeet oli kuitenkin saatava määriteltä, jotta niiden pohjalta voitaisiin alkaa tehdä kehittämissuunnitelmaa. Toimeksiantajalta löytyi taulukko, jossa oli kaikki venttiilit ja niiden komponentit lueteltuina. Taulukko oli suunniteltu muuhun käyttötarkoitukseen, ja se sisälsi paljon tälle tutkimukselle tarpeetonta tietoa venttiileiden nimikkeistä. Sen tietojen pohjalta laadittiin uusi taulukko, johon koottiin kaikkien venttiilien mallit ja koot. Venttiilimallien mukaan järjestettyjen venttiilikokojen alle listattiin niiden sisältämien komponenttien nimikkeet ja nimikekoodit. Valmiiseen taulukkoon työnjohtaja merkitsi kaikki komponentit, jotka sijaitsevat Tornadossa, jotta sinne kuulumattomat nimikkeet voidaan rajata pois suunnitelmasta. Koska jotkin eri venttiilimallia olevat venttiilit tai vierekkäisiä kokoja olevat venttiilit saattavat sisältää lähes täysin samat osat, taulukon venttiileistä piti vielä muodostaa ryhmiä. Ryhmät jaettiin niin, että kaikki venttiilit, jotka sisältävät pääosin samat osat, jaoteltiin samaan ryhmään. Näin yhtä nimikettä ei merkitä taulukkoon moneen kohtaan. Liitteessä 3 on taulukoituna kaikki muodostetut ryhmät ja niihin kuuluvat venttiilimallit. Näiden tietojen pohjalta tehtiin uusi taulukko, jossa oli listattuna muodostetut venttiiliryhmät ja niiden alla olevat nimikkeet. Valmiissa taulukossa venttiilimalleja oli 104 kappaletta, venttiiliryhmiä 19 kappaletta ja komponentteja 333 kappaletta.

## 5.2 Työn toteutussuunnitelman laatiminen

Suunnitelman lähtökohtana oli saada nimikkeet järjestettyä venttiilikohtaisesti, niin että automaatista pitäisi noutaa mahdollisimman vähän paletteja keräilyprosessin aikana. Toinen lähtökohta perustuu aikaisemmin käsiteltyyn VBS-teoriaan, jonka tarkoituksena on sijoittaa useimmin kerätty nimikkeet lähemmäs käyttöaukkoa, jotta paletin noutamiseen kuluu mahdollisimman vähän aikaa. Jotta saataisiin muodostettua VBS-järjestely, aiemmin tehdyt venttiiliryhmät järjesteltiin vielä valmistusmäärien mukaan. Ensin järjestettiin yksittäiset venttiilimallit suuruusjärjestykseen valmistusmäärien mukaan, jonka perusteella eniten valmistettu venttiilimalli määritti koko muun venttiiliryhmän sijoituksen.

ABC-analyysin mukainen luokittelu päätettiin rajata kokonaan pois vaihtoehtoista, sillä se ei soveltunut toteutukseen. ABC-teorian mukaan nimikkeet järjestellään keräilykertojen mukaan, nimikkeittäin. Tässä työssä päätettiin, että nimikkeitä ei järjestellä nimikekohtaisesti, eikä edes venttiilikohtaisesti, vaan venttiiliryhmien mukaan. ABC-analyysia ei siis olisi ollut mahdollista hyödyntää tässä projektissa.

Suunnitelman laatimisessa tuli ottaa huomioon myös mahdolliset rajoitukset, ja ne piti luonnollisesti kartoittaa ennen suunnittelun aloittamista. Varastoautomaatti asetti suurimman osan rajoituksista. Varaston palettien maksimikuorma on 500 kg, joten paletille sijoitettavien nimikkeiden yhteiskuorma piti ottaa huomioon jokaisen paletin kohdalla. Kaikken palettien horisontaaliset mitat olivat samat, leveys on 4 000 mm ja syvyys 820 mm. Liitteessä 2 on esitetty Tornadon hissikartta, josta nähdään, että varastopaikkojen korkeus sen sijaan vaihtelee. Paletit 1–10 sekä 22–33 ovat 120 mm korkeita, paletit 11–17 sekä 34–45 ovat 265 mm korkeita ja paletit 18–20 sekä 47–46 ovat 385 mm korkeita. Myös laatikot, joihin nimikkeet varastoitiin aiheuttivat rajoituksia. Käytössä oli kolme laatikkokokoa; 20 x 40 x 8 mm, 30 x 40 x 15mm ja 60 x 40 x 25 mm. Kaikkia laatikkokokoja tarvittiin varastoimisessa, mutta vain pienin laatikko mahtui matalimpiin paletteihin. Nimikkeiden sijoittamista ei siis voitu tehdä suoraa VBS-

teorian mukaan, vaan varastopaikkojen korkeudet piti ottaa huomioon. Valtaosa nimikkeistä oli massaltaan ja kooltaan niin pieniä, ettei kokorajoituksia ollut tarpeellista huomioida, mutta suurimpien venttiilien kohdalla nimikkeiden koko piti laskea tarkemmin. Venttiilien nimikkeistä suurimpien kokojen akselit, sokat ja tiivistelaipat olivat liian painavia sijoitettavaksi automaattivarastoon. Venttiilikokojen DN 800–1400 metallitiivisteet ja välitiivisteet olivat sen sijaan halkaisijaltaan liian suuria sijoitettavaksi paletelle.

Edellä mainittujen tietojen puitteissa laadittiin alustava suunnitelma nimikkeiden uudelleensijoittelulle. Suunnitelma päätettiin kuitenkin jättää avoimeksi, sillä nimikkeiden tarvitsemaa tilaa oli mahdotonta tietää tarkalleen, sillä esimerkiksi joidenkin venttiiliryhmien paletteihin saattaa mahtua jopa 40 eri nimikettä, mutta joihinkin paletteihin vain 20 nimikettä. Päätettiin siis edetä toteuttamisessa suunnitelman mukaan ja tarvittaessa muokata sitä toteuttamisen aikana.

Lähtötilannetta määriteltäessä tehtyjen mittauksien tuloksista huomattiin, että numeroiden syöttäminen tietokoneelle vie melko paljon aikaa keräilyprosessista. Näin ollen lähdettiinkin tutkimaan mahdollisia ideoita kyseisen osa-alueen kehittämiseksi. Varastoautomaatti itsessään on jo sovellus, joka on kehitetty nopeuttamaan keräilyä, ja nyt etsittiin sovellusta, jonka voisi yhdistää varastoautomaatin kanssa. Parhaaksi vaihtoehdoksi nousi viivakoodilukijan yhdistäminen Tornadoon. Se nopeuttaisi tietojen syöttämistä huomattavasti, sillä jokaista nimikettä ei tarvitsisi näppäillä erikseen tietokoneelle. Sen sijaan skannaamalla viivakoodin työkortista, järjestelmä hakisi automaattisesti kaikki kyseisen venttiilin alla olevat nimikkeet. Se myös auttaisi virheiden eliminoinnissa, sillä näppäilyvirheiden määrä laskisi. Tätä vaihtoehtoa ei kuitenkaan koettu hyväksi Högforsin puolesta, joten päädyttiin toiseen vaihtoehtoon, jossa oli sama periaate. Järjestelmää kehitettäisiin niin, että syöttämällä ainoastaan venttiilin nimikekoodi järjestelmään, se hakee kaikki venttiilin alla olevat nimikkeet. Tämä menetelmä on lähes yhtä nopea kun viivakoodimenetelmä, eikä sen vuoksi tarvitse tehdä investointeja, vaan ainoastaan hieman muutoksia järjestelmään.

Nimikkeiden sijoittelun lähtökohtana oli Lean-teorian mukainen hukan eliminointi. Varastoautomaatin avulla saadaan turha liikkuminen eliminoitua, mutta kaikkia nimikkeitä ei ole varastoitu sinne, joten myös muut varastojärjestelmän osat tulee ottaa huomioon. Erillisille hyllyille varastoitavat nimikkeet haluttiin sijoittaa keräilyn kannalta mahdollisimman optimaalisille paikoille, niin että tarpeeton liikkuminen ja tarpeeton tavaroiden siirtely saataisiin poistettua. Yksi hukka on myös tarpeeton varastointi, joten tarkoitus oli käydä läpi kokoonpanon varastojärjestelmän nimikkeet ja tutkia, onko osa niistä tarpeettomia tai mahdollista varastoida järkevämmällä tavalla. Layoutin suunnittelussa tuli ottaa huomioon se, että erilleen varastoitavia nimikkeitä ei ole varastoitu varastoautomaattiin niiden suuren koon tai massan tai muiden erityistarpeiden takia. Nimikkeiden haasteellisten ominaisuuksien vuoksi ne myös keräillään yksitellen, joten ei olisi järkevää suunnitella varastolayoutia kulkumatkaa minimoivaksi keräilyreitiksi. Erikseen varastoitavien nimikkeiden sijoittelussa keskityttiin tuomaan ne mahdollisimman lähelle kokoonpanolinjaa. Niiden ei kuitenkaan ole välttämätöntä olla yhteydessä toisiinsa erillisten keräilytapahtumien vuoksi.

### 5.3 Nimikkeiden uudelleen sijoittaminen

Koska kaikki nimikkeet olivat varastoautomaatissa täysin satunnaisessa järjestyksessä, uudelleenjärjestely oli järkevintä aloittaa tyhjentämällä koko varasto. Tyhjentäminen tehtiin lukuun ottamatta metallitiivisteitä ja välitiivisteitä, jotka päätettiin jättää niiden nykyiseen sijaintiin, sillä ne oli joka tapauksessa tarkoitus sijoittaa erilleen muista ryhmän nimikkeistä niiden suuren koon vuoksi. Tarkoitus oli jakaa nimikkeet omiin venttiiliryhmiinsä samalla, kun Tornadoa tyhjennetään. Samalla saadaan selville nimikkeet, joiden ei tiedetty olevan Tornadossa. Nimikkeiden ryhmiin jakaminen toteutettiin levittämällä halliin lavoja, jotka merkittiin ryhmän nimellä. Varastoa tyhjentäessä oli otettava huomioon myös se, että tuotanto oli käynnissä ja keräilijöiden tuli löytää tarvitsemansa nimikkeet. Kun varastoa tyhjennettiin, sieltä poistettavat nimikkeet vietiin suoraan omiin ryhmiinsä, joten keräilijöidenkin oli helppo paikantaa nimikkeet. Kaikki



nimikkeet, joilla ei ollut ryhmää ja joiden olemassaolosta ei aikaisemmin tiedetty, vietiin erillisille lavoille, joiden sisältö käsiteltäisiin myöhemmin. Nimikkeet oli varastoitu laatikoihin, joihin oli merkitty nimikkeen tiedot, joten ryhmiin sijoittaminen sujui mutkattomasti. Kuvassa 6 on meneillään Tornadon tyhjennys ja ryhmiin jakaminen. Kun varasto oli saatu tyhjennettyä ja nimikkeet oli jaettu ryhmiin, piti varmistaa, että ryhmissä olevat nimikkeet täsmäävät suunnitelmaan kirjattuihin nimikkeisiin. Kaikki ryhmiin sijoitetut nimikkeet löytyivät listasta. Muutamat nimikkeet kuuluivat kahteen eri ryhmään, mutta niitä ei kuitenkaan voitu sijoittaa kahdelle eri paletille, sillä se aiheuttaisi sekaannuksia ja vaikeuksia hyllyttämiseen. Tällaiset nimikkeet päätettiin sijoittaa siihen ryhmään, jonka valmistusmäärät, ja sitä kautta myös keräilytapahtumien määrät, olivat suuremmat.



Kuva 6. Tornadon tyhjentäminen ja nimikkeiden jakaminen ryhmiin. (Ojala 2015)

Nimikkeiden ryhmiin jakamisen jälkeen voitiin aloittaa nimikkeiden sijoittaminen varastoautomaattiin. Uudelleensijoittaminen aloitettiin laaditun suunnitelman perusteella, mutta sitä muunneltiin samalla tilanteiden mukaan. Nimittäin vasta

tässä vaiheessa oli mahdollista määritellä, minkä kokoisiin laatikoihin nimikkeet voitiin varastoida. Pienimpien venttiilien tai harvoin valmistettavien venttiilien nimikkeet voitiin sijoittaa 20 x 40 x 8 mm laatikoihin. Suurimpaan osaan nimikkeistä käytettiin 30 x 40 x 15 mm laatikoita ja suurimpien nimikkeiden varastointiin tarvittiin 60 x 40 x 25 mm laatikoita. Koska pieniin laatikoihin mahtuvia nimikkeitä oli suhteellisen vähän, mutta pieniä palettipaikkoja oli paljon, päätettiin aloittaa sijoittamalla varastoon pieniin laatikoihin mahtuvat nimikkeet. Venttiiliryhmistä valittiin aina se, jonka valmistusmäärät ovat suurimmat, ja se sijoitettiin lähimpään mahdolliseen palettiin. Samalla kun nimikkeet sijoitettiin paletille, tehtiin muutokset myös Tornadoa ohjaavaan tietojärjestelmään. Tähän vaiheeseen perehdytään erikseen tarkemmin seuraavassa luvussa. Kun kaikki pieniin palettipaikkoihin mahtuvat venttiiliryhmät oli sijoitettu varastoon, voitiin palata takaisin laadittuun suunnitelmaan. Loput palettipaikat olivat nimittäin niin korkeita, että niihin oli mahdollista sijoittaa kaikkia käytössä olevia laatikoita. Venttiiliryhmien hyllyttämistä jatkettiin suurimman valmistusmäärän mukaan, kuten suunnitelmankin mukaan oli tarkoitus. Kookkaampia nimikkeitä, kuten PTFE-tiivisteitä ja K-tiivisteitä, tai nimikkeitä, jotka eivät kuuluneet mihinkään ryhmään kuten lukitusvivut, päätettiin varastoida erillisille paleteille. Kuten aikaisemmin mainittiin, metallitiivisteet ja välitiivisteet oli päätetty jättää niiden entisille paikoille, sillä ne eivät mahtuisi samaan palettiin venttiiliryhmiensä kanssa.

Kun kaikki suunnitelmassa mainitut nimikkeet oli saatu sijoitettua Tornadoon, jäljellä olivat enää nimikkeet, jotka kuuluivat venttiilimalliin 450. Tämän venttiilin valmistus oli lopetettu, eikä nimikkeitä siksi oltu merkitty taulukkoon, jonka pohjalta suunnitelma tehtiin. Kyseistä venttiilimallia saatetaan kuitenkin alkaa valmistaa uudelleen, joten venttiilin nimikkeet varastoitiin Tornadoon muiden nimikkeiden tavoin venttiiliryhmittäin. Nimikkeiden säilytyslaatikoissa luki, mihin venttiilikokoon ne kuuluvat, joten ryhmiin jakaminen sujui hyvin. Nyt jäljellä oli enää satunnaisia komponentteja, joista osa oli poistettu käytöstä tai ne eivät kuuluneet mihinkään ryhmään. Osa niistä päätettiin varastoida Tornadoon ja osa heitettiin pois.

Liitteessä 4 on listattuna kaikki nimikkeet, jotka on varastoitu Tornadoon. Taulukko on järjestetty palettien mukaan paletti numero yhdestä lähtien. Palettien sisällä nimikkeet on listattu omiin venttiiliryhmiin. Paletit, jotka eivät ole taulukossa, ovat jääneet tyhjiksi. Taulukko on tarkoitus sijoittaa paperisena Tornadon viereen ja tallentaa sähköisenä Högforsin tietojärjestelmään.

#### 5.4 Tornadon uudelleen ohjelmointi

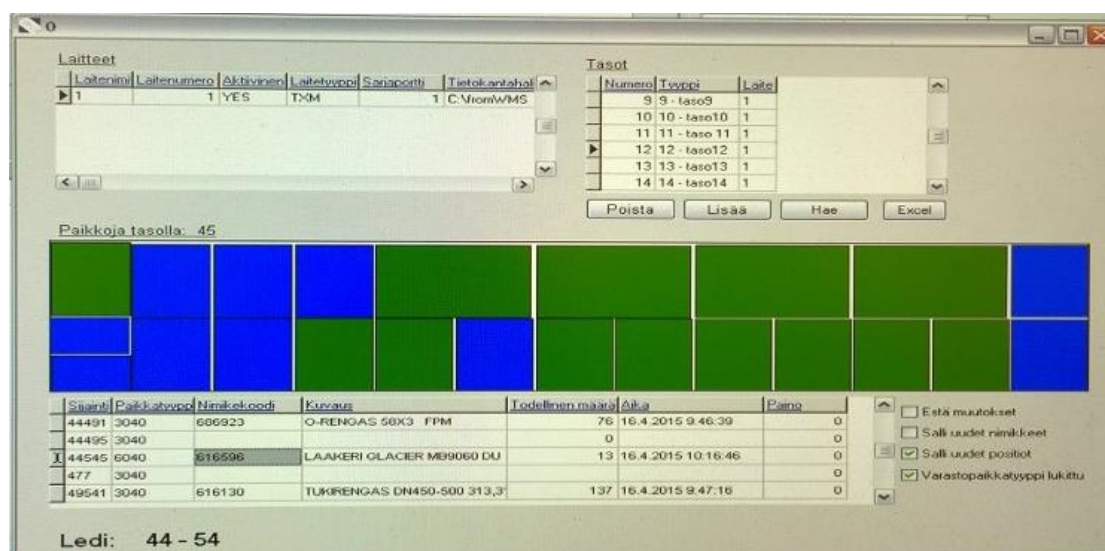
Tornadon kaikkia toimintoja ohjataan tietokoneen välityksellä varastonhallintaohjelmistolla. Tornadoon yhdistetty tietokone sisältää näin ollen kaikki tiedot sen sisältämistä nimikkeistä. Järjestelmään syötetään sinne varastoitavien komponenttien nimikkeet, nimikekoodit, kuvaukset, tämänhetkinen saldo sekä nimikkeen sijainti Tornadossa. Nimikkeiden paikkojen luominen tehdään manuaalisesti, yksi nimike kerrallaan.

Kun varastoa lähdettiin tyhjentämään, tyhjennettävän paletin nimikkeiden paikat piti vapauttaa, jotta niiden tilalle saataisiin luotua uusia paikkoja. Nimikkeiden saldot olivat yhteydessä varastopaikkaan eikä nimikekoodiin, joten ennen tyhjentämistä nimikkeen saldo piti merkitä laatikkoon, johon se oli varastoitu. Näin saatiin parhaiten siirrettyä saldotiedot seuraavaan varastopaikkaan. Varastopaikkojen vapauttaminen tehtiin siis tyhjentämisen yhteydessä paletti kerrallaan.

Uusien varastopaikkojen luominen tehtiin samalla periaatteella kuin tyhjentäminen; paletti kerrallaan. Järjestelmän uudelleenjärjestely aloitettiin uusien varastopaikkojen rakentamisesta. Ensimmäisenä piti päättää käytettävien varastolaatikoiden koko ja se, mille paikalle ne sijoitetaan. Näin varastopaikoista saadaan oikean kokoisia ja paletille voidaan rakentaa oikeanlainen layout. Joidenkin palettien kohdalla voitiin käyttää vanhaa layoutia, joidenkin kohdalla sitä piti muuttaa vähän ja osa layouteista rakennettiin kokonaan uudestaan. Järjestelmässä oli valmiina varastoinnissa käytettävien laatikoiden kokoisia paikkoja, joten ne piti vain sijoittaa oikeaan kohtaan. Kuvassa 7 nähdään paletin 12 layoutin rakenne, joka koostuu 40 x 60 mm sekä 40 x 30 mm kokoisista

laatikoista. Kuvan tasonäkymän vasemmassa alalaidassa näkyy myös, että järjestelmään oli mahdollista sijoittaa myös jaettuja laatikoita. Niitä käytettiin, jos venttiiliryhmän kaikki nimikkeet eivät olisi muuten mahtuneet paletille. Jaettuihin laatikoihin voitiin sijoittaa pienikokoisia nimikkeitä tai nimikkeitä, joiden keräilytiheys oli pieni.

Kun paletin layout oli tehty, nimikkeet piti kiinnittää omiin varastopaikkoihinsa. Se tapahtui valitsemalla varastopaikka ja kirjoittamalla sen tietoihin nimikkeen nimikekoodi. Kun nimikekoodi oli syötetty, järjestelmä haki automaattisesti nimikkeen kuvauksen. Kuten aikaisemmin mainittiin nimikkeen saldo oli kiinnitettynä varastopaikkaan eikä nimikkeen tietoihin, joten tässä vaiheessa varastopaikan tietoihin merkittiin myös uuden nimikkeen saldo. Tällä tavoin edettiin läpi jokainen paletti ja jokainen nimike.



Kuva 7. Tornadon tietojärjestelmä. (Ojala 2015)

Kun kaikkien nimikkeiden varastopaikat oli saatu tallennettua järjestelmään, voitiin aloittaa reseptien tekeminen. Reseptit tarkoittavat sitä, että koneelle näppäillään venttiilimallin koodi ja järjestelmä hakee kaikki sen alla olevat nimikkeet. Koska reseptit eivät olleet Högforsilla käytössä, kukaan henkilökunnasta ei osannut tehdä muutoksia järjestelmään. Reseptien teosta kertomaan kutsuttiin Kastenin teknisen tuen työntekijä. Ennen reseptien tekoa ohjelma päivitettiin ja sen yleinen toimivuus tarkistettiin. Reseptien luominen

järjestelmään päätettiin tehdä keräilyssäkin käytettävien työkorttien pohjalta. Ensin syötettiin venttiilimallin nimikekoodi ja sen kuvaus, jonka jälkeen etsittiin järjestelmästä kaikki nimikkeet, jotka kuuluvat venttiilimalliin ja ne linkitettiin venttiiliin alle. Reseptejä laadittiin muutamia, jotta niiden toimivuutta voitaisiin testata. Lopuksi päätettiin, että tuotannon työntekijät laativat loput resepteistä samalla kun he keräilevät tarvitsevansa nimikkeet. Tietokoneen viereen laitettiin lista venttiileistä, joilla on jo resepti, ja työntekijän keräillessä venttiiliä, jolla ei ole reseptiä, hänen pitää laatia sellainen ja merkitä se listaan. Tämän menetelmän avulla saatiin työntekijöitä osallistumaan kehitysprojektiin sekä tutustutettua heitä järjestelmän käyttöön.

### 5.5 Tornadon ulkopuolisten nimikkeiden sijoittelu

Varastoautomaatin vieressä sijaitsevan hyllyn sisältöä arvioitaessa päätettiin, että kaikki hyllyn laakerit voidaan varastoida varastoautomaattiin. Laakerit olivat kookkaita ja niitä tilataan isoina erinä, mutta koska varastoautomaattiin jäi paljon tyhjää hyllytilaa, laakerit voitiin varastoida 40 x 60 mm kokoisiin laatikoihin korkeampiin palettipaikkoihin. Hyllyssä olevien metallitiivisteiden ja suojapahvien käyttö on niin pientä, että niitä ei ollut järkevä varastoida niin keskeiselle paikalle. Ratkaisuksi muodostui kiinnitysrenkaiden siirtäminen metallitiivisteiden ja suojapahvien tilalle Tornadon viereen ja harvemmin käytettävien nimikkeiden vieminen kiinnitysrenkaiden entiselle paikalle. Kiinnitysrenkaiden lisäksi myös akselit haluttiin tuoda lähemmäs kokoonpanoprosessia, joten niille päätettiin rakentaa hyllyt kokoonpanolinjan ympärille. Kiinnitysrenkaat ja kookkaiden venttiilien akselit olivat juuri niitä nimikkeitä, joiden keräily tapahtuu erikseen suuren massan ja koon takia. Toimittajan hyllytettävät nimikkeet päätettiin jättää erilliseen hyllyyn niiden täydentämisen helpottamiseksi. Niiden varastoiminen Tornadoon olisi tarkoittanut sitä, että Högforsin työntekijöiden olisi pitänyt hoitaa nimikkeiden hyllyttäminen.

## 6 TYÖN LOPPUTULOS JA ARVIOINTI

Tämän työn tavoitteena oli tehostaa Högfors Oy:n kokoonpanon keräilyä lyhentämällä keräilyprosessin suoritusaikoja. Suoritusaikoja päädyttiin lyhentämään järjestelemällä uudelleen varastoautomaattiin varastoidut nimikkeet sekä muuntelemalla Tornadon ulkopuolisten nimikkeiden varastopaikkoja. Tarkoitus oli myös etsiä muita mahdollisia keinoja tehostaa keräilyprosessia.

Työhön liittyvään kirjallisuuteen tutustuminen vei työhön annetun aikataulun alkupäästä suhteellisen paljon aikaa, ja nimikkeiden sijoitteluun liittyvän kirjallisuuden löytäminen oli melko haastavaa. Pohjalle saatiin kuitenkin muodostettua monipuolinen teoriapohja, jonka avulla voitiin lähteä suunnittelemaan työn toteutusta. Nimikkeiden uudelleensijoittelu päätettiin tehdä venttiilikohtaisesti, sillä teorian pohjalta tultiin siihen tulokseen, että tämä järjestely vähentäisi eniten keräilyn suoritusaikoja. Venttiilimallit yhdistettiin vielä ryhmiä, jotta saataisiin yhden keräilyn nimikkeet varastoitua mahdollisimman pienelle määrälle paletteja. Nimikkeiden kartoittaminen ja ryhmiin järjestely oli koko työn haastavin ja työläin vaihe. Varastoautomaattia ohjaava järjestelmä ohjelmoitiin vielä niin, että vain venttiilimallin syöttäminen järjestelmään riittää keräilyn suorittamiseen. Kävelymatkat minimoitiin tuomalla kauempana olleet isommat nimikkeet mahdollisimman lähelle kokoonpanolinjaa. Toteutuksessa edettiin suunnitelmien mukaan, lukuun ottamatta pieniä muutoksia nimikkeiden varastopaikoissa. Muutoksista huolimatta toteutus sujui mutkattomasti, ilman suurempia vastoinkäymisiä, mitä edesauttoi tiivis yhteistyö Högforsin henkilökunnan kanssa.

Työn tulosten mittaaminen suoritettiin samalla tavalla kuin lähtötilanteen mittaaminen. Näin ollen ensimmäistä ja toista varastoautomaatin suorituskyvyn mittausta voidaan verrata keskenään. Toiseen mittaukseen valittiin samat venttiilimallit kuin ensimmäiseen mittaukseen. Mittaukseen valitut venttiilit ovat kaikki eri kokoisia, eri venttiilimalleja ja varastoitu eri puolille Tornadoa. Taulukossa 2 on esitetty ensimmäisen ja toisen mittauksien tulokset, joista nähdään keräilyprosessin vaiheiden prosentuaalinen osuus koko

keräilyprosessista. Kun verrataan ensimmäisen ja toisen mittauksien tuloksia toisiinsa, huomataan, että ajankäyttö numeroiden syöttämiseen on laskenut todella paljon. Numeroiden syöttäminen vie siis uudistuksen jälkeen keskimäärin 20 % vähemmän aikaa kuin ennen. Ero johtuu täysin uudistuksesta, joka numeroiden syöttämisprosessiin tehtiin, ja tämän mittauksen avulla voidaan nähdä sen todella vaikuttavan keräilyn suoritusaikoihin. Odotusajan osuus keräilyprosessissa on laskenut noin 10 %. Jos tarkastellaan taulukkoa 3, saadaan parempi kuva odotusajan määrän laskusta, sillä sen määrä sekunteina on laskenut keskimäärin 100 senkuntia eli yli minuutin. Tämä muutos johtuu nimikkeiden loogisemmasta sijainnista, minkä takia Tornado joutuu noutamaan huomattavasti vähemmän paletteja kuin ennen uudistusta. Kun tarkastellaan itse keräilyn osuutta taulukosta 2, huomataan kahdesta muusta vaiheesta lähteneiden prosenttien lisäyksen keräilyvaiheen prosenttiosuutta. Keräilyvaiheen ajallisen osuuden kuuluukin ehdottomasti olla suurin, sillä se on keräilyprosessin keskeisin osa, ja se on täysin arvoa tuottavaa toimintaa.

Taulukko 2. Keräilyprosessin vaiheiden osuudet prosentteina.

ENSIMMÄINEN MITTAUS (%)

Nimike	koko kesto	näppäily	odotus	keräily
411 CS 100z EX	100 %	21 %	52 %	27 %
313 CS 500 MGS	100 %	22 %	59 %	19 %
455 KC DN65	100 %	35 %	43 %	22 %

TOINEN MITTAUS (%)

Nimike	koko kesto	näppäily	odotus	keräily
411 CS 100z EX	100 %	6 %	40 %	54 %
313 CS 500 MGS	100 %	4 %	42 %	54 %
455 KC DN65	100 %	6 %	34 %	50 %

Taulukkoon 3 on laskettu erotus ensimmäisen ja toisen mittauksen välillä. Tuloksista huomataan, että kahden mittauksen välinen ero on keskimäärin kaksi ja puoli minuuttia ja ylimpänä olevan suorituksen kohdalla jopa 203 sekuntia. Erotuksista voitiin laskea suoritusaikojen prosentiaalinen lasku, jotka olivat 66 %, 38 % sekä 56 %. Näin ollen suoritusaikojen keskimääräinen lasku oli 53 prosenttia. Numeroiden syöttöön tehty uudistus oli yllättävän tehokas, sillä sen

vaikutus suoritusaikojen laskuun on lähes puolet. Loput ajan lyhenemisestä selittyy uudella nimikkeiden järjestyksellä.

Taulukko 3. Keräilyn suoritusaikojen lopputulokset sekunteina ja prosentteina.

#### ENSIMMÄINEN MITTAUS

Nimike	koko kesto	näppäily	odotus	keräily
411 CS 100z EX	309 s	66 s	161 s	82 s
313 CS 500 MGS	266 s	59 s	156 s	51 s
455 KC DN65	292 s	102 s	127 s	63 s

#### TOINEN MITTAUS

Nimike	koko kesto	näppäily	odotus	keräily
411 CS 100z EX	106 s	6 s	43 s	57 s
313 CS 500 MGS	164 s	7 s	69 s	88 s
455 KC DN65	128 s	8 s	44 s	63 s

#### MUUTOKSET

Nimike	1. suoritus	2. suoritus	erotus	laski %
411 CS 100z EX	309 s	106 s	203 s	66 %
313 CS 500 MGS	266 s	164 s	102 s	38 %
455 KC DN65	292 s	128 s	164 s	56 %



## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Toteutuksen pohjalta syntyneitä tuloksia voidaan pitää erinomaisina. Työn tavoittena oli tehostaa keräilyprosessia pienentämällä keräilyyn kuluvaan aikaan ja voidaan sanoa, että tavoitteeseen päästiin. Keräilyn suoritusajat laskivat noin 50 prosenttia aikaisemmista suoritusajoista. Tavoitteena oli ajan säästäminen, mutta uudistus saattaa poikia myös muita hyviä vaikutuksia organisaation toimintaan. Kun keräilyprosessi vie vähemmän aikaa, työntekijät voivat käyttää aikansa tehokkaammin, sellaisten toimintojen parissa, jotka ovat arvoa tuottavia toimintoja. Työntekijöiden ajankäytön tehostamisella voidaan mahdollisesti vaikuttaa myös organisaation henkilöstökustannusten alenemiseen.

Keräilyn noutokäskyn lähettäminen järjestelmään uudistettiin niin, että nimikkeiden nimikekoodien sijaan järjestelmään syötetään vain venttiilimallin nimikekoodi. Uuden menetelmän myötä on todennäköistä, että virheiden mahdollisuus kyseisen prosessin yhteydessä pienenee, sillä on epätodennäköisempää tehdä virhe yhden numerosarjan kirjoittamisessa kuin jos numerosarjoja on kymmenen. Virheiden määrien lasku taas vaikuttaa organisaation laatukustannusten pienenemiseen. Mahdollisten virheiden määrän laskuun tuotannossa tulee luultavasti vaikuttamaan myös se, että nimikkeet on sijoitettu loogisempaan järjestykseen kuin aikaisemmin. Paremmin sijoitellut nimikkeet on helpompi keräillä ja myös hyllytysprosessi on selkeämpi uuden järjestyksen myötä. Uudelleensijoittelu tulee vaikuttamaan virhekeräilyjen pienenemiseen ja sitä kautta laatukustannusten alenemiseen.

Opinnäytetyöprosessin aikana tuli esiin jatkokehitysehdotus, jota voisi mahdollisesti harkita tulevaisuudessa. Viivakoodien käyttöönotto, johon ei lähdetty tämän projektin aikana investoimaan, olisi tutkimisen arvoinen asia. Viivakoodien käyttö nopeuttaisi edelleen keräilyprosessia ja eliminoisi mahdollisia keräilyn yhteydessä tapahtuvia näppäilyvirheitä. Tuotannon ja varastoinnin lisäksi viivakoodien käyttö voitaisiin integroida toimiston puolelle, mikä virheiden vähenemisen lisäksi vähentäisi myös ylimääräistä työntekoa. Suhteessa viivakoodien käyttöönoton hyötyihin, siihen investoiminen ei ole

kallista, sillä sen voi toteuttaa jo olemassa olevilla ohjelmistoilla. Menetelemän käyttöönotto vaatisi investoimista viivakoodin lukijoihin sekä ohjelmointi- ja perehdyttämispalveluihin. (Barry 2010.)

## LÄHTEET

Arnold, J.R.T.; Chapman S.N. & Clive L.M. 2012. Introduction to Materials Management. Pearson Education.

Barry, C. 2010. How to Reduce Warehouse Costs. Viitattu 23.4.2015 [www.multichannelmerchant.com](http://www.multichannelmerchant.com) > News > How to reduce warehouse costs.

Bozarth, C.C. & Handfield, R.B. 2008. Introduction to Operations and Supply Chain Management. New Jersey: Pearson Education.

Diebold, J. 2013. Making Your Carousel System Work for You, Not Against You. Viitattu 23.4.2015 [www.commonwealth-sca.com](http://www.commonwealth-sca.com) > distribution center improvement.

Flinchbaugh, J. 2005. Material Handling Management. Cleveland: Penton Media Inc.

HögforsValves 2015a. Tuotteet. Viitattu 30.4.2015 [www.högforsvalves.com](http://www.högforsvalves.com) > Tuotteet.

HögforsValves 2015b. Yritys. Viitattu 5.2.2015 [www.högforsvalves.com](http://www.högforsvalves.com) > Yritys.

Kasten 2015. Kasten Tornado-varastoautomaatti. Viitattu 18.2.2015 [www.kasten.fi](http://www.kasten.fi) > Tuotteet > Varastoautomaatit > Tornado-varastoautomaatti.

Logistiikan Maailma 2014a. Viitattu 30.4.2015 [www.logistiikanmaailma.fi](http://www.logistiikanmaailma.fi) > Logistiikan taidot > Palvelutasojen luokitus – ABC(pareto).

Logistiikan Maailma 2014b. Viitattu 2.5.2015 [www.logistiikanmaailma.fi](http://www.logistiikanmaailma.fi) > Varastointi > Varaston toiminnot.

Manning, A. 2008. Modern Materials Handling. Framingham: Peerless Media.

Milk Works. Viitattu 2.5.2015. [www.milkworks.fi](http://www.milkworks.fi) > Oppimateriaali > Varastointi ja jakelu.

Modig, N. & Åhlström, P. 2013. Tätä on lean. Halmstad: Rheologica Publishing.

Petersen, C.G.; Aase, G.R. & Heiser, D.R. 2004. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. Bradford: Emerald Group Publishing.

Piasecki, D. 2000. Order Picking: Methods and Equipment for Piece Pick, Case Pick, and Pallet Pick Operations. Viitattu 23.4.2015 [www.inventoryops.com](http://www.inventoryops.com) > Articles > Methods and equipment for piece pick, case pick, and pallet pick operations.

Picking Strategies 2011. Logistics Manager. Tunbridge Wells: Brooks Media Solutions.

Ritvanen, V.; Inkiläinen, A.; von Bell, A. & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.

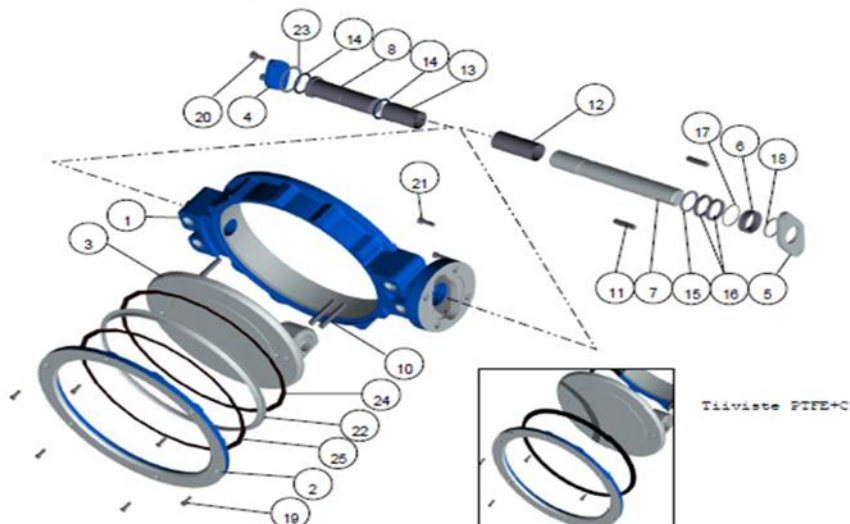
Saenz, N. 2000. It's in the pick. IIE Solutions.

Sakki, J. 2003. Tilaus-toimitusketjun hallinta – Logistinen B-to-B –prosessi. Espoo: Hakapaino Oy.

Solakivi, T; Ojala, L; Lorentz, H; Laari, S & Töyli, J. 2012. Logistiikkaselvitys 2012. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö.

Turun Hyll- ja Trukkitalo 2014. THTT Kuvasto 2014.

## Venttiilimallien räjähdyskuvat ja osaluettelot



### Osat ja materiaalit

Osa	Materiaali
1 Runko	Hiliteräs EN10213 GP240GH / ASTM A216 WCB
2 Vastalaippa	Hiliteräs EN10028-2 P265GH
3 Läppä	Haponkestävä teräs EN10213 1.4408, ASTM A351 CF8M, SS2324
4 Pohjakansi	Haponkestävä teräs EN10216-5 1.4436 / 1.4404
5 Tiivistelaippa	Haponkestävä teräs EN10216-5 1.4436 / 1.4404
6 Tiivisteholkki	Haponkestävä teräs EN10216-5 1.4404
7 Yläakseli	Haponkestävä teräs EN10088-3 1.4460 / 1.4418+QT900
8 Ala-akseli	Haponkestävä teräs EN10088-3 1.4460 / 1.4418+QT900
10 Lienösokka	Haponkestävä teräs EN10088-3 1.4462 / 1.4418+QT900
11 Kiila	Hiliteräs 1.0503 DIN 6885A
12 Ylälaakeri	PTFE:llä pinnoitettu haponkestävä verkko
13 Alalaakeri	PTFE:llä pinnoitettu haponkestävä verkko
14 Laakerilevy	PTFE:llä pinnoitettu haponkestävä verkko
15 Tukirengas	Haponkestävä teräs EN10216-5 1.4404
16 Karatiiviste	Grafiitti
17,18 O-rengas	FPM / EPDM Ei höyryversiossa
19 Kuusiokoloruvi	Haponkestävä teräs ISO 3506 A4-80
20 Kuusioruvi	Haponkestävä teräs ISO 3506 A4-80
21 Kuusioruvi	Haponkestävä teräs ISO 3506 A4-80
22 Sulku tiiviste	Kovakromattu haponkestävä teräs AISI 316L tai PTFE+C Enkoismateriaali tilauksesta
23 Pohjakannen tiiviste	Hilikuitti / Grafiitti Grafiitti höyryversiossa
24, 25 Väli tiiviste	Hilikuitti / Grafiitti Grafiitti höyryversiossa

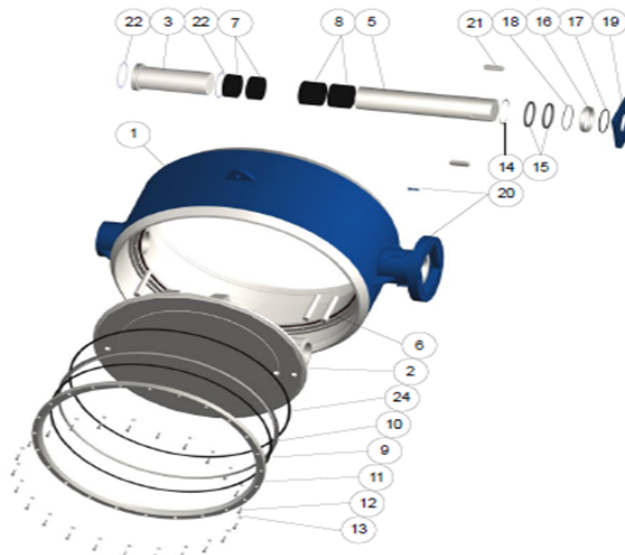
HÖGFORS OY

PL 13, Örninkatu 15  
24101 SALOPuh. +358 (0)2 7277 200  
Fax. +358 (0)2 7277 201

Sivu 2/9

www.hogfors.com

## Räjätyskuva



## Osat ja vakiomateriaalit

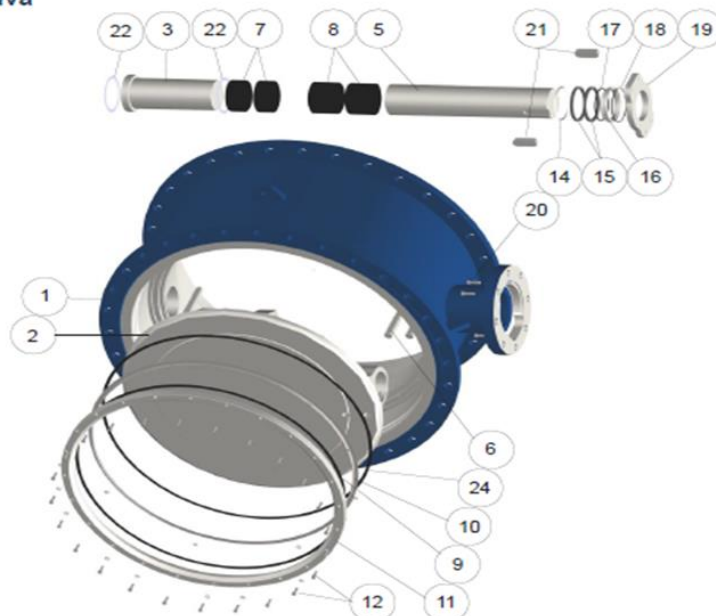
Osa	Materiaali
1 Runko	Hiliteräs EN 10028-2 P265GH
2 Läppä	Haponkestävä teräs EN10213 1.4408, ASTM A351 CF8M, SS2324
3 Ala-akseli	Haponkestävä teräs EN10088-3 1.4460 / 1.4418+QT900
5 Yläakseli	Haponkestävä teräs EN10088-3 1.4460 / 1.4418+QT900
6 Lieriösokka	Haponkestävä teräs EN10088-3 1.4462 / 1.4418+QT900
7 Alalaakeri	PTFE:llä pinnoitettu haponkestävä verkko
8 Ylälaakeri	PTFE:llä pinnoitettu haponkestävä verkko
9,24 Väliiviste	Hililikuitu
10 Sulkutiiviste	Kovakromattu haponkestävä teräs AISI 316L tai PTFE+C
11 Kiinnitysrenas	Hiliteräs EN10028-2 P265GH
12, 13 Kuusiokoloruuvi ja aluslaatta	Haponkestävä teräs ISO 3506 A4-80
14 Tukirenas	Haponkestävä teräs EN10216-5 1.4404
15 Karatiiviste	Grafiitti
16 Tiivistehoikki	Haponkestävä teräs EN10216-5 1.4404
17,18 O-renas	EPDM / FPM
19 Tiivistelaippa	Haponkestävä teräs EN10028-7 1.4436 / 1.4404
20 Kuusioruuvi	Haponkestävä teräs ISO 3506 A4-80
21 Kiila	Hiliteräs 1.0503 DIN 6885A
22 Laakerilevy	PTFE:llä pinnoitettu haponkestävä verkko

HÖGFORS OY

P.O.Box 13, Örninkatu 15  
FI - 24101 SALO, FINLANDTel. +358 (0)2 7277 200  
Fax. +358 (0)2 7277 201Sivu 2/7  
[www.hogfors.com](http://www.hogfors.com)

	BLUE LINE	LÄPPÄVENTTIILI laipallinen	
	315 -sarja		

## Räjätyskuva



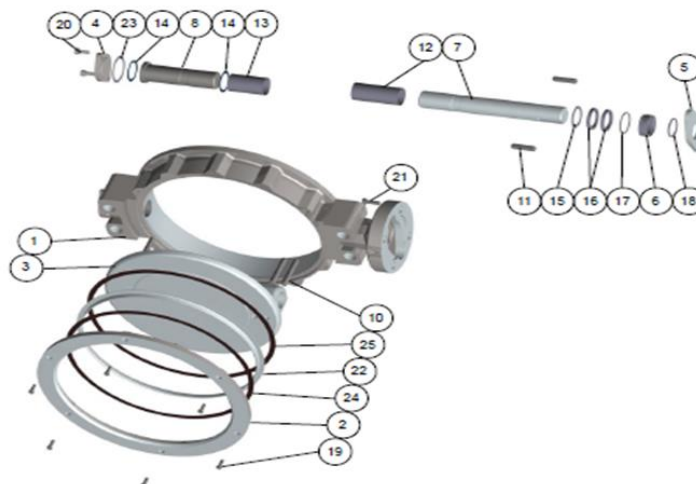
## Osat ja materiaalit

Osa	Materiaali
1 Runko	Hiiliteräs EN10028-2 P285GH
2 Läppä	Haponkestävä teräs EN10213 1.4408, ASTM A351 CF8M, SS2324
3 Ala-akseli	Haponkestävä teräs EN10088-3 1.4460 / 1.4418+QT900
5 Yläakseli	Haponkestävä teräs EN10088-3 1.4460 / 1.4418+QT900
6 Lieriosokka	Haponkestävä teräs EN10088-3 1.4462 / 1.4418+QT900
7 Alalaakeri	PTFE:llä pinnoitettu haponkestävä verkko
8 Ylälaakeri	PTFE:llä pinnoitettu haponkestävä verkko
9, 24 Välitivist	Hiilikuitu
10 Sulkuvist	Kovakromattu haponkestävä teräs AISI 316L tai PTFE+C
11 Kiinnitysrenas	Hiiliteräs EN10028-2 P285GH
12 Kuusiokolonuvi	Haponkestävä teräs ISO 3508 A4-80
13 Aluslaatta	Haponkestävä teräs ISO 3508 A4-80
14 Tukirengas	Haponkestävä teräs EN10216-5 1.4404
15 Karativiste	Grafiitti
16 Tiivisteholkki	Haponkestävä teräs EN10216-5 1.4404
17, 18 O-renas	EPDM / FPM
19 Tiivistelaippa	Haponkestävä teräs EN10028-7 1.4436 / 1.4404
20 Kuusioruvi	Haponkestävä teräs ISO 3508 A4-80
21 Kiila	Hiiliteräs 1.0503 DIN 6885A
22 Laakerilevy	PTFE:llä pinnoitettu haponkestävä verkko

HÖGFORS OY

PL 13, Örninkatu 15  
24101 SALOPuh. +358 (0)2 7277 200  
Fax. +358 (0)2 7277 201Sivu 2/7  
[www.hogfors.com](http://www.hogfors.com)

	SILVER LINE	LÄPPÄVENTTIILI wafer tyyppi	
	411- (410) sarjat		



#### Osat ja materiaalit

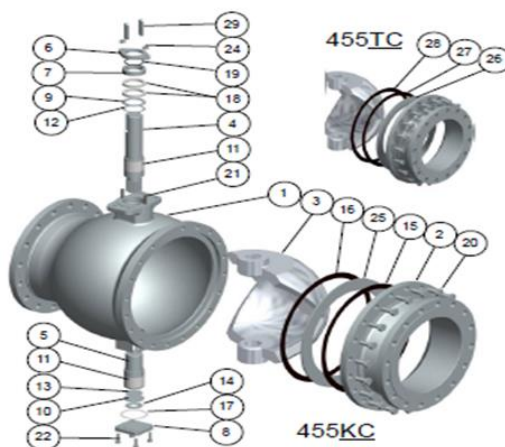
Osa	Materiaali
1 Runko	Haponkestävä teräs ASTM A351 CF8M, EN10213 1.4404
2 Vastalaippa	Haponkestävä teräs ASTM A351 CF8M, EN10213 1.4404
3 Läppä	Haponkestävä teräs ASTM A351 CF8M, EN10213 1.4408, SS2324
4 Pohjakansi	Haponkestävä teräs EN10218-5 1.4436 / 1.4404
5 Tiivistelaippa	Haponkestävä teräs EN10218-5 1.4436 / 1.4404
6 Tiivisteholkki	Haponkestävä teräs EN10218-5 1.4404
7 Yläakseli	Haponkestävä teräs EN10088-3 1.4460 / 1.4418+QT900
8 Ala-akseli	Haponkestävä teräs EN10088-3 1.4460 / 1.4418+QT900
10 Lieriösokka	Haponkestävä teräs EN10088-3 1.4462 / 1.4418+QT900
11 Kiila	Hiiliteräs 1.0503 DIN 6885A
12 Ylälaakeri	PTFE:llä pinnoitettu haponkestävä verkko
13 Alalaakeri	PTFE:llä pinnoitettu haponkestävä verkko
14 Laakerilevy	PTFE:llä pinnoitettu haponkestävä verkko
15 Tukirengas	Haponkestävä teräs EN10218-5 1.4404
16 Karatiiviste	Grafiitti
17, 18 O-rengas	FPM / EPDM
19 Kuusioruuvi	Haponkestävä teräs ISO 3508 A4-80
20 Kuusioruuvi	Haponkestävä teräs ISO 3508 A4-80
21 Kuusiokoloruuvi	Haponkestävä teräs ISO 3508 A4-80
22 Sulku tiiviste	Kovakromattu haponkestävä teräs AISI316L tai PTFE+C
23 Pohjakannen tiiviste	Hiilikuitu / Grafiitti
24, 25 Väli tiiviste	Hiilikuitu / Grafiitti

HÖGFORS OY

PL 13, Örninkatu 15  
24101 SALOPuh. +358 (0)2 7277 200  
Fax. +358 (0)2 7277 201Sivu 2/9  
[www.hogfors.com](http://www.hogfors.com)



	SILVER LINE	V-PALLOVENTTIILI haponkestävä teräs	
	455- (459) sarjat		



### Osat ja materiaalit

Osa	Materiaali
1	Runko
2	Runkolaippa
3	V-pallo
4	Yläakseli
5	Ala-akseli
6	Tiivistelaippa
7	Välirengas
8	Pohjakansi
9	Painelaakerilevy
10	Painelaakerilevy
11	Liukulaakeri
12	Yläpainelaakeri
13	Alapainelaakeri
14	Lautasjousi
15, 16	Välitiiviste
17	Pohjakannen tiiviste
18	Karatiiviste
19	O-rengas
20	Kuusioruuvi + mutteri
21	Kierretanko
22	Kuusikoloruuvi
24	Mutteri
25	K-tiiviste
26	T-tiiviste
27	Tukilevy
28	Välitiiviste
29	Kiila

HÖGFORS OY

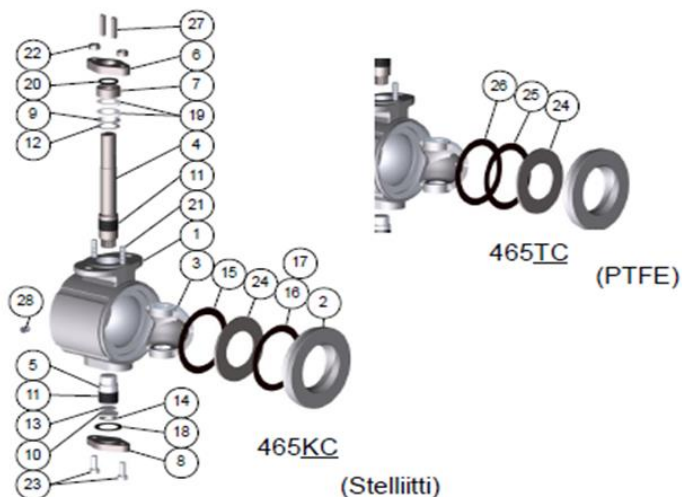
PL 13, Ominkatu 15  
24101 SALOPuh. +358 (0)2 7277 200  
Fax. +358 (0)2 7277 201

Sivu 2/9

www.hogfors.com



	SILVER LINE	V-AUKKOPALLOVENTTIILI wafer tyyppi	 Valves 15-04-2014
	465-sarjat		



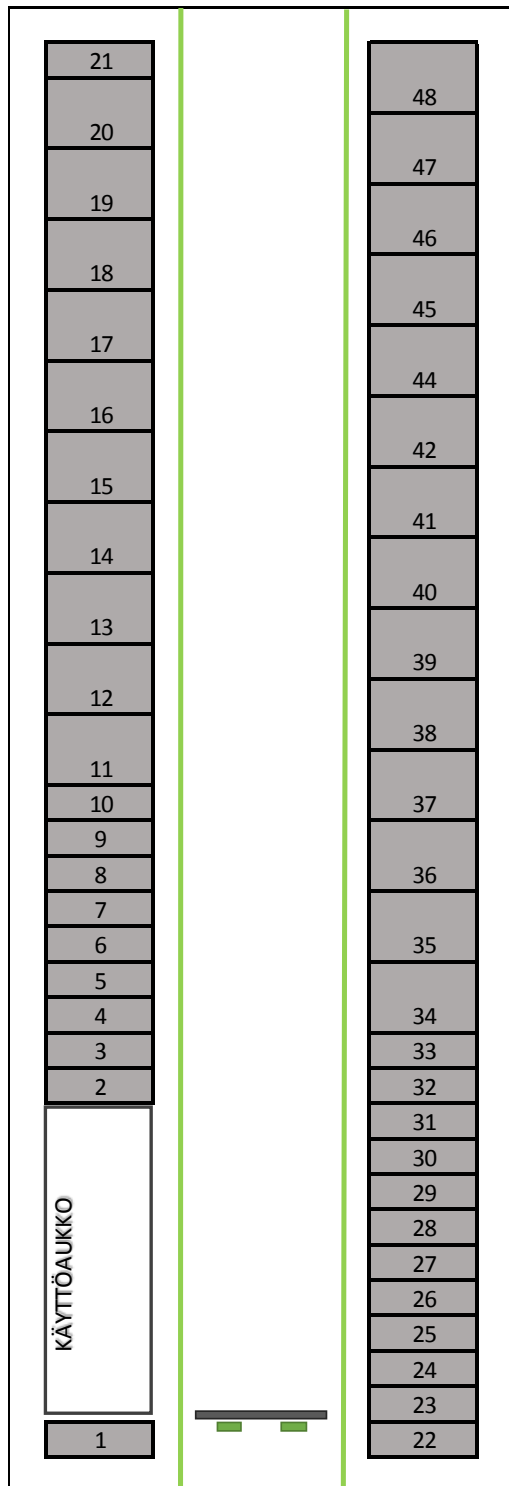
#### Osat ja materiaalit

Osa	Materiaali
1	Runko
2	Vastarengas
3	V-pallo
4	Yläakseli
5	Ala-akseli
6	Tiivistelaippa
7	Välirengas
8	Pohjakansi
9	Painelaakerirengas
10	Painelaakerilevy
11	Liukulaakeri
12	Yläpainelaakeri
13	Alapainelaakeri
14	Lautasjousi
15, 16, 17	Välitiiviste
18	Pohjakannen tiiviste
19	Karativiste
20	O-rengas
21, 22	Kuusiokuori + mutteri
23	Kuusiokoloruvi
24	T-tiiviste
24	K-tiiviste
25	Tukilevy
26	Välitiiviste
27	Kiila
28	Kuusiokolopidätinruuvi

HÖGFORS OY

PL 13, Örninkatu 15  
24101 SALOPuh. +358 (0)2 7277 200  
Fax. +358 (0)2 7277 201Sivu 2/8  
[www.hogfors.com](http://www.hogfors.com)

## Tornadon hissikartta



## Suunnitelman mukaiset venttiiliryhmät

MALLI	KOKO
310	DN 80
311	DN 80
312	DN 80
410	DN 80
411	DN 80
310	DN 100 + 125
311	DN 100 + 125
312	DN 100 + 125
410	DN 100 + 125
411	DN 100 + 125
310	DN 150 + 200
311	DN 150 + 200
312	DN 150 + 200
410	DN 150 + 200
411	DN 150 + 200
313	DN 200
315	DN 200
310	DN 250
311	DN 250
312	DN 250
410	DN 250
411	DN 250
313	DN 250
315	DN 250
310	DN 300
311	DN 300
312	DN 300
410	DN 300
411	DN 300
313	DN 300
315	DN 300
310	DN 350
311	DN 350
312	DN 350
410	DN 350
411	DN 350
313	DN 350 + 400
315	DN 350 + 400

MALLI	KOKO
311	DN 400 + 450
312	DN 400 + 450
410	DN 400 + 450
411	DN 400 + 450
313	DN 450 + 500
315	DN 450 + 500
311	DN 500
312	DN 500
313	DN 600
315	DN 600
311	DN 600 + 700
312	DN 600 + 700
411	DN 600 + 700
313	DN 700 + 800
315	DN 700 + 800
311	DN 800
312	DN 800
313	DN 900
315	DN 900
313	DN 1000
315	DN 1000
313	DN 1200
315	DN 1200
455	DN 25
465	DN 25 + 32
455	DN 32 + 40
465	DN 40 + 50
455	DN 50 + 65
465	DN 65 + 80
455	DN 80 + 100
465	DN 100
455	DN 125 + 150
465	DN 150 + 200
455	DN 200 + 250

## Tornadon palettien sisältämät nimikkeet

### PALETTI 1

Metallitiivisteitä
Välitiivisteitä

### PALETTI 2

455	DN 25	924336	Tiivistel. DN25
465	DN 25 + 32	924629	Välirengas 22/12*13
		924337	Pohjakansi
		924440	K-tiiviste DN25 455
		651174	Pohjakannen tiiviste 26/17 HIILIKUITU
		655100	Painelaakerirengas 455 DN25
		632489	Painelaakerilevy 455 DN25
		565499	Liukulaakeri 455 DN25
		586818	Ylä-painelaakeri 455 DN25 21/12
		589093	Ala-painelaakeri 455 DN25
		577577	Karatiiviste 22/12*5 GRAFIITTI
		622282	O-rengas 12,3x2,4 EPDM SKEGA
455	DN 32 + 40	924340	Tiivistel. DN32-40 455
465	DN 40 + 50	924630	Välirengas 26/16*13
		924341	Pohjakansi 411,455,465 1.4404
		924441	K-tiiviste DN32 455
		626705	Pohjakannen tiiviste 30/21 411 HIILIKUITU
		653121	Painelaakeri DN32-40 455 26/16,2X2
		630467	Painelaakerilevy 455 DN32-40
		565655	Liukulaakeri 455 DN32-40 64X14
		589010	Ylä-painelaakeri 455 DN32-40 25/16
		584326	Ala-painelaakeri 455 DN32-40
		577767	Karatiiviste 26/16*5 GRAFIITTI
		622290	O-rengas 16,3x2,4 EPDM SKEGA
310	DN 80	933502	Ylä-akseli 411 DN80 1.4460 EN10088-3
311	DN 80	933505	Ala-akseli DN80 1.4460 EN10088-3
312	DN 80	618357	Lieriösokka 7x24 1.4462
410	DN 80	642686	Ylälaakeri 48*57 PAMPUS
411	DN 80	695510	Ala- / Ylälaakeri 48*41 PAMPUS
		695502	Laakerilevy DN80 PAMPUS
		616272	Tukirengas 15 akselille
		616273	Karatiiviste 25/15*5 GRAFIITTI
		681429	O-rengas 19,2x3 FPM
		616344	O-rengas 15,3x2,4 FPM
		626705	Pohjakannen tiiviste 30/21 411 HIILIKUITU
		929308	Tiivistelaippa 15 aks.
		929309	Tiivisteholkki 15 aks.
		929372	Välirengas 15 aks.
		588319	Metallitiiviste DN80
		617751	Tiiviste DN80 PTFE+C

## PALETTI 3

455	DN 50 + 65	924194	Tiivistel. DN50-65 455
465	DN 65 + 80	924631	Välirengas 31/21*13
		923010	Pohjakansi 411,455,465 1.4404
		653063	Painelaakerirengas DN50-65 455
		655852	Painelaakerilevy DN50-65 455
		565697	Liukulaakeri 455 DN50-65
		589028	Ylä-painelaakeri 455 DN50-65 30/21
		557611	Ala-painelaakeri 455 DN50-65
		924443	K-tiiviste DN50 455
		578013	Karatiiviste 31/21*5 GRAFIITTI
		553586	O-rengas 21,3x3 EPDM
455	DN 80 + 100	924197	Tiivistel. DN80-100 455
465	DN 100	924632	Välirengas 44/30*16
		923011	Pohjakansi 411,455,465 1.4404
		653147	Painelaakerirengas/tukirengas 30mm akseli
		653089	Painelaakerilevy 455 DN80-100
		565705	Liukulaakeri 455 DN80-100
		589242	Ylä-painelaakeri 455 DN80-100 42/30
		588541	Ala-painelaakeri 455 DN80-100
		587113	Lautasjousi 450 DN32-40
		924445	K-tiiviste DN80 455
		682682	O-rengas 30,2x3 EPDM SKEGA
455	DN 125 + 150	924244	Tiivistel. DN125-150 455
		924633	Välirengas 60/40*20
		924245	Pohjakansi
		653139	Painelaakerirengas 455 DN125-150 60/40,2x2
		653105	Painelaakerilevy 455 DN125-150
		565721	Liukulaakeri DN125-150 158x30
		581322	Yläpainelaakeri DN125-150 455 58/40
		588608	Ala-painelaakeri 455 DN125-150
		924447	K-tiiviste DN125 455
		626762	Pohjakannen tiiviste 66/50 455 HIILIKUITU
		578195	Karatiiviste 60/40X10 GRAFIITTI
		682716	O-rengas 40,2x3 EPDM SKEGA
465	DN 150 + 200	924197	Tiivistel. DN80-100 455
		924632	Välirengas 44/30*16
		923011	Pohjakansi 411,455,465 1.4404
		924446	K-tiiviste DN100 455
		626739	Pohjakannen tiiviste 45/35 HIILIKUITU
		653147	Painelaakerirengas/tukirengas 30mm akseli
		653089	Painelaakerilevy 455 DN80-100
		565705	Liukulaakeri 455 DN80-100
		589242	Ylä-painelaakeri 455 DN80-100 42/30
		578179	Karatiiviste 44/30*7 GRAFIITTI
		682682	O-rengas 30,2x3 EPDM SKEGA

## PALETTI 4

455	DN 200 + 250	924619	Tiivistel. DN200-250 455
455	DN 300	924634	Välirengas 70/50*22
		924402	Pohjakansi
		642603	Painelaakerir. 455 DN200-250
		645846	Painelaakerilevy 455 DN200-250
		565747	Liukulaakeri 455 DN200-250
		589077	Yläpainelaakeri 455 DN200-250 68/50
		626788	Pohjakannen tiiviste 80/60 HIILIKUITU
		584110	Karatiiviste 70/50*10 GRAFIITTI
			K-tiivisteet
			Lukitusvivut

## PALETTI 5

310	DN 100 + 125	933503	Ylä-akseli 411 DN100-125
311	DN 100 + 125	933506	Ala-akseli DN100-125
312	DN 100 + 125	618358	Lieriösokka 9x31 EN10088
410	DN 100 + 125	618132	Ylälaakeri 64*70 PAMPUS
411	DN 100 + 125	691246	Ala- / Ylälaakeri 64*44,5 PAMPUS
		691154	Laakerilevy DN100-125 PAMPUS
		616269	Tukirengas 20mm akselille 1.4404
		616270	Karatiiviste 30/20*5 GRAFIITTI
		686873	O-rengas 24x3 FPM
		681221	O-rengas 20,2*3 FPM
		626721	Pohjakannen tiiviste 36/26 HIILIKUITU
		923010	Pohjakansi 411,455,465 1.4404
		929304	Tiivistelaippa 15-20 aks. 1.4404
		929305	Tiivisteholkki 20 aks. 1.4404
		929373	Välirengas 20 aks.
		617752	Tiiviste DN100 PTFE+C
		617754	Tiiviste DN125 PTFE+C

## PALETTI 6

310	DN 150 + 200	933504	Ylä-akseli DN150-200 1.4460
311	DN 150 + 200	933507	Ala-akseli DN150-200 1.4460
312	DN 150 + 200	618359	Lieriösokka 12*35 1.4462
410	DN 150 + 200	616274	Ylälaakeri 79,5*76 PAMPUS
411	DN 150 + 200	691352	Alalaakeri 79,5*49 PAMPUS
313	DN 200	691170	Laakerilevy DN150-200 PAMPUS
315	DN 200	616075	Tukirengas 313 DN200
		616122	Karatiiviste 35/25*5 GRAFIITTI
		686881	O-rengas 29x3 FPM
		681239	O-rengas 25,2x3 FPM
		626739	Pohjakannen tiiviste 45/35 HIILIKUITU
		923011	Pohjakansi 411,455,465 1.4404
		928967	Tiivistelaippa 25 aks. 1.4404
		928966	Tiivisteholkki 25 aks. 1.4404
		929374	Välirengas 25 aks.
		933508	Ala-akseli DN200
		618360	Lieriösokka 12*43
		616275	Ylälaakeri 79,5*64 PAMPUS
		933518	Ylä-akseli 313 DN200
		616141	Ylälaakeri 79,5*137 PAMPUS
		686816	O-rengas 29x3 EPDM
		682674	O-rengas 25,3x3 EPDM SKEGA no 7070017
310	DN 250	933509	Ylä-akseli DN250
311	DN 250	933533	Ala-akseli DN250
312	DN 250	618362	Lieriösokka 14*47
410	DN 250	616266	Alalaakeri 95*67 PAMPUS
411	DN 250	616267	Ylälaakeri 95*91 PAMPUS
313	DN 250	691196	Laakerilevy DN250 PAMPUS
315	DN 250	653147	Painelaakerirengas/tukirengas 30mm akseli
		578179	Karatiiviste 44/30*7 GRAFIITTI
		686899	O-rengas 38x3 FPM
		680975	O-rengas 30,2x3 FPM
		626747	Pohjakannen tiiviste 48/38 HIILIKUITU
		923012	Pohjakansi 411
		928955	Tiivistelaippa 30 aks.
		928956	Tiivisteholkki 30 aks.
		929375	Välirengas 30 aks.
		933540	Ala-akseli DN200 1.4418
		933519	Ylä-akseli DN250
		618360	Lieriösokka 12*43
		557579	Ala- / Ylälaakeri 95*60,5 PAMPUS
		616133	Ylälaakeri 95*147 PAMPUS
		686824	O-rengas 38x3 EPDM
		682682	O-rengas 30,2x3 EPDM SKEGA

## PALETTI 7

DN	150 - 600	PTFE tiivisteet
----	-----------	-----------------

## PALETTI 8

450	DN 25 - 40	926134	Kara 450 DN25
		923852	Välirengas D21,8/d12,3
		923858	Rajoitintappi 450 4401
		923865	Rajoitinlevy 450 DN 25
		617753	Kuusiomutteri M12x1,5
		621060	Pallotiiviste 35x24
		580134	Vastinlevy DN25 - 32
		582015	Tiivisteholkki DN25
		579557	Runkotiiviste DN25
		925712	Kara 440 DN40-50
		923853	Välirengas D25,8/d16,3
		923866	Rajoitinlevy 450 DN 32-40
		618207	Pallov.kahva 40-50mm
		617761	Kuusiomutteri M16x1,5
		696780	Vastinlevy DN32-40
		619213	Tiivisteholkki DN40-50
		579573	Runkotiiviste DN32
		621086	Pallotiiviste 52x39
		619296	Runkotiiviste DN40



## PALETTI 11

310	DN 300	933510	Ylä-akseli DN300-350
311	DN 300	933534	Ala-akseli DN300-350
312	DN 300	618363	Lieriösokka 17*55
410	DN 300	506584	Ylälaakeri 111*100,5 PAMPUS
411	DN 300	691295	Ylälaakeri 111*80 PAMPUS
313	DN 300	691204	Laakerilevy DN300 PAMPUS
315	DN 300	616132	Tukirengas 35mm akselille
		616123	Karatiiviste 49/35*7 GRAFIITTI
		686907	O-rengas 43,5x3 FPM
		681015	O-rengas 35,2x3 FPM
		626754	Pohjakannen tiiviste 60/46,5*1,0 HIILIKUITU
		923013	Pohjakansi 411 1.4436 EN10028
		929023	Tiivistelaippa 35 aks.
		929025	Tiivisteholkki 35 aks.
		929376	Välirengas 35 aks.
		933541	Ala-akseli DN250
		933520	Ylä-akseli 313 DN300
		618361	Lieriösokka 12*50
		557744	Alalaakeri 111*73 PAMPUS
		616134	Ylälaakeri 111*144 PAMPUS
		686832	O-rengas 43,5x3
		682708	O-rengas 35,2x3 EPDM
310	DN 350	642744	Alalaakeri 126,5*92 PAMPUS
311	DN 350	618537	Ylälaakeri 126,5*104 PAMPUS
312	DN 350	618363	Lieriösokka 17*55
410	DN 350	630640	Laakerilevy DN350 PAMPUS
411	DN 350	616129	Tukirengas DN350-400 313,315 AISI 316L
313	DN 350 + 400	616124	Karatiiviste 54/40*7 GRAFIITTI
315	DN 350 + 400	686915	O-rengas 48x3 FPM
		681031	O-rengas 40,2x3 FPM
		617206	Pohjakannen tiiviste 69/54 HIILIKUITU
		933701	Pohjakansi 411
		928991	Tiivistelaippa 40 aks.
		928993	Tiivisteholkki 40 aks.
		929377	Välirengas 40 aks.
		557843	Alalaakeri 126,5*73 PAMPUS
		616135	Ylälaakeri 126,5*147 PAMPUS
		686840	O-rengas 48x3 EPDM
		682716	O-rengas 40,2x3 EPDM SKEGA
		616282	Ylälaakeri 126,5*178 PAMPUS

## PALETTI 12

311	DN 400 + 450	618364	Lieriösokka 20*72 EN10088
312	DN 400 + 450	616962	Ylälaakeri 158*119 PAMPUS
410	DN 400 + 450	558072	Alalaakeri 158*91 PAMPUS
411	DN 400 + 450	619064	Laakerilevy DN400 PAMPUS
313	DN 450 + 500	616130	Tukirengas DN450-500 313,315 AISI 316L
315	DN 450 + 500	616125	Karatiiviste 64/50*7 GRAFIITTI
		686923	O-rengas 58x3 FPM
		686931	O-rengas 50x4 FPM
		930692	Pohjakansi 411 DN400
		929003	Tiivistelaippa 50 aks. 1.4436 166/86x12
		929005	Tiivisteholkki 50 aks. EN10216-5 1.4404
		929378	Välirengas 50 aks.
		617760	Tiiviste DN400 PTFE+C
		616137	Ylälaakeri 158*185 PAMPUS
		686857	O-rengas 58x3 EPDM
		686865	O-rengas 50x4 EPDM
	DN 900	616065	laakerit
		616596	laakerit

## PALETTI 13

311	DN 500	618365	Lieriösokka 30*85
312	DN 500	616963	Ylälaakeri 205*131 PAMPUS
313	DN 600	558254	Alalaakeri 205*89 PAMPUS
315	DN 600	642751	Laakerilevy 311 DN500 PAMPUS
		663872	Karatiiviste 80/60*10 GRAFIITTI
		681072	O-rengas 74,5x3 FPM
		681148	O-rengas 59,2*5,7 FPM
		930693	Pohjakansi 411 DN500
		928986	Tiivisteholkki 60 aks.
		929941	Tukirengas 313 DN600
		615807	Ylälaakeri 205*222 PAMPUS
		682757	O-rengas 74,5x3 EPDM
		682781	O-rengas 59,2*5,7 EPDM
311	DN 600 + 700	618366	Lieriösokka 30*105
312	DN 600 + 700	616964	Ylälaakeri 236,5/154 PAMPUS
411	DN 600 + 700	559047	Alalaakeri 236,5*100 PAMPUS
313	DN 700 + 800	642958	Laakerilevy 311 DN600 PAMPUS
315	DN 700 + 800	616126	Karatiiviste 90/70*10 GRAFIITTI
		681098	O-rengas 84,5*3 FPM
		681155	O-rengas 69,2*5,7 FPM
		930694	Pohjakansi 411 DN600-700
		928979	Tiivisteholkki 70 aks.
		929940	Tukirengas 313 DN700
		618012	Ylälaakeri 236,5/176 PAMPUS
		616139	Ylälaakeri 236,5*225 PAMPUS
		682765	O-rengas 84,5*3 EPDM
		682799	O-rengas 69,2*5,7 EPDM SKEGA

## PALETTI 14

311	DN 800	618367	Lieriösokka 34*125 EN10088-3 1.4462
312	DN 800	927788	Kartiosokka 30*148 mm EN10088-3 1.4460
313	DN 900	670638	Laakerilevy DN900 313 PAMPUS
315	DN 900	616070	Karatiiviste 110/90*10 GRAFIITTI
		618216	O-rengas 89,2*5,7 FPM
		618217	O-rengas 104,5x3,0 FPM
		928951	Tiivisteholkki 90 aks.
		929942	Tukirengas 313 DN900
		616068	O-rengas 89,2x5,7 EPDM
		616069	O-rengas 104,5x3,0 EPDM
313	DN 1000	933428	Kartiosokka 30*173 DN1000
315	DN 1000	618423	Lieriösokka 34x130
		615207	Laakerilevy DN1000 313 PAMPUS
		616517	Karatiiviste 120/100x10 GRAFIITTI
		930140	Tiivisteholkki 100 aks.
		616518	O-rengas 99,1x5,7 EPDM
		616519	O-rengas 114,5x3,0 EPDM
		930142	Tukirengas DN1000
		618989	Laippasuojat DN1000 D1142 StrongBoard
	DN 1000	616516	Laakerit
		616515	Laakerit

## PALETTI 15

313	DN 1200 + 1400	618424	Lieriösokka 34x185
315	DN 1200 + 1400	931889	Kartiosokka 30*214 mm
		617346	Laakerilevy DN1200 313 PAMPUS
		617358	Karatiiviste 160/140*10 GRAFIITTI
		931914	Tiivisteholkki 140 aks.
		617361	O-rengas 139,2x5,7 EPDM
		617362	O-rengas 154,0x3,0 EPDM
		931913	Tukirengas DN1200

## PALETTI 16

450	DN 50 - 100		
		923845	Kara 440 DN65-80
		923854	Välirengas D33
		923867	Rajoitinlevy 450 DN50-65
		509794	Pallov.kahva 65-80mm
		619114	Tiivisterengas DN50
		592963	Runkotiiviste DN50
		618181	Kuusiomutteri M20
		696822	Tiivisterengas DN65
		619239	Tiivisteholkki
		619312	Runkotiiviste DN 65
		696830	Tiivisterengas DN 80
		696806	Vastinlevy DN 80-100
		619320	Runkotiiviste
		923846	Kara 450DN80-100
		923855	Välirengas D43
		923859	Rajoitintappi 450 4401
		923868	Rajoitinlevy
		618199	Kuusiomutteri M30
		696848	Tiivisterengas DN100
		626796	Runkotiiviste

## PALETTI 17

450	DN 125 - 250		
		923847	Kara 450
		923856	Välirengas D59
		923860	Rajoitintappi 450 4401
		923869	Rajoitinlevy 450
		582080	Kuusiomutteri M40
		619155	Tiivisterengas DN125
		696814	Vastinlevy DN 125-150
		619270	Tiivisteholkki DN125-150
		619346	Runkotiiviste DN 125
		619163	Tiivisterengas DN150
		619353	Runkotiiviste DN150
		923849	Kara 450 DN 200-250
		580076	Tiivisteregas DN 200
		580167	Vastinlevy DN 200-250
		579631	Runkotiiviste DN200
		583443	Laakeri DN 200-250
		592923	Maadoitusjousi 50-250
		924154	Tukiruuvi EN10272
		924130	Pohjatulppa 4401
		580092	Tiivisterengas DN250

PALETTI 22 - 31

Metallitiivisteitä  
Väliitiivisteitä

PALETTI 34

Esipuristetut renkaat  
PTFE tiivisteitä

PALETTI 44

Suojapahvit